

**BẢN TIN**

**THÍ NGHIỆM & KIỂM ĐỊNH**

# **XÂY DỰNG**

CƠ QUAN THÔNG TIN CỦA MẠNG KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG VIỆT NAM - SỐ 15 THÁNG 06/2017

**KIỂM ĐỊNH XÂY DỰNG -  
KHÂU QUAN TRỌNG ĐỂ “BẮT BỆNH” CÔNG TRÌNH**

**THÔNG TƯ SỐ 03/2017/TT-BXD: QUẢN LÝ  
CHẶT CHÈ NGUỒN VỐN TRONG BẢO TRÌ  
CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG**

Tr. 10

**BÀN VỀ KIỂM ĐỊNH VÀ CÔNG TÁC  
BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG**

Tr. 12

**GIẢI PHÁP VỀ MỐC QUAN TRẮC LÚN CHO  
CÔNG TRÌNH NHÀ CAO TẦNG**

Tr. 21



# THÍ NGHIỆM & KIỂM ĐỊNH XÂY DỰNG

CƠ QUAN THÔNG TIN CỦA MẠNG KIỂM  
ĐỊNH CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH XÂY  
DỰNG VIỆT NAM

## Mục Lục



PGS. TS Phạm Minh Hà - Cục trưởng Cục  
Giám định nhà nước về chất lượng công trình  
xây dựng phát biểu khai mạc Hội nghị

### CHỦ NHIỆM XUẤT BẢN

PGS. TS Phạm Minh Hà

### CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN

TS. Nguyễn Quang Hiệp

### BAN CỐ VẤN VÀ THẨM ĐỊNH NỘI DUNG

Chủ tịch: GS.TSKH. Nguyễn Văn Quảng

Phó Chủ tịch: ThS. Hoàng Hải

### HỘI ĐỒNG CỐ VẤN

PGS.TS. Trần Chung

PGS.TS. Võ Văn Thảo

GS. TS. Nguyễn Việt Trung

GS. TS. Vũ Thanh Te

### BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban: KS. Đỗ Việt Hà

Phó Trưởng ban: KTS. Nguyễn Xuân Phương

### THÀNH VIÊN

KS. Nguyễn Anh Tuấn

CN. Vũ Thị Hoàng Mai

CN. Phạm Thùy Trinh

### Tiêu Điểm

04/ Kiểm Định Xây Dựng - Khâu  
Quan Trọng Để “Bắt Bệnh” Công Trình

08/ Tập Huấn Giám Định, Giám Định  
Tư Pháp Trong Hoạt Động Đầu Tư  
Xây Dựng

10/ Thông Tư Số 03/2017/TT-BXD: Quản  
Lý Chặt Chẽ Nguồn Vốn Trong Bảo Trì  
Công Trình Xây Dựng

### Chuyên Đề Khoa Học

12/ Bàn Về Kiểm Định Và Công Tác  
Bảo Trì Công Trình Xây Dựng

17/ Ứng Dụng Nguyên Lý Số Bình  
Phương Nhỏ Nhất Để Đánh Giá Các  
Phương Án Quan Trắc Công Trình

21/ Giải Pháp Về Mốc Quan Trắc Lún  
Cho Công Trình Nhà Cao Tầng

25/ Ứng Dụng Thiết Bị Laser Trong  
Đo Đặc Dao Động Kết Cấu Công  
Trình

28/ Kiểm Soát Độ Nghiêng  
Công Trình

34/ Kính Xây Dựng  
Tổng Quan Về Công Tác  
Thử Nghiệm

37/ Phân Tích, Đánh Giá Sự Làm  
Việc Lốp Kết Cấu Áo Đường Bằng  
Bê Tông Asphalt Trên Mặt Cầu  
Đường Ô-Tô Bê Tông Cốt Thép Ở  
Việt Nam



**TÒA SOẠN VÀ TRỊ SỰ**  
TRUNG TÂM PHÁT TRIỂN  
CÔNG NGHỆ QUẢN LÝ  
VÀ KIỂM ĐỊNH XÂY DỰNG

Địa chỉ: 37 Lê Đại Hành,  
Q. Hai Bà Trưng, Hà Nội.

Điện thoại: 04. 39760 271  
(Ext. 182, 183, 184, 189, 454, 455)

Fax: 04. 3974 6596

Email: daotao.cqm@gmail.com

Mã ISSN: 2588 - 1280

In tại: Công ty TNHH MTV In và Thương Mại TTXVN



# KIỂM ĐỊNH XÂY DỰNG - KHÂU QUAN TRỌNG ĐỂ “BẮT BỆNH” CÔNG TRÌNH

Ngọc Hà

**NGÀY 14/4, TẠI HẢI PHÒNG, CỤC GIÁM ĐỊNH NHÀ NƯỚC VỀ CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH PHỐI HỢP VỚI SỞ XÂY DỰNG HẢI PHÒNG TỔ CHỨC HỘI THẢO “THÍ NGHIỆM, KIỂM ĐỊNH VÀ QUAN TRẮC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG” VÀ HỘI NGHỊ THƯỜNG NIÊN MẠNG KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG VIỆT NAM.**



*Toàn cảnh Hội nghị*



**T**ham dự sự kiện này có Thứ trưởng Bộ Xây dựng Lê Quang Hùng, Phó CT UBND TP Hải Phòng Nguyễn Xuân Bình; cùng lãnh đạo Cục Giám định, Sở Xây dựng; các nhà khoa học và đơn vị kiểm định các địa phương trên cả nước...

Phát biểu tại Hội thảo, Thứ trưởng Lê Quang Hùng bày tỏ vui mừng vì Hội nghị lần này được tổ chức tại Hải Phòng – địa phương đang là tâm điểm phát triển trong tình hình mới.

Thứ trưởng nhận định, hoạt động nghề nghiệp của Mạng kiểm định ngày càng phát triển vững chắc hơn. Từ thời điểm đầu còn phân vân định danh thí nghiệm, kiểm định, quan trắc nhưng hiện nay đã được nhận diện rõ trong pháp luật trong Thông tư, nghị định; đã có chứng chỉ hành nghề rõ ràng; hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn có liên quan đã được hình thành...

Hơn nữa, Chính phủ cũng đã đầu tư phát triển công tác kiểm định bằng Đề án tăng cường năng lực kiểm định 1511; hơn một nửa các đơn vị hiện được hỗ trợ kinh phí đầu tư trang thiết bị để hoạt động ổn định...

Phó CT UBND TP Hải Phòng Nguyễn Xuân Bình đánh giá cao tầm quan trọng của Hội nghị. Khẳng định, đây là dịp để trao đổi kinh nghiệm, lý luận và thực tiễn; ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng công trình xây dựng, hoạt động xây dựng, hiệu quả công trình cho việc trước mắt và lâu dài.

Thành phố Hải Phòng đang có hàng loạt công trình, trong đó có dấu ấn của Bộ Xây dựng, ngành xây dựng. Cầu Tân Vũ- Lạch Huyện đang xây dựng là cây cầu dài nhất Đông Nam Á. Đầu tháng 5/2017, Hải Phòng sẽ khởi công đường cao tốc ven biển Quảng Ninh – Hải Phòng – Nam Định – Thái Bình – Thanh Hóa.



*Thủ trưởng Bộ Xây dựng Lê Quang Hùng đánh giá cao sự phát triển của Mạng kiểm định trong thời gian qua*



*Phó CT UBND TP Hải Phòng Nguyễn Xuân Bình mong muốn nhận được sự quan tâm của ngành Xây dựng trong quá trình chuyển mình mạnh mẽ của Hải Phòng*

Sắp tới, Hải Phòng sẽ thực hiện quyết liệt thay đổi chung cư cũ... “Hải Phòng đang có sự chuyển mình mạnh mẽ, mong muốn nhận được sự quan tâm của các Bộ Ngành và địa phương...”- ông Bình nhấn mạnh.

Hội thảo “Thí nghiệm, kiểm định và quan trắc công trình xây dựng” được tổ chức với mong muốn nhận được sự trao đổi, chia sẻ về học thuật, chuyên môn của các nhà khoa học; là nơi để cơ quan nhà nước lắng nghe tiếp thu ý kiến phản ánh về những văn bản quy phạm pháp luật liên quan...

Rất nhiều tham luận tại Hội thảo “Thí nghiệm, kiểm định và quan trắc công trình xây dựng” đã đưa ra những kinh nghiệm, chia sẻ hữu ích, nhận được sự quan tâm của các đại biểu. PGS. TS Trần Chung – Phó Chủ tịch Hội kết cấu và công nghệ xây dựng Việt Nam cho biết: Công tác kiểm định và bảo trì có ý nghĩa rất lớn đối với công trình xây dựng để tìm ra “bệnh” công trình rồi chủ động có những biện pháp phòng ngừa.

Nhưng kinh phí đang là rào cản lớn nhất cho vấn đề bảo trì ở nước ta. Không có sự đột phá trong lĩnh vực này, chúng ta sẽ chỉ nói về bảo trì và không thể thực thi được công tác bảo trì trong thực tế ngành Xây dựng Việt Nam.

Theo TS. Trần Ngọc Đông – Viện KHCN Xây dựng thì trong công tác quan trắc lún công trình hiện nay còn một số bất cập trong khâu lập phương án quan trắc, tổ chức đo đạc ngoại nghiệp và xử lý số liệu quan trắc. Để khắc phục những bất cập này thì cần phải có các đề xuất để nâng cao chất lượng công tác quan trắc độ lún công trình...

Hội nghị còn dành thời gian để giới thiệu TCVN ISO/IEC 17020:2012 cho các tổ chức kiểm định giám định chuyên ngành xây dựng. Đây là một tiêu chuẩn phù hợp với chuẩn mực quốc tế nên việc sử dụng tiêu chuẩn này sẽ tạo điều kiện cho sự hợp tác giữa các tổ chức kiểm định và các tổ chức khác nhằm hỗ trợ việc trao đổi thông tin và kinh nghiệm làm hài hòa các tiêu chuẩn, thủ tục đánh giá sự phù hợp....



*Các nhà khoa học chia sẻ học thuật, chuyên môn tại Hội thảo*

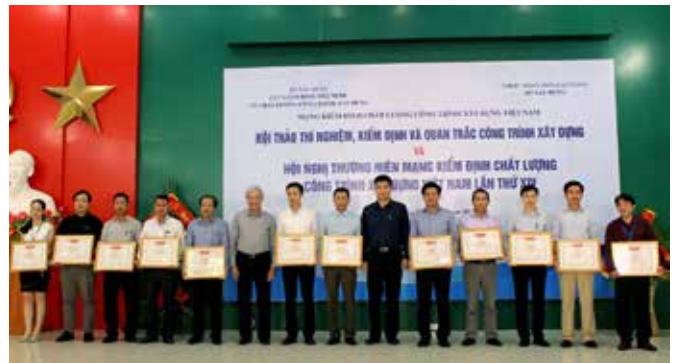


*Nhiều ý kiến góp ý từ các đơn vị kiểm định địa phương dành đến Hội nghị*





Mạng kiểm định chất lượng công trình xây dựng hiện đang có những hoạt động hiệu quả



Các tập thể, cá nhân nhận bằng khen vì những đóng góp cho sự phát triển của Mạng kiểm định chất lượng công trình Việt Nam

Chiều cùng ngày, hội nghị thường niên Mạng kiểm định chất lượng công trình xây dựng Việt Nam lần thứ 14 được tổ chức. Đây là cơ hội để các đơn vị trong Mạng kiểm định đánh giá lại một năm hoạt động và đưa ra phương hướng cho năm 2017. Bên cạnh đó, các đơn vị kiểm định địa phương còn gửi đến Hội nghị một số kiến nghị nhằm hỗ trợ tích cực cho hoạt động kiểm định địa phương phát triển. Ngoài ra, còn có các ý kiến tập trung nêu lên bất cập vướng mắc trong công tác bảo trì công trình; cơ sở dữ liệu đánh giá nhà nguy hiểm, chung cư cũ còn lúng túng; Cơ chế bộ máy thực hiện kiểm tra; nhận thức của các nhà đầu tư, cá nhân có liên quan sử dụng công trình liên quan đến bảo trì công trình...

Cũng trong Hội nghị này, tổng kết công tác thi đua khen thưởng được diễn ra. Mạng kiểm định chất lượng công trình xây dựng Việt Nam có nhiều tập thể, cá nhân vinh dự được nhận bằng khen của Bộ trưởng Bộ Xây dựng vì đã có hoàn thành xuất sắc các nhiệm vụ được giao.



Hội nghị Mạng Kiểm định lần thứ 14

# TẬP HUẤN GIÁM ĐỊNH, GIÁM ĐỊNH TƯ PHÁP TRONG HOẠT ĐỘNG ĐẦU TƯ XÂY DỰNG

Ngọc Hà

**(XÂY DỰNG) - NGÀY 23/6, CỤC GIÁM ĐỊNH NHÀ NƯỚC VỀ CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG - BỘ XÂY DỰNG PHỐI HỢP VỚI CỤC BỔ TRỢ TƯ PHÁP – BỘ TƯ PHÁP TỔ CHỨC HỘI NGHỊ "TẬP HUẤN VỀ GIÁM ĐỊNH, GIÁM ĐỊNH TƯ PHÁP TRONG HOẠT ĐỘNG ĐẦU TƯ XÂY DỰNG" TẠI TỈNH QUẢNG NINH.**



*PGS. TS Phạm Minh Hà - Cục trưởng Cục Giám định nhà nước về chất lượng công trình xây dựng phát biểu khai mạc Hội nghị*



**P**hát biểu khai mạc Hội nghị, ông Phạm Minh Hà – Cục trưởng Cục Giám định cho rằng, trong những năm qua, hoạt động giám định, giám định tư pháp trong lĩnh vực xây dựng đã có những chuyển biến tích cực. Thể chế về giám định, giám định tư pháp xây dựng đã cơ bản được hoàn thiện thông qua việc ban hành Luật, Nghị định và các Thông tư hướng dẫn thực hiện; hệ thống Tiêu chuẩn, Quy chuẩn kỹ thuật, định mức kinh tế kỹ thuật ngày càng được hoàn thiện; nguồn nhân lực thực hiện công tác giám định, giám định tư pháp xây dựng đã được tăng lên về số lượng, chất lượng, cơ bản đáp ứng được yêu cầu thực tế. Các vụ việc giám định, đặc biệt là các vụ việc lớn đã cơ bản được giải quyết, đáp ứng kịp thời yêu cầu của hoạt động tố tụng.

Nhằm tạo những chuyển biến tích cực hơn nữa trong công tác giám định tư pháp xây dựng, Hội nghị sẽ góp phần nâng cao sự hiểu biết pháp luật của các tổ chức, cá nhân có liên quan đến hoạt động giám định, giám định tư pháp xây dựng; nâng cao trách nhiệm của các ngành, các cấp đối với hoạt động giám định, giám định tư pháp xây dựng.

Ông Trần Văn Hà – Phó GD Sở Xây dựng tỉnh Quảng Ninh chia sẻ, ở tỉnh Quảng Ninh, trong những năm gần đây, các dự án đầu tư xây dựng trên địa bàn tăng nhanh về số lượng và quy mô, đa dạng nguồn vốn đầu tư xây dựng. Việc tổ chức Hội nghị này là công việc cần thiết đối với địa phương nhằm nâng cao hơn nữa nhận thức về pháp luật và nghiệp vụ giám định, giám định tư pháp cho các tổ chức, cá nhân có liên quan trên địa bàn Tỉnh.

Nhiều vấn đề quan trọng trong công tác giám định, giám định tư pháp được các đại biểu chia sẻ, thảo luận sôi nổi tại Hội nghị này. Như việc đánh giá thực trạng về hoạt động giám định tư pháp xây dựng và hệ thống Quy trình chuẩn, tiêu chuẩn phục vụ cho công tác giám định tư pháp xây dựng, ông Phạm Tiến Văn – Phó Cục trưởng Cục Giám định nhà nước về chất lượng công trình xây dựng cho biết, các quy định của pháp luật về giám định tư pháp là cơ bản đầy đủ.

Hiện nay có khoảng 25 Quy chuẩn, 500 tiêu chuẩn phục vụ cho hoạt động giám định, giám định tư pháp xây dựng. Về nhân lực, hiện nay có 84 tổ chức giám định tư pháp xây dựng theo vụ việc trên tổng số 159 tổ chức giám định tư pháp xây dựng theo vụ việc thuộc tất cả các lĩnh vực (chiếm 52,8%). Có 166 giám định viên tư pháp xây dựng trên tổng số 5.277 giám định viên tư pháp thuộc tất cả các lĩnh vực (chiếm 3,2%). Có 243 người giám định tư pháp xây dựng theo vụ việc trên

tổng số 1.089 người giám định tư pháp xây dựng theo vụ việc thuộc tất cả các lĩnh vực (chiếm 22,3%).

Giám định tư pháp là việc sử dụng kiến thức, phương tiện, phương pháp khoa học, kỹ thuật, nghiệp vụ để kết luận về chuyên môn những vấn đề có liên quan đến hoạt động điều tra, truy tố, xét xử và thi hành án hình sự, giải quyết vụ việc dân sự, vụ án hành chính theo trung cầu của cơ quan tiến hành tố tụng, người tiến hành tố tụng hoặc theo yêu cầu của người yêu cầu giám định theo quy định của Luật giám định tư pháp. Tại Hội nghị, bà Nguyễn Thị Thụy – Cục Bổ trợ tư pháp – Bộ Tư pháp dành thời gian chia sẻ những kiến thức chung về pháp luật giám định tư pháp.

Giám định tư pháp về chất lượng xây dựng bao gồm giám định chất lượng khảo sát xây dựng, thiết kế xây dựng; giám định về chất lượng vật liệu xây dựng, sản phẩm xây dựng, thiết bị, bộ phận công trình, công trình xây dựng và giám định sự cố công trình xây dựng. Có thể nói, việc giám định sự cố công trình là một trong những công việc phức tạp nhất trong công tác giám định. Do đó, PGS.TS Trần Chung – Phó Chủ tịch Hội kết cấu và công nghệ xây dựng Việt Nam đã phân tích một số kỹ năng và trình tự thực hiện giám định xác định nguyên nhân sự cố công trình xây dựng.

Theo PGS.TS Trần Chung trình tự và kỹ năng thực hiện giám định quyết định tính khách quan và độ tin cậy trong công tác giám định. Mục đích của mọi cuộc điều tra sự cố công trình xây dựng không nên bắt đầu bằng câu hỏi: Ai là người có lỗi? mà phải bắt đầu bằng câu hỏi “Tại sao sự cố đó xảy ra?”. Kết quả cuối cùng phải hướng tới là bài học gì rút ra từ sự cố này để không tái lập trong tương lai.

Từ năm 2010 đến nay, trên cả nước có khoảng 300 vụ việc giám định, tập trung chủ yếu tại các thành phố lớn như Cần Thơ, TP Hồ Chí Minh, Đà Nẵng, Hà Nội. Các vụ việc cơ bản được giải quyết, đáp ứng kịp thời yêu cầu của cơ quan tiến hành tố tụng.

Nhiều tham luận tại Hội nghị cũng đã tập trung phân tích rõ hơn về quy trình giám định sự tuân thủ các quy định của pháp luật trong hoạt động đầu tư xây dựng, giám định về chất lượng vật liệu xây dựng, cấu kiện xây dựng, sản phẩm xây dựng và giám định về chi phí đầu tư xây dựng công trình, giá trị công trình...

Hội nghị Tập huấn đã thu hút hơn 230 học viên thuộc Sở Xây dựng, Sở Tư pháp, Tòa án nhân dân, Cơ quan Cảnh sát điều tra, cùng nhiều tổ chức, cá nhân có liên quan đến hoạt động giám định, giám định tư pháp các tỉnh khu vực phía Bắc tham gia.

---

# THÔNG TƯ SỐ 03/2017/TT-BXD: QUẢN LÝ CHẶT CHẼ NGUỒN VỐN TRONG BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

---

Hồng Quang

**NHẪM NÂNG CAO TUỔI THỌ VÀ TRÁNH SỰ XUỐNG CẤP CỦA CÁC HẠNG MỤC TRONG CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG THÌ KHẤU BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH LÀ HẾT SỨC QUAN TRỌNG. CHÍNH VÌ VẬY, BỘ XÂY DỰNG ĐÃ BAN HÀNH THÔNG TƯ SỐ 03/2017/TT-BXD HƯỚNG DẪN XÁC ĐỊNH CHI PHÍ BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG. THEO ĐÓ, TỪ NGÀY 1/5/2017 THÔNG TƯ NÀY CÓ HIỆU LỰC VÀ THAY THẾ THÔNG TƯ SỐ 11 CỦA BỘ XÂY DỰNG VỀ HƯỚNG DẪN LẬP VÀ QUẢN LÝ CHI PHÍ BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG.**



## Cần xây dựng dự toán bảo trì công trình hợp lý

**H**iện nay, một số công trình xây dựng khi mới đưa vào sử dụng đã xuất hiện sự xuống cấp nghiêm trọng như nứt, nứt tường... Chính vì vậy khâu bảo trì công trình xây dựng cần được coi trọng, để cho người dân yên tâm hơn khi sử dụng công trình.

Theo nội dung của Thông tư số 03/2017/TT-BXD, nguyên tắc xác định chi phí bảo trì công trình xây dựng được xác định bằng dự toán bảo trì công trình xây dựng. Dự toán bảo trì công trình xây dựng là toàn bộ chi phí cần thiết được xác định theo yêu cầu các công việc cần phải thực hiện phù hợp với quy trình bảo trì công trình xây dựng được duyệt. Dự toán bảo trì có thể gồm một, một số hoặc toàn bộ các nội dung chi phí trong thực hiện bảo trì công trình xây dựng theo yêu cầu của quy trình bảo trì công trình xây dựng được duyệt. Dự toán

bảo trì được xác định phù hợp với quy trình bảo trì công trình xây dựng được duyệt hoặc tiêu chuẩn kỹ thuật về bảo trì (gọi tắt là quy trình bảo trì công trình được duyệt). Căn cứ kế hoạch bảo trì công trình xây dựng trên cơ sở quy trình bảo trì công trình được duyệt và hiện trạng công trình thì dự toán bảo trì được lập định kỳ hàng năm hoặc định kỳ theo giai đoạn (đối với công tác sửa chữa) cho từng nội dung công việc được thực hiện. Trường hợp cần thiết phải thực hiện các công việc đột xuất chưa có trong kế hoạch bảo trì thì chi phí thực hiện các công việc này được bổ sung vào kế hoạch bảo trì. Chi phí bảo trì được xác định đúng phương pháp, đủ các khoản mục chi phí theo quy định, hiện trạng công trình và mặt bằng giá thị trường tại thời điểm xác định chi phí.

Phương pháp xác định chi phí bảo trì công trình là định mức chi phí theo tỷ lệ phần trăm (%) hoặc khối lượng và đơn giá, trong đó gồm khối lượng công việc thực hiện theo kế hoạch bảo trì và đơn giá bảo trì. Khối lượng, số lượng chuyên gia được xác định theo yêu cầu cụ thể của từng loại công việc, nội dung, tiến độ thực hiện công việc, trình độ chuyên môn của từng chuyên gia, đơn giá tiền lương phù hợp với từng chuyên gia và các chi phí cần thiết khác có liên quan.

### Chủ sở hữu cần lập kế hoạch bảo trì công trình

Để quản lý chi phí bảo trì công trình xây dựng được hiệu quả, chủ sở hữu hoặc người quản lý sử dụng công trình có trách nhiệm tổ chức lập, thẩm định, phê duyệt dự toán bảo trì công trình hoặc thuê các tổ chức, cá nhân tư vấn quản lý chi phí đủ điều kiện năng lực theo quy định để lập, thẩm tra dự toán bảo trì công trình xây dựng làm cơ sở phê duyệt dự toán bảo trì công trình xây dựng. Trường hợp dự toán sửa chữa, cải tạo, nâng cấp công trình có chi phí từ 5 trăm triệu đồng trở lên thì thực hiện theo quy định tại điểm b, khoản 4, Điều 39 Nghị định số 46/2015/NĐ-CP.

Chi phí lập và thẩm tra quy trình bảo trì công trình xây dựng được tính bổ sung vào chi phí tư vấn đầu tư xây dựng công trình trong tổng mức đầu tư của dự án hoặc dự toán chi phí bảo trì công trình trong trường hợp công trình xây dựng của dự án đang thực hiện đầu tư xây dựng nhưng chưa triển khai việc lập quy trình bảo trì công trình hoặc công trình xây dựng đã đưa vào khai thác sử dụng nhưng chưa có quy trình bảo trì xây dựng.

Chủ sở hữu hoặc người quản lý sử dụng công trình chịu trách nhiệm quản lý, thanh toán, quyết toán chi phí bảo trì công trình xây dựng. Trường hợp cần phải điều chỉnh quy trình bảo trì công trình xây dựng thì căn cứ vào các nội dung công việc cụ thể cần phải điều chỉnh để xác định dự toán chi phí bảo trì điều chỉnh và được tính trong dự toán chi phí bảo trì công trình.

Sau khi công trình xây dựng đưa vào khai thác, sử dụng thì chủ sở hữu hoặc người quản lý sử dụng công trình có trách nhiệm lập kế hoạch bảo trì theo quy trình bảo trì công trình xây dựng được duyệt và chi phí bảo trì công trình từng năm, kể cả chi phí sửa chữa định kỳ đối với công trình đến kỳ sửa chữa theo kế hoạch bảo trì.

Theo các chuyên gia đánh giá, Thông tư 03/2017/TT-BXD hướng dẫn xác định chi phí bảo trì công trình xây dựng đã đảm bảo tính định hướng vào kiểm soát chi phí cho công tác bảo trì tại các công trình xây dựng. Từ đó, các chủ thể tham gia quá trình bảo trì có thể quản lý chặt chẽ nguồn vốn phục vụ cho công tác bảo trì ở tất cả các giai đoạn, từ khâu lập dự toán, thực hiện bảo trì và khai thác, sử dụng các giai đoạn tiếp theo của công trình.



Chủ sở hữu cần lập kế hoạch bảo trì công trình từng năm (ảnh internet)



# BÀN VỀ KIỂM ĐỊNH VÀ CÔNG TÁC BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

PGS.TS. Trần Chung  
 Phó Chủ tịch Hội KC&CNXD Việt Nam

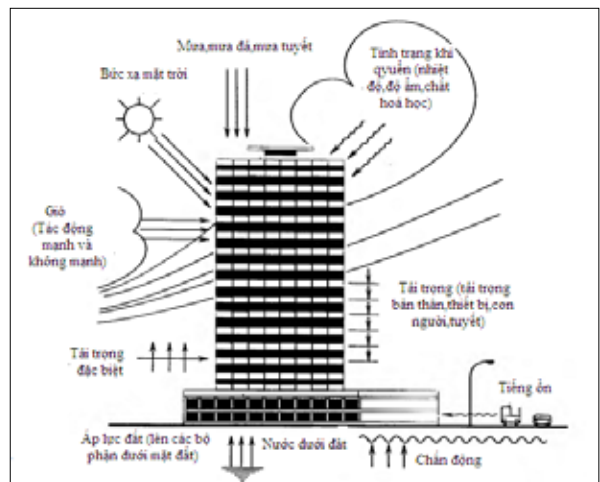
## 1. Bảo trì công trình xây dựng

**B**ảo trì được định nghĩa bởi BS EN 153311:2011 [6]: “Là sự kết hợp của tất cả các công tác kỹ thuật, hành chính và quản lý trong suốt vòng đời của một công trình (hay một phần của công trình) với mục đích duy trì hay sửa chữa lại công trình để nó có thể đáp ứng chức năng sử dụng theo yêu cầu”. Định nghĩa này đã chỉ ra rằng, bảo trì có hai quá trình cần được xem xét: “duy trì”, tức là các công việc thực hiện kiểm tra, dự đoán để phòng ngừa sự xuống cấp hay hư hỏng và “sửa chữa”, tức là các công việc thực hiện sau khi công trình bị xuống cấp, hư hỏng. Như vậy, nhiệm vụ đầu tiên của bảo trì phải là “phòng ngừa” và sau đó mới là “sửa chữa”. Mục đích của chiến lược bảo trì của các nước trên thế giới đều lấy “bảo trì phòng ngừa” là chủ đạo chứ không phải là “bảo trì sửa chữa”.

Vốn công trình xây dựng là một hệ phức tạp được con người tạo dựng nhằm thoả mãn các công năng khác nhau do con người đặt ra. Công trình tồn tại, những tác động của quá trình sử dụng, tác động của môi trường nơi công trình tồn tại và thời gian làm cho nó không còn khả năng chịu tải tốt như công trình mới làm. Theo thời gian, tính chất cơ, lý, hoá của vật liệu tổ hợp lên công trình thường thay đổi, những đặc tính riêng của công trình, của môi trường đặt nó và những mối liên hệ phức tạp của quá trình cũng tồn tại làm cho giá trị của công trình suy giảm theo thời gian-tức là tuổi thọ của công trình đã tới giới hạn.

Trên hình 1. mô tả một số tác nhân chính tác động lên nhà/công trình và gây ra sự suy giảm chất lượng sử dụng hay giảm độ tin cậy của kết cấu xây dựng.

Hầu hết các nước luôn coi việc bảo dưỡng, sửa chữa nâng cấp công trình là công việc phù hợp với qui luật tự nhiên. Công trình bị hao mòn dần dưới tác động của việc khai thác, sử dụng và những ảnh hưởng của điều kiện thiên nhiên, khí hậu đặc thù nơi công trình tồn tại. Nếu không đầu tư cho việc bảo quản, tu bổ thì sau một thời gian công trình bị hao mòn, xuống cấp và trở nên không còn khả năng làm việc trước tác động quá trình



Hình 1. Các tác động bên ngoài lên công trình [7]

khai thác, của thiên nhiên và xã hội. Chúng ta có thể coi công trình như là một cái máy. Nó cũng chịu các tác động gây lên quá trình hao mòn hữu hình và hao mòn vô hình. Quá trình hao mòn này sẽ tác động lên sự suy giảm tuổi thọ công trình xây dựng. Nếu việc phát hiện kịp thời các hư hỏng hay sự xuống cấp để khắc phục sẽ kéo dài được tuổi thọ công trình và cũng giảm chi phí đáng kể khi những hư hỏng nặng thêm.

Công trình xây dựng cũng chịu cả hai quá trình hao mòn như một cái máy. Quá trình hao mòn theo hai dạng đó có tốc độ rất khác nhau. Nhiều công trình xây dựng giá trị vô hình ngược lại không hề giảm mà trở nên trường tồn như các công trình có giá trị văn hoá và lịch sử. Hao mòn hữu hình là không tránh khỏi và con người phải can thiệp để tránh dẫn tới sự xuống cấp nhanh, tăng độ bền vững hữu hình để giữ gìn những giá trị vô hình vốn có của loại công trình đó.

Để duy trì và kéo dài tuổi thọ công trình, chúng ta cần thay đổi khái niệm “bảo trì sửa chữa” (hông đầu chữa đố) sang khái niệm “bảo trì phòng ngừa” (ngăn ngừa nguyên nhân) theo các nguyên lý về “Bệnh học công trình”. Vậy, “bảo trì phòng ngừa” được hiểu như thế nào? Theo [5] bảo trì phòng ngừa là “công tác bảo trì được tiến hành theo các khoảng thời gian định trước hoặc theo các tiêu chí được mô tả và được dự định để giảm xác suất phá hoại hoặc sự xuống cấp chức năng của một hạng mục”. Chúng ta có thể hiểu nội dung này tương tự như công tác “phòng bệnh” quan trọng hơn “chữa bệnh” đối với con người.

Muốn đảm bảo sức khỏe, chúng ta cần thường xuyên quan tâm tới chế độ chăm sóc, kiểm tra sức khỏe định kỳ, đột xuất để kịp thời điều chỉnh chế độ ăn uống, làm việc hoặc dùng thuốc để ngăn không có nguy cơ mắc bệnh. Vì lẽ đó, công tác kiểm định có vai trò quan trọng trong chiến lược bảo trì phòng ngừa cho công trình xây dựng.

## 2. Nhận dạng đầy đủ vai trò của kiểm định trong bảo trì phòng ngừa

Nhiệm vụ quan trọng hàng đầu của chiến lược “Bảo trì phòng ngừa” là hoạt động kiểm tra công trình theo chế độ thường xuyên, định kỳ hay đột xuất. Các quyết định liên quan đến bất kỳ sự can thiệp bảo trì nào như: bảo dưỡng, sửa chữa, cải tạo, nâng cấp... cần phải dựa vào các kết quả từ các hoạt động kiểm tra này. Hoạt động kiểm tra thường được tiến hành qua 2 cấp độ như thể hiện tại Bảng 1.

Thông thường, sau khi xây dựng xong công trình, cần tiến hành ngay việc kiểm tra ban đầu để phát hiện các dấu hiệu khuyết tật làm ảnh hưởng xấu đến mức độ an toàn và công năng của công trình khi đưa vào khai thác. Các khuyết tật này phải được khắc phục ngay trước khi đưa công trình vào sử dụng và làm cơ

sở cho việc đánh giá mức độ xuống cấp của công trình. Trong ngành giao thông, các công trình cầu đều phải lập “trạng thái O” không chỉ để đánh giá mức độ thỏa mãn các tiêu chuẩn theo quy định nhưng quan trọng hơn, đây là số liệu ban đầu của bảo trì. Trên cơ sở các số liệu kiểm tra, cần xác định xem xuống cấp đang xảy ra theo cơ chế nào. Từ đó xác định hướng giải quyết khắc phục.

Ta lấy ví dụ trường hợp kiểm tra hệ kết cấu, kết quả kiểm định phải nêu được cơ chế xuống cấp, đánh giá được mức độ và tốc độ xuống cấp và yêu cầu đòi hỏi phải sửa chữa, khắc phục, hoặc có thể sẽ phải phá dỡ. Cơ sở để đánh giá mức độ xuống cấp là các công năng hiện có của kết cấu.

Các dạng hư hỏng thông thường có thể xuất phát từ các nguyên nhân do sai sót thuộc về thiết kế, thi công, sử dụng công trình [4]:

- (a) Hư hỏng do nguyên nhân quá tải
  - (b) Hư hỏng do nguyên nhân lún nền móng;
  - (c) Hư hỏng do tác động của các yếu tố khí hậu nóng ẩm;
  - (d) Hư hỏng do carbonat hoá bê tông;
  - (e) Hư hỏng do tác động ăn mòn của môi trường vùng biển;
  - (f) Hư hỏng do tác động của môi trường xâm thực công nghiệp;
- Từ mỗi loại hình hư hỏng nhận biết được, đơn vị quản lý công trình và người thiết kế sẽ có chương trình cụ thể cho công tác bảo trì, bao gồm từ khâu kiểm tra, đánh giá mức độ hư hỏng đến việc sửa chữa, gia cường, nâng cấp hoặc phá dỡ công trình. Việc kiểm tra thông qua khảo sát thu thập thông tin, đánh giá mức độ hư hỏng và đề ra giải pháp sửa chữa, phục hồi chức năng công trình phải do các đơn vị và chuyên gia chuyên ngành có năng lực phù hợp thực hiện. Việc thi công sửa chữa, gia cường, nâng cấp, hoặc phá dỡ kết cấu đã bị hư hỏng cần phải được các đơn vị thi công có năng lực chuyên môn phù hợp thực hiện.

Cấp độ	Đối tượng	Phương pháp và phương thức kiểm tra	Loại đánh giá
Kiểm tra sơ bộ		Kiểm tra bằng trực quan; Xem xét các tài liệu, thu thập các ý kiến của nhân chứng; Nghiên cứu các thông tin từ các lần kiểm tra trước Các dụng cụ cầm tay đơn giản	Định tính
Kiểm tra chi tiết	Kiểm tra chi tiết hiện trạng và diễn giải mức độ bất thường Thu thập thông tin đầy đủ phục vụ thiết kế chi tiết các công việc khắc phục, sửa chữa, nâng cấp, cải tạo, phá bỏ.	Các thí nghiệm không phá hủy Các thí nghiệm phá hủy (lấy mẫu từ công trình và các thí nghiệm trong phòng) Các phương pháp phân tích (các tài liệu kiểm tra, chẩn đoán...) Các hệ thống chuyên gia	Định tính và định lượng

Bảng 1: Cấp độ, đối tượng, phương pháp kiểm tra và đánh giá [3]

### 3. Công tác kiểm định và nhiệm vụ đánh giá chất lượng công trình trong bảo trì

#### 3.1. Về hao mòn hữu hình

Trong một đồ án thiết kế, các kích thước hình học và chủng loại, số lượng vật liệu của cấu kiện đều được nêu một cách chi tiết. Song trong thực tế thi công việc đảm bảo chuẩn xác các trị số nêu trong thiết kế là khó khăn và chúng ta chấp nhận những sai số mà tiêu chuẩn kỹ thuật cũng cho phép.

Trong quá trình sử dụng các tham số ảnh hưởng tới khả năng chịu lực, độ an toàn, độ bền lâu như sự thay đổi kích thước hình học (lún, nghiêng, nứt), suy giảm tính chất cơ học của vật liệu theo thời gian xuất hiện.

Như vậy, ngay từ khi xây cất xong công trình và suốt trong quá trình khai thác sử dụng công trình chịu các hao tổn vật chất làm thay đổi về bền vững của công trình theo thời gian. Mức độ tác động làm suy giảm vật thể của toàn bộ công trình tới các cấu kiện không giống nhau và vì vậy trong quá trình khảo sát cần thiết phải chọn các cấu kiện hay tiết diện trọng yếu quyết định tuổi thọ của công trình để xem xét đánh giá.

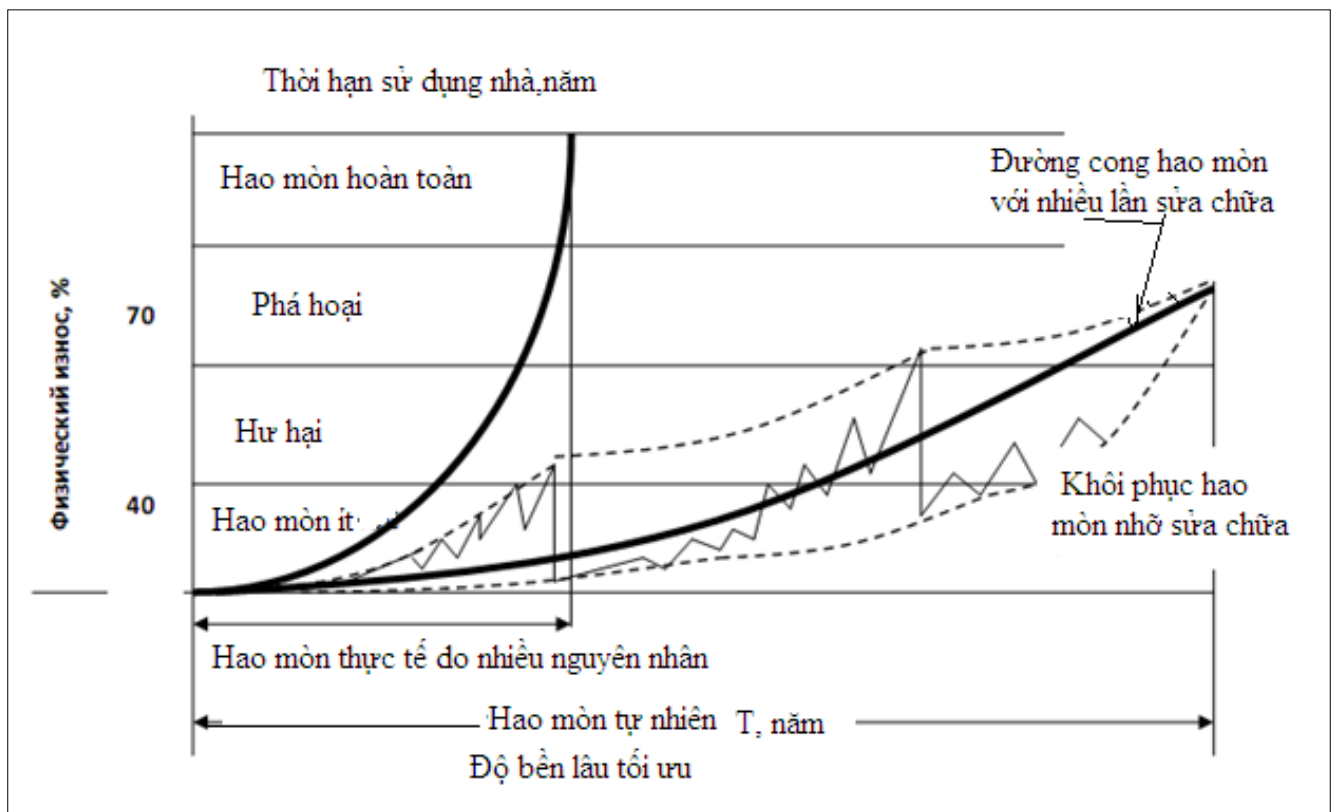
Nếu như một công trình khi bị sự cố làm thiệt hại lớn về người và tài sản thì cần được can thiệp ngay từ trong giai đoạn chuẩn bị dự án và được kiểm soát, xác nhận để có thể loại trừ sớm sự

cố xuất hiện. Nếu việc sửa chữa một bộ phận công trình quá tốn kém và ảnh hưởng tới việc sử dụng công trình thì cần thiết phải phế bỏ và thay hẳn bộ phận mới cho công trình.

Bảng 2 chỉ ra cách phân loại đơn giản các hậu quả của sự xuống cấp quá sớm của bộ phận công trình và phù hợp với phần lớn loại công trình nhà ở, công nghiệp và dân dụng. Ở một công trình có thể có một hoặc nhiều loại hư hỏng nhưng phải biết phân loại để chọn các giải pháp xử lý làm cho không tái lập các hư hỏng cũ đã xảy ra. Đó cũng là con đường đạt tới kết quả kéo dài tuổi thọ công trình.

#### 3.2. Đánh giá và xác định mức độ hao mòn (suy giảm) hữu hình hệ kết cấu

Nếu một hệ kết cấu đã tồn tại trong một khoảng thời gian đáng kể trong quá khứ mà không xuất hiện một dấu hiệu gì chứng tỏ nó quá tải và nó không có những hư hỏng bất thường nào (như sự mục nát của gỗ, ăn mòn kim loại...) bởi những sự biến đổi của điều kiện ngoại cảnh trong quá khứ thì điều đó chứng tỏ rằng công trình đó có thể đủ khả năng tồn tại và đảm bảo tuổi thọ sử dụng theo yêu cầu. Tuy vậy, bất kỳ công trình nào, theo thời gian sử dụng dần dần sẽ bị cũ nát hư hỏng, lạc hậu do các suy giảm vật thể và suy giảm phi vật thể. Mức độ của các suy giảm chính là các chỉ tiêu đặc trưng tình trạng kỹ thuật của ngôi nhà và cần thiết được đánh giá để làm cơ sở lập phương



Hình 2. Hao mòn hữu hình chất lượng công trình và bảo trì [7]



**Bảng 2. Hậu quả của các loại hư hỏng [3]**

Loại	Hậu quả	Ví dụ
A	Nguy cơ tính mạng và thiệt hại lớn về tài sản	Kết cấu sụp đổ đột ngột
B	Nguy cơ gây ra thương tật	Sụp đổ cục bộ, bộ phận công trình bị lỏng lẻo (nút cầu thang, ban công, ...)
C	Nguy hiểm đối với sức khỏe	Thấm ẩm nghiêm trọng
D	Sửa chữa tốn kém	Yêu cầu chi phí công việc phụ trợ để sửa chữa (giàn giáo lớn)
E	Tốn kém do phải làm đi làm lại nhiều lần.	Dùng sơn không phù hợp với mùa trong năm
F	Ảnh hưởng tới khai thác sử dụng công trình	Chữa lại mặt nền cầu thang lát lại nền nhà
G	Ảnh hưởng tới an toàn về tài sản	Hỏng cửa hoặc thiết bị phận cửa bảo vệ.
H	Không có ảnh hưởng đáng kể	Thay van nước, thay hệ thống chiếu sáng, sơn lại cửa, ...

án sử dụng trong tương lai. Hiện tượng suy giảm vật thể là sự suy giảm chất lượng thể hiện qua suy giảm khả năng chịu lực, độ bền lâu của công trình do quá trình suy thoái vật liệu theo thời gian, hoặc các bộ phận kết cấu bị phá hoại dưới tác động của môi trường thiên nhiên, thiên tai, từ quá trình sử dụng của con người hoặc các lỗi của con người gây ra ngay từ trong các giai đoạn khảo sát, thiết kế, thi công xây dựng. Đại lượng suy giảm vật thể công trình bằng tổng suy giảm các bộ phận (%) cơ bản của công trình nhân với hệ số tầm quan trọng của cấu kiện đó trong hệ kết cấu công trình được mô tả bằng công thức [2]:

$$H = \frac{\sum_{j=1}^n d_j \cdot e_j}{100} \%$$

Trong đó: H - là cấp độ hư hỏng (%)

$e_j$  - là mức độ hư hỏng cấu kiện thứ j (%)

$d_j$  - hệ số tầm quan trọng cấu kiện thứ j so với toàn

bộ công trình Khi  $H > 80\%$  coi như công trình đã hoàn toàn bị phá hủy. Công thức này nhằm định lượng một cách gần đúng khi đánh giá giá trị còn lại của công trình nhỏ, đơn giản nhưng cũng là gợi ý cho việc sử dụng phương pháp tính hoàn thiện hơn theo lý thuyết độ tin cậy.

Trong bảng 2 là một ví dụ về việc xác định cấp độ hư hỏng của công trình nhà kết cấu tường xây, sàn bê tông cốt thép lắp ghép theo công thức đơn giản trên.

### 3.3. Dự báo tuổi thọ còn lại của công trình.

Xác định giá trị còn lại (độ bền còn lại) và dự báo tuổi thọ còn lại của nhà là hai vấn đề khác nhau, song trong trường hợp thông thường thì chúng trùng nhau.

Thật vậy, xác định giá trị là xác định khả năng dự trữ độ bền của nhà, khả năng đó nói chung là giảm theo thời gian (nếu không có sự can thiệp của con người thông qua việc gia cố sửa chữa). Ở một số dạng công trình, nhất là các kết cấu gạch đá cổ, dự trữ khả năng chịu lực theo phương đứng của còn khá lớn. Tất nhiên để có một kết luận này cần phải thực hiện một quá trình đánh giá kết cấu một cách thận trọng. Chỉ có đầu tư một cách tương xứng cho công tác nghiên cứu, đánh giá chúng ta mới có một lời giải hiệu quả về kinh tế và kỹ thuật trong cải tạo nâng

Thành phần	$d_j$	$e_j$	H
Móng	12	10	1,2
Tường	40	20	8,0
Sàn	12	30	3,6
Mái	7	25	1,75
Nền	8	40	3,2
Cửa	6	30	1,8
Các chi tiết kiến trúc	5	20	1,0
Thiết bị	10	50	5,0
$\Sigma$			H=25,5 %
Thành phần	$d_j$	$e_j$	H
Móng	12	10	1,2
Tường	40	20	8,0
Sàn	12	30	3,6
Mái	7	25	1,75
Nền	8	40	3,2
Cửa	6	30	1,8
Các chi tiết kiến trúc	5	20	1,0
Thiết bị	10	50	5,0
$\Sigma$			H=25,5 %

**Bảng 3. Xác định cấp độ hư hỏng của công trình [2]**

cấp công trình. ý nghĩa ở đây chính là khai thác một cách hiệu quả khả năng dự trữ như thế nào còn phụ thuộc vào tuổi thọ sử dụng yêu cầu của khách hàng. Phạm vi khai thác tiềm năng dự trữ trong kết cấu tăng lên cùng với sự kết thúc sớm tuổi thọ còn lại. Sự can thiệp tối đa vào hệ kết cấu như việc giảm bớt tải hoặc sử dụng những kỹ thuật gia cố để thực hiện quá trình phân phối lại nội lực cũng có thể đạt được sự đánh giá tổng thể độ tin cậy của kết cấu và chắc chắn sẽ lớn hơn với giá trị đưa ra lúc ban đầu với nhiều các giả thiết khác nhau.

Kết cấu trong công trình tồn tại sẽ là việc hoàn hảo hơn so với giả định khi thiết kế và ngay vật liệu bê tông cũng có cường độ

cao hơn so với cường độ bê tông mà thiết kế yêu cầu. Như vậy, trong quá trình đánh giá kết cấu, theo từng loại yêu cầu chúng ta tiến hành công việc đánh giá độc lập và có để cập tới mọi yếu tố xung quanh có ảnh hưởng tới việc tăng độ tin cậy của kết cấu. Khi đã biết được qui luật suy giảm khả năng dự trữ của hệ thì từ giá trị còn lại đó suy ra tuổi thọ còn lại. Điều này được minh hoạ ở hình 3.

Ta gọi giá trị của công trình (khả năng dự trữ) là K (suy giảm vật thể đại diện là khả năng chịu lực) ta có biểu thức:

$$K=K(K_0, t)$$

$K_0$  - là khả năng chịu lực ban đầu (lượng dự trữ ban đầu)

$t$  - là thời gian

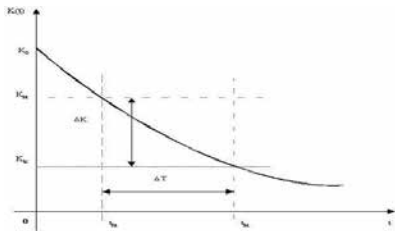
$K_{ht}$  - khả năng chịu lực hiện tại

$K_{tch}$  - khả năng chịu lực cực tiểu cho phép.

$\Delta T$  - tuổi thọ còn lại

$\Delta K$  - giá trị còn lại (khả năng còn dự trữ)

### 3.4. Về chi phí cho công tác kiểm định phục vụ bảo trì công trình xây dựng



Hình 3. Mô phỏng quá trình suy thoái vật liệu và tuổi thọ còn lại [2]

Cuối cùng, bản thân chi phí bảo trì cũng ngày càng tăng về số lượng cũng như tỷ lệ trên tổng chi phí. Theo tài liệu mới nhất [5], tại Nhật Bản, người ta đã dự tính, vào năm 2025, chi phí cho công tác bảo trì sẽ chiếm 75% tổng kinh phí đầu tư cho xây dựng. Theo kinh nghiệm của Liên Xô, cơ cấu vốn đầu tư cho cải tạo, tu bổ, sửa chữa nhà ở cao tầng phải đạt từ 35-40% vốn đầu

tư hàng năm cho xây dựng nhà ở mới thì có đủ khả năng duy trì vốn nhà ở hiện có [3]. Để tính được giá thành tổng cộng thì đơn giản nhất là chuyển đổi tất cả các chi phí cho công trình trong tương lai ( bảo trì, sửa chữa, vận hành, bảo dưỡng...) về giá trị hiện tại. Công tác thiết kế ở Việt Nam hiện nay, tổng kinh phí trong thiết kế chỉ dựa trên các chi phí ban đầu. Cách tính này đã bỏ qua chi phí vận hành, bảo dưỡng hoặc coi những chi phí này hoàn toàn độc lập với chi phí ban đầu.

Dựa vào những phân tích trên thì việc tính toán giá thành công trình theo chi phí ban đầu là rất thiếu chính xác và rất không kinh tế.

Tuy vậy, để có cơ sở thay đổi phương pháp tính toán nêu trên, cần phải xây dựng hệ thống định mức chi phí đối với công tác bảo trì trong đó có kinh phí cho hoạt động kiểm định.

Rõ ràng, vấn đề kinh phí đang là rào cản lớn nhất cho vấn đề bảo trì ở nước ta. Không có sự đột phá trong lĩnh vực này, chúng ta sẽ chỉ nói về bảo trì và không thể thực thi được công tác bảo trì trong thực tế ngành xây dựng Việt Nam.

### 4. Kết luận

Như chúng ta đã bàn ở trên, toà nhà hay công trình xây dựng cần được coi như một cái máy, là một thứ tài sản cần được duy tu để bảo đảm rằng giá trị của nó không bị hao mòn. Chúng ta cần thấy rằng, những vấn đề kỹ thuật phức tạp, những sự cố khó chẩn đoán đều có lỗi của con người. Những sai sót này khi phát hiện luôn đòi hỏi chi phí tốn kém để sửa chữa.

Việc duy tu, sửa chữa cũng đòi hỏi tính chuyên nghiệp cao bởi không ít trường hợp đã có những khoản tiền lớn bị lãng phí cho những công việc duy tu sửa chữa không thích hợp. Nhưng việc đầu tiên của công tác bảo trì phòng ngừa mà chúng ta mong muốn sớm trở thành hiện thực ở nước ta, có lẽ ngay từ bây giờ, chúng ta cần có sự chuẩn bị tích cực, chủ động của lực lượng làm công tác kiểm định.

#### Tài liệu tham khảo:

1. Luật số 50/2014/QH 13- Luật Xây dựng (Quốc hội khoá XIII, kỳ họp thứ 7 thông qua ngày 18 tháng 6 năm 2014).
2. Trần Chung và CTV (1994) Duy trì và nâng cao tuổi thọ công trình dân dụng cũ trong đô thị, Đề tài NC cấp NN mã số KC 11-05
3. Trần Chung và CTV (1994), "Phương pháp và tiêu chuẩn đánh giá tuổi thọ công trình xây dựng" Nhà xuất bản Xây dựng, Hà nội 1994.
4. Trần Chung (2001), "Trình tự và phương pháp đánh giá kết cấu" Tạp chí Xây dựng 3-2001.
5. Trần Chung (2012), Bảo trì công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp ở Việt Nam; Hội thảo Việt-Nhật lần thứ 3 về QLDA&CLCTXD; Đà Nẵng 9/2012.
6. BS EN 15311-2011 (2011), Criteria for Design, Management and Control of Maintenance Services for Buildings.
7. Лекция 2-Особенности архитектурно-градостроительного населения РФ.DO.AKDGS.RU

# ỨNG DỤNG NGUYÊN LÝ SỐ BÌNH PHƯƠNG NHỎ NHẤT ĐỂ ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG ÁN QUAN TRẮC CÔNG TRÌNH

TS. Nguyễn Quốc Hùng, Ks. Nguyễn Anh Sơn  
Trung tâm Thông tin & Dịch vụ xây dựng (Sở Xây dựng TPHCM)

## 1. Mở đầu

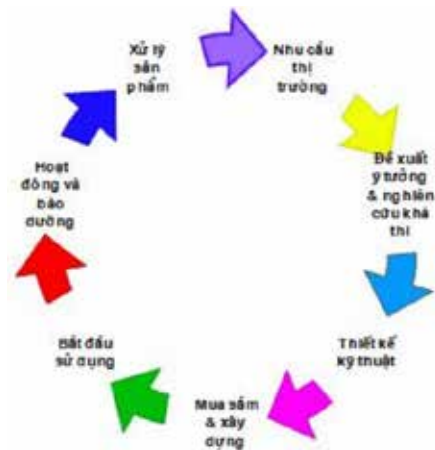
**Để đảm bảo công trình xây dựng sau khi được nghiệm thu hoàn thành đưa vào sử dụng và khai thác một cách hiệu quả; đảm bảo an toàn, phù hợp với yêu cầu thiết kế ban đầu và phù hợp với công năng sử dụng thì công tác quản lý chất lượng và bảo trì cần được thực hiện đầy đủ và liên tục, có qui trình thực hiện cụ thể và khoa học. Công tác quản lý chất lượng và bảo trì công trình nếu không được thực hiện tốt sẽ góp phần làm suy giảm chất lượng và tuổi thọ công trình; bên cạnh đó sự xuống cấp nhanh chóng của công trình tiềm ẩn rủi ro về sự cố công trình, gây mất an toàn cho công trình và cộng đồng xã hội.**

## 2. Cơ sở khoa học và cơ sở pháp lý

### 2.1 Cơ sở khoa học

Trong những năm gần đây, ngành xây dựng thành phố Hồ Chí Minh có sự tăng trưởng về quy mô đầu tư và số lượng công trình hoàn thành. Trong đó, nổi bật là các dự án nhà ở thương mại, dự án nhà ở xã hội và dự án nhà ở phục vụ tái định cư. Đầu tư xây dựng công trình là quá trình được nghiên cứu và thực hiện một cách chặt chẽ, khoa học; thông thường để đưa dự án từ một ý tưởng ban đầu thành hiện thực thì phải trải qua bảy giai đoạn cơ bản [6]:

- Nghiên cứu lập dự án (báo cáo khả thi);
  - Tính toán và thiết kế kỹ thuật;
  - Cung cấp vật tư, thiết bị;
  - Thực hiện thi công xây dựng;
  - Vận hành thử và hoàn chỉnh;
  - Đưa vào khai thác sử dụng công trình và bảo trì;
  - Xử lý công trình (tháo dỡ, phá bỏ khi đã hết tuổi thọ thiết kế).
- Quá trình trên đây gọi là vòng đời của một công trình xây dựng và được mô tả theo hình dưới đây:



Hình 1: Vòng đời của một công trình xây dựng



Trong giai đoạn thiết kế-thi công-nghiệm thu, Chủ đầu tư cùng các bên tham gia xây dựng công trình đã tuân thủ hầu hết các quy định về quản lý chất lượng xây dựng công trình. Sau khi nghiệm thu và bàn giao đưa công trình vào sử dụng; thì công tác quản lý và bảo trì công trình lại ít được quan tâm. Công tác quản lý và bảo trì trong quá trình khai thác sử dụng không được thực hiện tốt sẽ góp phần làm suy giảm chất lượng công trình và tuổi thọ công trình, dễ dẫn đến sự cố công trình. Thời gian gần đây đã xảy ra sự cố công trình trong giai đoạn sử dụng như: sập trần nhà thi đấu Phan Đình Phùng, sập trần bệnh viện nhi Trung ương tại Hà Nội; một số hình ảnh về sự cố như sau:

Quản lý chất lượng công trình trong quá trình khai thác sử dụng là thực hiện các công việc liên quan đến bảo trì công trình xây dựng kể từ khi công trình được nghiệm thu bàn giao đưa vào sử dụng cho đến khi hết sử dụng. Theo đó các giai đoạn từ lập, phê duyệt; dự trù kinh phí; thực hiện bảo trì; đánh giá an toàn chịu lực và vận hành; lập và lưu trữ hồ sơ đã được quy định trong Luật xây dựng 2014 và nghị định NĐ46/CP-2015, là cơ

sở pháp lý để thực hiện công tác quản lý chất lượng trong quá trình khai thác sử dụng công trình [2].

Bảo trì công trình không chỉ là sự sửa sang về mặt kiến trúc, hay tu sửa và thay thế các cấu kiện bị hư hỏng, mà toàn bộ công trình phải được đánh giá và kiểm soát chất lượng xuyên suốt tuổi thọ công trình. Tuổi thọ công trình phụ thuộc vào chất lượng xây dựng và chất lượng bảo trì, trong đó yếu tố vận hành đúng công năng và duy trì kế hoạch bảo trì thường xuyên đóng vai trò quan trọng. Trong một công trình, tuổi thọ khai thác của các bộ phận hay cấu kiện là khác nhau, do đó kế hoạch bảo trì cần phải phù hợp với các yêu cầu cụ thể của từng bộ phận riêng biệt đó. Tuổi thọ công trình có hai mức là tuổi thọ thiết kế và tuổi thọ phục vụ, trong đó tuổi thọ phục vụ bao gồm tuổi thọ thiết kế và thời gian sử dụng sau khi công trình đã hết niên hạn sử dụng; do đó tuổi thọ phục vụ càng dài thì hiệu quả đầu tư và giá trị sử dụng công trình càng tăng. Sự thay đổi về chất lượng và công năng sử dụng công trình theo thời gian được mô tả theo hình sau [5]:



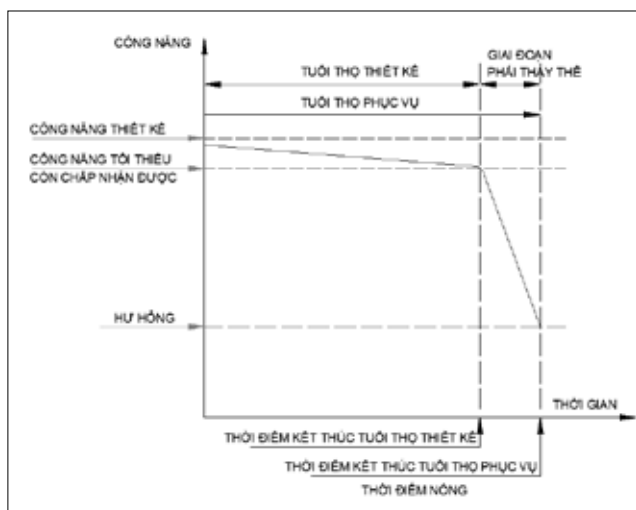
Hình 2: Sập trần nhà thi đấu Phan Đình Phùng-Tp. Hồ Chí Minh



Hình 3: Sập trần nhà bệnh viện Nhi Trung ương-Hà Nội

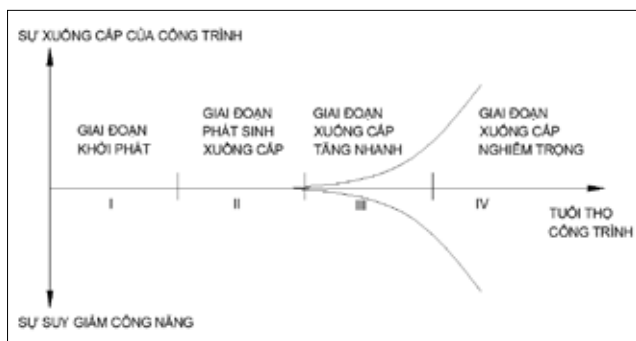
Sự suy giảm công năng của công trình có liên quan với sự xuống cấp của công trình. Cả hai yếu tố này phụ thuộc vào diễn tiến của 4 giai đoạn trong tuổi thọ công trình là: khởi phát, phát sinh xuống cấp, xuống cấp tăng nhanh và xuống cấp nghiêm trọng; công năng của công trình sẽ suy giảm nhanh từ ở giai đoạn xuống cấp tăng nhanh.

Sự xuống cấp của công trình bắt đầu ngay sau khi đưa công trình vào khai thác và quá trình này tăng dần theo thời gian, thay đổi trong quá trình sử dụng cũng tác động đến quá trình này, làm cho quá trình xuống cấp nhanh hơn và nhu cầu bảo trì càng lớn.

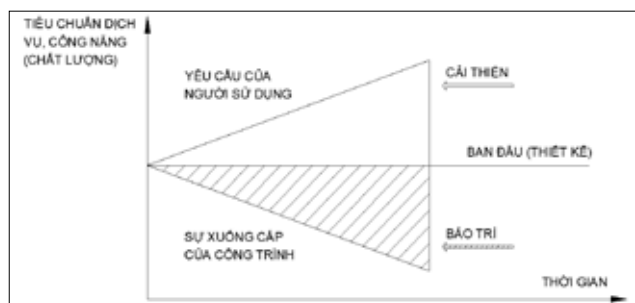


Hình 4: Tuổi thọ công trình xây dựng theo thời gian

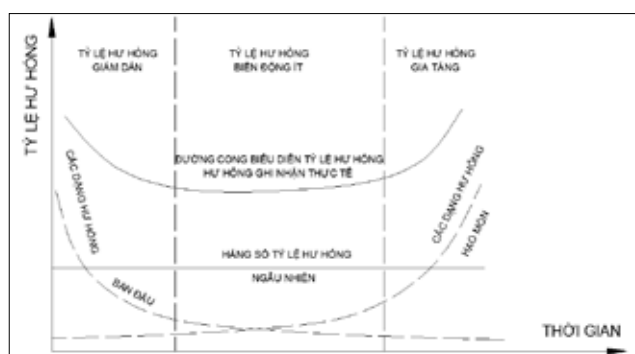
Các hư hỏng xuất hiện đồng thời với sự xuống cấp của công trình, tỷ lệ hư hỏng xuất hiện ở 3 giai đoạn thời gian với đặc tính khác nhau. Ở giai đoạn đầu các dạng hư hỏng là do nguyên nhân của quá trình thi công và sử dụng bước đầu với tỷ lệ giảm dần. Ở giai đoạn cuối thời gian khai thác là sự xuất hiện các hư hỏng hao mòn với tỷ lệ xuất hiện cao và gia tăng nhanh. Theo kinh nghiệm ở các nước, cơ cấu vốn đầu tư cho cải tạo, tu bổ, sửa chữa phải đạt từ 35-40% vốn đầu tư cho xây dựng thì mới đủ khả năng duy trì tuổi thọ công trình[5].



Hình 5: Sự xuống cấp của công trình xây dựng



Hình 6: Quá trình xuống cấp và nhu cầu bảo trì công trình xây dựng



Hình 7: Tỷ lệ hư hỏng theo thời gian khai thác sử dụng công trình

### 2.2 Cơ sở pháp lý

Chính phủ đã ban hành các nghị định qui định về bảo trì công trình xây dựng gồm: nghị định 52/1999/NĐ-CP của Chính phủ về Quản lý đầu tư công trình Xây dựng, nghị định 114/2010/NĐ-CP ngày 06/12/2010 về bảo trì công trình xây dựng, nghị định số 46/2015/NĐ-CP ngày 12/05/2015 về Quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng. Trong đó có nội dung “Công trình Xây dựng thuộc mọi nguồn vốn và mọi hình thức sở hữu đều phải thực hiện bảo trì theo quy định”, và “Chủ đầu tư hoặc tổ chức được giao quản lý sử dụng có trách nhiệm thực hiện bảo trì công trình xây dựng”.

### 3. Thực trạng quản lý chất lượng công trình trong quá trình khai thác sử dụng qua kinh nghiệm thực tiễn tại Trung tâm Thông tin và Dịch vụ xây dựng

Qua kết quả khảo sát, kiểm định đánh giá chất lượng hiện trạng công trình; cho thấy công trình được vận hành và khai thác sử dụng theo các hình thức như: theo mục đích thiết kế ban đầu, theo công năng sử dụng ban đầu, và có thay đổi công năng trong quá trình sử dụng. Nhiều công trình không có đủ hồ sơ lưu trữ về công tác bảo trì, việc sửa chữa thường được thực hiện khi có sự cố ảnh hưởng đến quá trình khai thác sử dụng thay vì có kế hoạch và mang tính dự báo. Do đó việc theo dõi và sửa chữa không đồng bộ và kịp thời, làm cho công trình

xuống cấp nhanh; thường thì hạng mục kiến trúc có dấu hiệu xuống cấp trước, kéo theo ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của kết cấu và cho đến khi toàn bộ công trình không còn đảm bảo an toàn để sử dụng.

Tham khảo nguồn số liệu tổng hợp kết quả điều tra khảo sát đối với các công trình có tỉ lệ xuống cấp nhiều do đặc thù của mô hình quản lý và hiệu quả của công tác quản lý chất lượng trong quá trình sử dụng vận hành, tỷ lệ đánh giá cho nhóm đối tượng công trình như sau: khối giáo dục (64,7%), y tế (62%), thể thao (68%), văn hóa (50%), nhà tái định cư (100%), nhà ở sinh viên (100%), công trình thương mại dịch vụ (7%), nhà đa năng (11%), trụ sở cơ quan nhà nước (18%), trụ sở đơn vị sự nghiệp, doanh nghiệp (34%) [3].

#### 4. Đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý bảo trì

Việc định kỳ bảo dưỡng và quản lý chặt chẽ công tác bảo trì đòi hỏi chủ sở hữu công trình có sự hiểu biết và quan tâm đúng mực đối với công trình mà mình đang khai thác sử dụng. Tuy nhà nước đã ban hành nhiều quy định liên quan đến công tác này, nhưng chưa có chế tài và chưa đưa ra các hình thức để buộc chủ sở hữu quan tâm và có ý thức trách nhiệm thực hiện. Quy trình bảo trì thường được lập để đủ thành phần hồ sơ; do đó sẽ có sự sai khác với công năng sử dụng và đặc điểm cụ thể của toàn bộ công trình. Việc thay đổi chủ sở hữu trong quá trình sử dụng cũng ảnh hưởng đến tính liên tục của công tác bảo trì.

Để nâng cao hiệu quả quản lý chất lượng trong quá trình khai thác sử dụng, thì Về phía chủ sở hữu công trình phải là người chịu trách nhiệm quản lý thật sự đối với công trình mình đang khai thác sử dụng, tuân thủ theo quy định của pháp luật về công tác bảo trì công trình, coi đó là công việc theo dõi thường xuyên để đảm bảo chất lượng công trình trong khai thác sử

dụng là cách tiết kiệm chi phí để tránh rủi ro khi gặp phải sự cố mất an toàn cho công trình và người sử dụng, lập kế hoạch và dự trù kinh phí đảm bảo cho công tác bảo trì, có chế độ báo cáo thường xuyên, định kỳ về công tác này cho cơ quan quản lý nhà nước về xây dựng trên địa bàn

Về phía cơ quan quản lý nhà nước cần ban hành cơ chế chính sách hướng dẫn đôn đốc các chủ sở hữu thực hiện công tác quản lý trong quá trình khai thác sử dụng, phân định trách nhiệm kiểm tra và có quy định chế tài cũng như khuyến khích những chủ sở hữu thực hiện tốt công tác này.

Quy trình bảo trì cần được lập chi tiết và phù hợp với đặc tính kỹ thuật, đặc điểm sử dụng của mỗi bộ phận, cấu kiện, hạng mục và cho toàn bộ công trình; đáp ứng các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng cho công trình, đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật của nhà sản xuất thiết bị, phù hợp với điều kiện tự nhiên nơi xây dựng công trình; phù hợp với kinh nghiệm quản lý và phương tiện thiết bị phục vụ công tác bảo trì. Chủ đầu tư tổ chức thẩm định quy trình bảo trì để phê duyệt trước khi nghiệm thu và đưa công trình vào sử dụng. Đơn vị được giao quản lý tòa nhà có trách nhiệm lập kế hoạch và dự toán kinh phí bảo trì hàng năm dựa trên Quy trình bảo trì đã được phê duyệt, làm rõ phạm vi và khối lượng công việc bảo trì, thời gian, phương pháp, tổ chức và quản lý thực hiện

#### 5. Kết luận

Sau khi công trình được nghiệm thu bàn giao đưa vào sử dụng thì chủ sở hữu hoặc đơn vị được giao quản lý công trình cần thực hiện quy trình quản lý chất lượng và bảo trì công trình trong quá trình vận hành khai thác, nhằm mục đích đảm bảo chất lượng và giá trị sử dụng của công trình xuyên suốt tuổi thọ công trình, giúp ngăn ngừa sự xuống cấp và mất an toàn trong quá trình sử dụng.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Luật Xây dựng số 50/2014/QH13
- [2] Nghị định 46/NĐ-CP ngày 12/05/2015 của Chính phủ về Quản lý chất lượng và Bảo trì công trình xây dựng
- [3] Vấn đề bảo trì công trình xây dựng ở Việt Nam; Kinh nghiệm khảo sát, đánh giá công trình trong công tác bảo trì. PGS Trần Chung
- [4] Quản lý chất lượng của dự án đầu tư xây dựng công trình; PGS. Lê Kiều, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội
- [5] TRẦN CHUNG và ctv: Phương pháp và tiêu chuẩn đánh giá tuổi thọ công trình xây dựng. NXB Xây dựng, Hà Nội, 1994.
- [6] TRẦN CHUNG. Tổng quan về quản lý dự án đầu tư xây dựng. Bài giảng chương trình bồi dưỡng nghiệp vụ quản lý dự án, Hà Nội, 2009.

# GIẢI PHÁP VỀ MỐC QUAN TRẮC LÚN CHO CÔNG TRÌNH NHÀ CAO TẦNG

TS. Trần Thương Bình

Trung tâm Thí nghiệm và KĐCL công trình-Trường Đại học Kiên Trúc Hà Nội

## 1. Đặt vấn đề

**T**rong công tác quan trắc địa kỹ thuật có nhiều dạng quan trắc nhằm thỏa mãn các mục đích khác nhau, theo đó có các nội dung, phương pháp khác nhau phù hợp với đối tượng quan trắc. Trong địa kỹ thuật có nhiều cách phân loại về công tác quan trắc theo những nguyên tắc khác nhau, nhưng liên quan đến vấn đề mốc quan trắc thì công tác quan trắc địa kỹ thuật có phân biệt quan trắc biến dạng với quan trắc chuyển vị, mặc dù về phép đo cùng là chuyển vị, nhưng khác nhau ở mốc quan trắc. Trong đó, mốc cho quan trắc biến dạng có thể thay đổi giữa các lần đo, mốc cho quan trắc chuyển vị là không đổi cho tất cả các lần đo. Quan trắc lún cho nhà cao tầng là quan trắc chuyển vị, cao độ mốc phải ổn định trong suốt quá trình quan trắc. Do đó, ngoài vấn đề thời gian đo, độ chính xác của thiết bị và mạng lưới các điểm đo, thì mốc quan trắc có vai trò quyết định đến mọi yếu tố của kết quả quan trắc lún nhà cao tầng. Nhưng trong thực tế, sự ổn định về cao độ của mốc vẫn chủ quan mặc định ở điều kiện mốc được chôn sâu và sự bảo vệ của các tác động bên ngoài.

Với mục đích tiên hành quan trắc lún nhà cao tầng để khẳng định kết quả tính toán dự báo lún là tin cậy đối với sự ổn định của nhà, bao gồm lún tuyệt đối ảnh hưởng đến công năng và lún lệch ảnh hưởng đến độ bền lâu dài của nhà, bài báo trình bày giải pháp không sử dụng mốc quan trắc mà vẫn thỏa mãn mục đích, đồng thời giảm chi phí.

## 2. Bản chất của biến dạng lún của công trình nhà cao tầng, và quy luật biến đổi biến dạng lún theo thời gian

### 2.1. Biến dạng lún và tính toán biến dạng lún cho công trình:

Vật thể có trọng lượng xác định đặt trên nền, thì nền sẽ biến dạng và vật thể sẽ từ từ dịch chuyển theo chiều trọng lực, dịch chuyển đó là lún của vật thể. Khi một vật thể cứng tuyệt đối có hình dạng kích thước không đổi và trọng lượng xác định đặt trên nền, giá trị biến dạng của nền theo phương thẳng đứng là giá trị lún của vật thể. Nếu công trình là vật thể cứng tuyệt đối thì có thể xác định giá trị lún của công trình qua tính toán biến dạng của nền.

Nhà cao tầng sử dụng giải pháp móng sâu, nền biến dạng lún

của công trình nhà cao tầng là biến dạng nền dưới mũi cọc và biến dạng của cọc, trong đó khối đất xung quang mũi cọc, biến dạng hình dạng là chủ yếu và phần bên ngoài biến dạng thể tích là chủ yếu.

Khi cọc bố trí thành nhóm theo các đài, cọc với đất thành một hệ gọi là móng khối quy ước, biến dạng đất nền dưới mũi cọc được xem là biến dạng của móng khối quy ước và được tính toán theo biểu thức:

$$S = \sum_1^n S_i$$

Độ lún  $S$  của nền dưới diện chịu tải là tổng biến dạng lún  $S_i$  của các lớp đất phân tổ chịu nén nằm dưới diện chịu tải được xác định:

$$S_i = \frac{\beta_i}{E_i} m_i \sigma_i$$

trong đó,  $S_i$  - giá trị lún của một lớp phân tổ trong vùng chịu nén

$m_i$  - chiều dày phân tổ thứ  $i$

$E_i$  - modul tổng biến dạng của phân tổ thứ  $i$  nhận được từ tính toán kết quả thí nghiệm trong phòng

hệ số nở hông của phân tổ thứ  $i$  nhận được từ bảng tra hoặc tính theo công thức

$$\beta = 1 - \frac{2\mu^2}{1 - \mu} \quad \text{với } \mu \text{ là hệ số biến dạng ngang (poisson)}$$

$n$  - số phân tổ trong vùng chịu nén  $z$ .

$Z$  - chiều sâu tính từ đáy diện chịu tải đến độ sâu có ứng suất gây lún  $\delta_z$  nhỏ hơn 5 lần ứng suất bản thân  $\delta_{bt}$

$$\delta_{bt} = 5 \delta_z$$

Các biểu thức tính toán cho thấy cọc càng sâu, đế của móng khối quy ước càng rộng cùng với ứng suất gây lún càng nhỏ nên biến dạng lún của nền dưới mũi cọc càng nhỏ và tồn tại một chiều sâu giới hạn, nếu mũi cọc sâu hơn sẽ không có vùng chịu nén tức là công trình không lún.



Khi mũi cọc tựa vào lớp như đá hoặc cuội có modul biến dạng rất lớn so với các lớp nằm trên mũi, tính toán sức chịu tải cọc của cọc thường theo sơ đồ cọc chống, và biến dạng xem như không đáng kể, nếu biến dạng của cọc là không xảy ra.

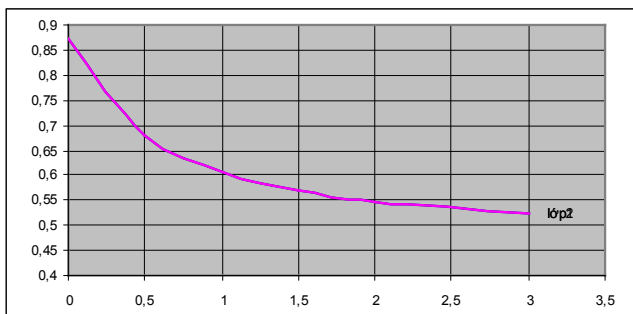
Tóm lại, móng sâu cho phép có nhiều lựa chọn để công trình thỏa mãn về điều kiện biến dạng lún. Kết quả tính toán giá trị biến dạng lún của móng sâu luôn tồn tại sai số, kết quả tính chỉ có ý nghĩa dự báo. Ngoài các yếu tố được xét trong bài toán, lún thực tế của công trình phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác. Do đó đánh giá chính xác về lún công trình phải thông qua kết quả quan trắc lún.

**2.2 Quy luật lún theo thời gian**

Do tải trọng công trình mà xảy ra biến dạng thẳng đứng của nền, sẽ diễn ra nhiều quá trình khác nhau ở trong nền và trong công trình, vì vậy lún của công trình là một quá trình diễn ra theo thời gian.

Theo định luật nén lún biến dạng của đất theo thời gian dưới tải trọng không đổi là quy luật biến đổi theo hàm mũ ( hình1), ở đó tốc độ biến dạng V giảm dần và ở thời gian vô cùng V=0, giá trị biến dạng là độ lún cuối cùng.

Kết quả thí nghiệm nén tĩnh đầu cọc thường cho thấy ở một cấp tải trong không đổi chuyển vị đầu cọc với thời gian có quan hệ tương quan là hàm số mũ



Đối với nhà cao tầng thường sử dụng móng sâu có thể là cọc khoan nhồi cọc bê tông ép .. thì chuyển vị của nhà phụ thuộc vào chuyển vị của các đầu cọc. Trong khi đó, các đầu cọc chuyển vị không giống nhau. Do đó, chuyển vị lún của công trình, không chỉ phụ thuộc đặc điểm đất nền và cấu tạo cọc và đài cọc mà còn là sự tương tác giữa các cọc trong đài và giữa các đài thông qua kết cấu thân công trình. Trong tương tác đó luôn tồn tại vấn đề tải trọng công trình truyền cho các đầu cọc là biến đổi, vì chuyển vị lún ở các đầu cọc, ở các đài khác nhau, có đài nhận tải trọng tăng lên có đài giảm đi và tiềm ẩn nguy cơ lún không đều, biểu hiện của lún không đều là độ nghiêng của công trình.

Do vậy, với công trình sử dụng móng sâu, theo thời gian độ lún lệch hay độ nghiêng biến đổi không phải là quy luật hàm mũ như kết quả nén đầu cọc với tải trọng không đổi mà từng bước, tương ứng với mỗi lần phân bố lại tải trọng lên các đài.

Khi ở một cấp gia tải, biến dạng có tốc độ biến dạng v=0, nếu tăng tải trọng thì lún sẽ xảy ra theo thời gian tương tự theo quy luật hàm số mũ. Giả sử có n lần gia tải, thì có n đường cong lún theo thời gian, theo đó thời gian ở mỗi cấp gia tải biến đổi lún là khác nhau tùy thuộc vào thời điểm và giá trị gia tải ở mỗi cấp. Do đó, nếu xét từ lúc bắt đầu thi công đến sử dụng công trình sẽ có sự khác biệt về biến đổi lún giữa giai đoạn xây dựng và giai đoạn sử dụng công trình

- Trong giai đoạn xây dựng, lún sẽ biến đổi theo tiến độ thi công, với đặc điểm tăng theo số tầng và có sự tham gia của tải trọng do các thiết bị thi công gây ra

- Trong giai đoạn sử dụng, lún phụ thuộc vào chuyển vị các đài và kết cấu công trình với tải trọng không đổi, sự thay đổi hoạt tải xem như không đáng kể so với tải trọng thường xuyên của bản thân công trình. Nhưng tác dụng ngang do gió với nhà cao tầng sẽ gây ra chuyển vị ngang, tăng theo độ cao. Do đó, với nhà cao tầng độ nghiêng của nhà tại một thời điểm bao gồm nghiêng lâu dài do lún không đều và nghiêng tức thời do dao động.

Nếu lún của công trình ở một thời điểm là kết quả của một quá trình thì giá trị lún chỉ xác định khi quá trình đó phải được xác định bởi thời điểm bắt đầu. Do đó, không có cao độ ở thời điểm trước khi chất tải, thì kết quả đo lún ở các thời điểm chỉ là các giá trị tương đối, có tác dụng mô tả sự biến đổi lún theo thời gian, và so sánh giá trị lún giữa các điểm, đo trong cùng một thời điểm mà không phải là giá trị thực.

Do đó, kết quả quan trắc sẽ có ý nghĩa hay tác dụng hơn khi tiến hành đo lún sớm hơn, theo đó việc xây dựng mốc quan trắc phải sớm hơn. Tuy nhiên, trong giai đoạn đang thi công thì xây dựng các mốc đo lún sẽ phức tạp hơn vì lựa chọn vị trí xây phải thỏa mãn nhiều tiêu chí hơn, trong đó có vấn đề điều thi công công trình và mạng lưới quan trắc tốt nhất.

Như vậy, mốc quan trắc và chế độ quan trắc đóng vai trò quyết định đến ý nghĩa của kết quả. Trong đó, sai số của kết quả do mốc quan trắc luôn tồn tại cho dù chúng là một mạng lưới tam giác đã được bình sai, hơn nữa xây dựng mốc quan trắc phải được sâu hơn đáy mũi cọc đồng thời phải có số điểm đủ nhiều để bình sai và phải có vị trí nằm ngoài vùng ảnh hưởng. Đó là những yêu cầu cần kinh phí và trong nhiều trường hợp không đáp ứng được.

Tóm lại, quan trắc lún cho công trình nhà cao tầng dựa trên nguyên tắc đo chênh cao giữa các điểm cố định trên thân công trình với mốc đo và đo theo các chu kỳ có các hạn chế như sau:

- Phải xây dựng mốc đo, hệ lụy là chi phí khoan đến độ sâu đá gốc, kết cấu ống chống và đổ bê tông suốt chiều dài lỗ khoan, mặt bằng đặt mốc
- Đo theo chu kỳ, phát sinh sai số khác nhau giữa các lần đo, chi phí tăng thêm cho công tác chuẩn bị.
- Bình sai kết quả; kết quả không còn là giá trị thực mà chỉ còn là giá trị kỳ vọng

### 3. Giải pháp

#### 3.1 Cơ sở của giải pháp:

\* Mục tiêu của giải pháp:

Quan trắc lún là quan trắc sự chuyển vị thẳng đứng của một vật không bị biến dạng trong quá trình chuyển vị đó, khi đó các điểm nằm trên vật thể sẽ cùng chuyển động theo các quỹ đạo giống nhau, sự chuyển vị được xác định thông qua các phép đo chênh cao giữa điểm đo với một điểm chuẩn ổn định về cao độ ở tất cả các thời điểm và đo bằng một máy trắc địa

Quan trắc lún cho nhà cao tầng có mục đích là khẳng định kết quả tính toán dự báo lún là tin cậy đối với sự ổn định của nhà, bao gồm lún tuyệt đối để không ảnh hưởng đến công năng và lún lệch không ảnh hưởng đến độ bền lâu dài của nhà, trong đó xác định độ lún lệch là quan trọng. Bởi vì, độ lún tuyệt đối thường thỏa mãn do đã thỏa mãn về điều kiện sức chịu tải của nền, hơn nữa độ lún tuyệt đối luôn có quy luật tắt dần và độ lún cuối cùng với giải pháp móng sâu là không lớn, trong khi độ lún lệch sẽ làm công trình bị nghiêng. Hệ lụy của công trình bị nghiêng sẽ là thay đổi trạng thái biến dạng của kết cấu, phân bố lại tải trọng xuống các đài tiếm ẩn nguy cơ lún phát triển liên tục, ngoài ra còn vấn đề công năng của công trình. Như vậy, với mục đích cuối cùng của quan trắc lún cho công trình nhà cao tầng thì trực tiếp quan trắc độ nghiêng của công trình sẽ cho kết quả tin cậy hơn.

Vì vậy, mục tiêu đặt ra cho giải pháp là xác định độ nghiêng của công trình không sử dụng mốc quan trắc, xác định độ nghiêng từ khi kết thúc tầng thứ nhất đến ổn định lún kết thúc, đo ở các vị trí khác nhau trên bình đồ và độ cao các tầng để có thể đánh giá định lượng mối quan hệ giữa lún của móng với biến dạng của thân công trình.

\* Độ nghiêng của công trình:

Công trình nhà cao tầng, thân công trình luôn được xem là cứng tuyệt đối dưới tác dụng của trọng lượng bản thân, là hữu hạn với tác dụng ngang của gió. Theo phương đứng các điểm trên thân có chuyển vị lún bằng nhau nếu chuyển vị của công trình là tịnh tiến và chuyển vị quay nếu có quỹ đạo giống nhau nhưng giá trị chuyển vị lún không bằng nhau. Khi công trình lún đều, mọi điểm trên thân chuyển vị tịnh tiến, ngược lại lún không đều mọi điểm chuyển vị quay. Khi chuyển vị quay các điểm càng cao tức càng xa trục quay, chuyển vị lún  $S$  càng lớn.  $S$  được xác định bởi biểu thức

$$S = R \cdot t g \alpha$$

Trong đó,  $R$ : khoảng cách từ điểm đến trục quay,  
 $\alpha$ - góc quay của chuyển vị, là góc hợp bởi giao tuyến của đường đi qua điểm trên thân công trình và vuông góc với trục quay với đường thẳng đứng đi qua điểm đó,  
 Trên mặt phẳng nằm ngang các phương hợp với trục quay các góc  $\theta$  khác nhau sẽ có góc  $\alpha$  khác nhau, trong đó phương trùng với trục quay có góc  $\alpha$  lớn nhất. Vì vậy  $\alpha_{\max}$  là giá trị đặc trưng cho độ nghiêng của công trình, nó biểu thị ở thời điểm

tồn tại một trục quay nào đó, thì thời điểm đó độ nghiêng lớn nhất của công trình là góc  $\alpha_{\max}$

Như vậy, độ nghiêng của công trình được xác định không chỉ góc  $\alpha_{\max}$  mà phải gồm phương vị của trục quay, theo đó với phương thẳng đứng luôn xác định, phương vị của trục quay được xác định theo địa bàn.

Độ nghiêng của công trình cũng có thể đánh giá theo phương ngang, tương tự cũng có góc  $\beta$  và  $\beta_{\max} = 90^\circ - \alpha_{\max}$

Nếu lựa chọn thời điểm bắt đầu quan trắc là thẳng đứng, với góc  $\alpha_{\max} = 0^\circ$ , thì đến thời điểm góc  $\alpha_{\max} > 0^\circ$ . là thời điểm công trình bị nghiêng một góc  $\alpha_{\max}$

Nếu lựa chọn thời điểm bắt đầu quan trắc là nằm ngang với góc  $\beta_{\max} = 90^\circ$  thì đến thời điểm góc  $\beta_{\max} > 90^\circ$ . là thời điểm công trình bị nghiêng một góc  $\alpha_{\max}$  khi đó, độ lún lệch giữa 2 điểm nằm trên cùng mặt phẳng nằm ngang của móng được xác định theo độ nghiêng bởi biểu thức

$$\Delta S = L \cdot t g \alpha_{\max}$$

Trong đó  $\Delta S$ - độ lún lệch giữa 2 điểm

$L$  - khoảng cách giữa 2 điểm

Để xác định độ nghiêng công trình bằng góc nghiêng, cần thiết bị cho phép đo góc với độ chính xác như sau. Giả sử độ lún lệch giới hạn là 0.002 thì góc nghiêng giới hạn sẽ là 0.11465 độ, hay 6 phút 36 giây. hay 100 giây. Với độ chính xác 0.1 giây của phép đo góc, các máy kinh vĩ thông thường đều có thể đáp ứng được .

Như vậy thay vì xác định độ chênh cao để tính toán độ nghiêng của công trình, quan trắc góc nghiêng của trục công trình sẽ nhận biết luôn độ nghiêng công trình mà không cần có mốc cố định. Thiết bị đo góc nghiêng bằng các kinh vĩ thông thường vẫn có thể đáp ứng về độ chính xác của các phép đo.

#### 3.2. Thiết bị và nguyên lý đo:

Thiết bị đo độ nghiêng theo trục thẳng đứng

Nguyên lý:

Để xác định góc  $\alpha_{\max}$ , về nguyên tắc chọn điểm đặt thiết bị phát tia, có thể ống ngắm ở đỉnh công trình, khi đó thiết bị nhận tia tới đặt ở phía dưới, khoảng cách giữa chúng càng xa độ phân giải càng lớn, tốt nhất đặt ở đáy tầng một. Trên mặt bằng chúng phải nhìn thấy nhau và tốt nhất tâm của thiết bị nhận với phát nằm trên một đường thẳng đứng. Khi công trình bị nghiêng, trên đỉnh thiết bị phát sẽ di dời theo độ nghiêng công trình, thiết bị nhận sẽ cho biết độ dời của tia tới là góc  $\alpha_{\max}$  và hướng dời là góc phương vị  $\theta$ . Nếu đặt nhiều bộ thiết bị vào vị trí là các đỉnh của tam giác hay tứ giác và cùng cao độ, thì khi đo đồng thời, kết quả thu được còn cho biết tình trạng biến dạng của thân công trình.

Nguyên tắc cấu tạo:

Thiết bị được chế tạo bởi sự hợp tác giữa Trung tâm Thí nghiệm và kiểm định chất lượng công trình với Công ty điện tử, tự động hóa Dynamic. Nguyên tắc cấu tạo của thiết bị gồm đầu phát tia laze, trong đó đầu phát được gắn cố định với công trình ở trên

đỉnh cao nhất của công trình, đầu nhận tia và đọc tọa độ điểm của tia chiếu trên mặt phẳng nhận của thiết bị.

Đầu nhận là một cảm biến quang sẽ được kết nối với máy tính có phần mềm để lưu những số liệu khi có sự thay đổi giá trị được ấn định. Trong trường hợp với độ cao của hơn 30m cho nhà trên 10 tầng thì biên độ chuyển dời của tia, khi độ lún lệch đạt giới hạn 0.002 sẽ được phóng đại đến giá trị

$$T = 0.002 * 30m = 0.06 m$$

Từ minh họa trên cho thấy, với độ phân giải 1/100 và lấy sai số cho phép 0.1 thì khoảng nhận biết 6mm mắt thường có thể nhận thấy. Trong những trường hợp như thế, nếu không tự động lưu kết quả thì không cần kết nối với máy tính.

Hạn chế của phương pháp này là phải xử lý kết quả, bởi vì giá trị đo nghiêng bao gồm cả dao động do tác dụng gió của công trình nhà cao tầng

Thiết bị đo độ nghiêng theo trục nằm ngang:

Để xác định xác định  $\beta_{max}$ , yêu cầu phải có ít nhất 3 điểm đặt thiết bị, các điểm đặt ở phần thấp công trình và phải liên kết cứng với vách chịu lực của kết cấu công trình để đảm bảo độ lún lệch theo một phương được phản ánh trung thực vào kết quả đo. Thiết bị là cảm biến đo biến dạng được chế tạo bởi sự hợp tác giữa Trung tâm Thí nghiệm và kiểm định chất lượng công trình với Công ty điện tử, tự động hóa Dynamic. Trong đó, đầu đo loadcell của Hàn quốc tích hợp vào trong thiết bị và được kết nối với máy tính. Khi đó, chỉ cần một góc nghiêng nhỏ của dầm hoặc vách tín hiệu điện sẽ chuyển về bộ xử lý và hiển thị trên bảng điện tử số hoặc kết nối với máy tính để lưu giữ và hiển thị dưới dạng đồ thị.

Bằng các thiết bị trên chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm lắp đặt cho một vài công trình bước đầu nhận thấy:

- Các thiết bị cho biết tín hiệu có độ phân giải rất cao theo đó phân biệt được các góc nghiêng rất nhỏ,
- Việc theo dõi đơn giản chỉ cần bật công tắc để đọc số liệu nếu như thực hiện quan trắc theo chu kỳ
- Nếu kết nối với máy tính đo liên tục theo thời gian ở nhiều điểm thì sử dụng kết quả có thể phân tích tình trạng chuyển vị kết cấu, dao động của thân và các chuyển xoắn, dao động của công trình
- Chi phí cho quan trắc bằng giải pháp này nếu không kể tới thiết bị thì thấp hơn so với việc đo chênh cao
- Hạn chế thiết bị phải được bảo vệ và phải được thiết kế lắp đặt trong lúc xây dựng công trình

### Kết luận

Giải pháp quan trắc lún không sử dụng mốc là kết quả hợp tác giữa Trung tâm Thí nghiệm và kiểm định chất lượng công trình Đại học Kiến Trúc Hà Nội với Công ty cổ phần Điện tử, Tự động hóa Dynamic và được kế thừa từ công việc đo tự động chuyển vị tường tầng hầm. Trong giải pháp đo nghiêng cho quan trắc lún, các thiết bị điện tử được nhập khẩu từ các thương hiệu có uy tín trên thế giới và phần mềm chuyên dụng, hệ thống hoạt động có tính ổn định cao. Bằng việc chế tạo thử thiết bị và lắp đặt kiểm tra, đã cho thấy việc lắp đặt hệ thống cho nhà cao tầng là hoàn toàn khả thi với chi phí thấp hơn và kết quả quan trắc có độ tin cậy hơn, có nhiều thông tin hơn so với quan trắc bằng đo chênh cao.

### Tài liệu tham khảo

1. Tiêu chuẩn TCVN 9630:2012
2. Trần Thương Bình (2008) "Nghiên cứu chế tạo mô hình thí nghiệm ba trục động chu kỳ xác định các đặc trưng động học của đất" Tập chí khoa học kỹ thuật Mỏ- Địa chất
3. Trần Thương Bình (2014) "Nghiên cứu phương pháp xác định các đặc trưng biến dạng của đất theo mô hình ba trục", đệ tài nghiên cứu khoa học cấp trường
4. E.D Sukina (1985), "Cơ lý hóa hệ phân tán tự nhiên", NXB Matxcova, < Tiếng Nga >
5. N.A Xutovich.(1983), "Cơ học đất", bản dịch tiếng Nga Nhà xuất bản Nông nghiệp
6. Shamsheer Prakash- Hary D.Sharma (1999), "Móng cọc trong thực tế xây dựng", NXB XD – HN
7. R. Whitlow (1997), "Cơ học đất", NXB Giáo dục.
8. K.Széchy, L. Varga (1978), " Foundation engineering", Akadémiai Kiadó Budapest, < Tiếng Anh >

# ỨNG DỤNG THIẾT BỊ LASER TRONG ĐO ĐẠC ĐẠO ĐỘNG KẾT CẤU CÔNG TRÌNH

TS. Nguyễn Văn Hậu, TS. Bùi Tiến Thành  
Bộ môn Cầu Hầm, Khoa Công Trình, Đại học Giao Thông Vận Tải

## 1. Giới thiệu chung

Đối với các nước phát triển trên thế giới, khi cơ sở vật chất đã được hoàn thiện từ rất lâu, các công trình cầu đã được xây dựng và hoàn thiện. Vấn đề đặt ra cho công tác duy tu, kiểm tra, bảo trì đang là một vấn đề lớn. Công tác đánh giá năng lực cầu luôn là một vấn đề khó khăn do sự xuống cấp của công trình là khó đoán trước. Hơn nữa, các giải pháp kiểm tra cầu cũng khá tốn kém và không an toàn do đặc điểm chiều cao công trình cũng như điều kiện địa hình, chướng ngại, đảm bảo giao thông khó khăn.

Các thiết bị đo đạc công trình hiện hữu hiện nay đang sử dụng các phương pháp truyền thống như: đo ứng suất bằng lá điện trở, đo độ võng, đo dao động kết cấu phần trên và phần dưới,... đều sử dụng các thiết bị gắn trực tiếp vào kết cấu nên công tác kiểm tra, kiểm định cầu càng trở nên khó khăn hơn. Từ những vấn đề thực tiễn nêu trên, việc nghiên cứu sử dụng các thiết bị laser có độ chính xác cao đồng thời dễ sử dụng đang được quan tâm nhằm giảm giá thành công tác kiểm tra do không cần sử dụng tới đà giáo tạm thời và thời gian kiểm tra nhanh hơn.



Hình 1. Đo dao động cầu dây văng sử dụng đầu đo điện tử truyền thống.

Hiện nay, công tác kiểm tra, kiểm định cầu, theo dõi cầu sau khi đưa vào sử dụng thường dùng các thiết bị gắn trực tiếp vào kết cấu. Công tác này cần tiến hành bằng phương pháp thủ công để dán gắn thiết bị và phải có dây nối truyền tín hiệu đến đầu thu. Để làm được điều đó, cần thiết phải có các đà giáo tạm thời phục vụ thi công do phía dưới cầu hầu hết là không có vị trí đứng. Việc thao tác trên các đà giáo tạm thời thậm chí còn gây mất an toàn do điều kiện làm việc trên cao. Một số các thiết bị cảm biến điện tử cần phải nối dài dây dẫn do đó không có điều kiện đo xa mà cần phải làm thí nghiệm trên từng phân đoạn. Trong một số các trường hợp kiểm định cầu khác, vấn đề đảm bảo giao thông, cấm giao thông trong quá trình thử tải làm ảnh hưởng đến giao thông trong quá trình khai thác. Trường hợp cho phép giao thông trong quá trình thử tại gây mất an toàn cho nhân lực làm kiểm định. Do đó, cần thiết phải có giải pháp đo đạc nhanh với các thiết bị chuyên dụng để giảm những hạn chế nêu trên.

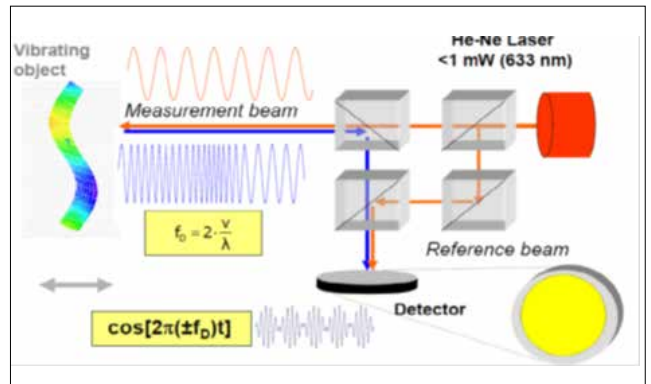
Gần đây, trên thế giới đã phát triển một công nghệ sử dụng tia laser nhằm giải quyết những khó khăn nêu trên. Bằng các thiết bị phát tia laser chiếu trực tiếp lên kết cấu, các dao động của kết cấu có thể đo đạc được. Các thiết bị hiện nay chỉ cần bằng các máy phát laser nhỏ gọn (Hình 2) chiếu các tia laser lên kết cấu sau đó tín hiệu thu tia phản xạ và truyền lại máy tính để lưu trữ dữ liệu. Với tính năng và thiết bị nhỏ gọn như vậy có thể làm công tác đo đạc dao động kết cấu trở nên đơn giản, dễ dàng và nhanh chóng hơn. Việc đo đạc được tiến hành từ xa, không phải tiếp cận tới các vị trí khó khăn. Các thiết bị hiện đại ngày nay có thể đo được khoảng cách xa tới 300m và đáp ứng được hầu hết các chiều cao hay độ xa của các công trình phổ biến.

Nội dung bài báo nghiên cứu ứng dụng thiết bị laser vào trong công tác đo đạc trong quá trình kiểm định cầu. Việc ứng dụng thiết bị laser vào trong kiểm định cầu bao gồm: đo chuyển vị của các điểm của kết cấu, đo dao động của kết cấu, đo tần số dao động riêng của kết cấu. Các phương pháp đo đạc sử dụng thiết bị laser để đo mà không cần dây nối, không cần phải tiếp cận với các vị trí trên cao, vị trí nguy hiểm, vị trí đo không cần thiết phải có sự lý đặc biệt về bề mặt. Từ các số liệu đo đạc được





Hình 2. Máy laser đo dao động



Hình 3. Nguyên lý đo dao động sử dụng tia chiếu laser

của công trình, có thể sử dụng các phân tích về dao động và kết cấu để chẩn đoán được sự làm việc của công trình.

## 2. Nội dung của giải pháp đo dao động và chuyển vị bằng phương pháp laser không tiếp xúc trực tiếp

Cách tiếp cận và nguyên lý chung của giải pháp:

Sử dụng nguyên lý Doppler đo sự phản xạ của tia laser khi chiếu lên kết cấu. Cảm biến cảm nhận tia laser sẽ đo lại được tần số và thời gian truyền của tia laser phản hồi. Đồng thời, cảm biến thứ hai sẽ thu tín hiệu từ kết cấu tham chiếu để đối chiếu hai số liệu đo. Khi kết cấu cần đo có sự chuyển dịch hay có sự rung lắc, sự phân chiếu về tần số, cường độ và thời gian của tia laser sẽ thay đổi và từ đó các chuyển vị hay dao động có thể xác định được. Hình 3 thể hiện nguyên lý đo dao động của kết cấu minh họa cho nội dung nêu trên.

Các tia laser sử dụng loại laser xanh nên không ảnh hưởng tới mắt người khi vận hành. Giải pháp này đo dao động của kết cấu. Giải pháp cho phép đo dao động của kết cấu mà không cần phải lắp đặt các đầu đo trên kết cấu và các dây dẫn. Giải pháp này rất hữu hiệu đối với các kết cấu mà có thể gây nguy hiểm tới việc đo như: các vùng có chiều cao lớn (tháp cầu, nhà cao tầng), các vùng có điện cao thế (cột điện), các vùng nguy hiểm (các kết cấu sắp bị sụp đổ), các vùng có nhiệt độ cao (lò nung, ống khói), các kết cấu thanh mảnh mà không thể chịu tải trọng của người hay thiết bị đo đạc (cột thu lôi, đỉnh tháp dây co). Đồng thời, các bề mặt kết cấu bị bụi bẩn thay vì phải vệ sinh để gắn sensor, giải pháp này cũng khả thi mà không cần phải làm công tác này. Với phạm vi đo thậm chí lớn hơn 300m, hầu hết các kết cấu đều có thể áp dụng. Thời gian để triển khai thiết bị chỉ khoảng ba phút nên công tác đo đạc được nhanh chóng. Với những lợi thế và ưu điểm nêu trên, giải pháp đo dao động kết cấu sử dụng công nghệ laser hứa hẹn một triển vọng lớn trong việc khảo sát, điều tra và theo dõi sự dao động của kết cấu công trình.

## 3. Ứng dụng giải pháp laser vào trong đo đạc kết cấu công trình

Đối với những công trình cầu hiện nay, nhu cầu đo đạc, theo dõi dao động của kết cấu rất lớn. Các lý thuyết về chẩn đoán công trình cầu đang được nghiên cứu và phát triển dựa trên các đặc điểm dao động của cầu nhằm tránh các hư hại lên kết cấu do các công tác khảo sát lấy mẫu. Một số các khảo sát cũng không thể thực hiện được do kết cấu cầu bị ẩn dấu như nền móng. Các đo đạc truyền thống sử dụng các sensor điện tử hiện nay đang được sử dụng phổ biến. Công nghệ đánh giá cầu với những ưu thế của giải pháp sử dụng tia laser trong đo dao động của công trình, nghiên cứu ứng dụng công nghệ này vào trong đo đạc công trình cầu cần được nghiên cứu tính tương thích và điều kiện áp dụng thực tế có phù hợp không.

### 3.1 Thực nghiệm đo đạc trong điều kiện thực tế

Để áp dụng thử nghiệm cho kết cấu cầu, máy laser đã được thử nghiệm trên công trình thực tế là cầu Bãi Cháy. Nhóm nghiên cứu sử dụng thiết bị RSV-I-150 cung cấp bởi công ty Polytec với những thông số kỹ thuật như trong Bảng 1.

Các thí nghiệm được tiến hành đo đạc tại đỉnh tháp cầu, khoảng giữa của dầm và đáy dầm chủ. Hình 4 minh họa vị trí đặt máy khi đo dao động kết cấu nhịp cầu. Thời gian đo tiến hành trong 64 giây với dải sóng 100 MHz. Đối với dầm văng của cầu, tiến hành đo trong hai trường hợp là có kích thích dao động và không kích thích dao động.

Các thí nghiệm được tiến hành đo đạc tại đỉnh tháp cầu, khoảng giữa của dầm và đáy dầm chủ. Hình 4 minh họa vị trí đặt máy khi đo dao động kết cấu nhịp cầu. Thời gian đo tiến hành trong 64 giây với dải sóng 100 MHz.

### 3.2 Kết quả đo và phân tích số liệu

Số liệu đo đạc được gồm có hai đại lượng là vận tốc theo lịch sử thời gian và biên độ dao động với tần số. Minh họa cho số liệu thu được được sử lý bằng phần mềm chuyên dụng thể hiện trong Hình 6.

Việc đánh giá tần số dao động riêng của kết cấu dựa trên điểm cao nhất của hàm chuyển vị và tần số dao động. Khi dao động kích thích gần với tần số dao động riêng nhất, biên độ dao động sẽ là lớn nhất. Dựa trên nguyên lý này, tần số dao động riêng của kết cấu sẽ được xác định. Kết quả đo trên Hình 7 thể

hiện dao động của kết cấu nhịp cầu thông qua biên độ chuyển vị và tần số. Ta thấy, tại điểm cao nhất của biên độ (67.43 μm), tần số hợp lý là 0.2996 Hz. Tần số này khá hợp lý với các số liệu đo đạc truyền thống sử dụng đầu đo điện.

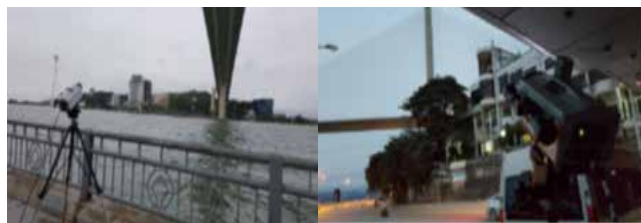
**3.3 Nhận xét và đánh giá**

Từ các số liệu về dao động, chuyển vị của kết cấu, tải trọng gây dao động và các tham số về kết cấu của công trình cũng được mô phỏng trong các phần mềm tính toán kết cấu để đối chiếu và so sánh. Các số liệu mô phỏng này như là một giá trị lý thuyết để so sánh với giá trị thực tế cũng như dao động đo đạc được trên công trình thực tế. Việc so sánh giá trị lý thuyết của kết cấu với giá trị thực tế có thể nói nên đặc trưng làm việc của công trình hay có các số liệu để đánh giá, chẩn đoán công trình.

Với việc sử dụng các thiết bị laser có độ nhạy rất cao, dao động của kết cấu được ghi nhận một cách chính xác. Từ các số liệu dao động tự do của kết cấu, tần số dao động tự nhiên của kết cấu công trình có thể xác định một cách khá chính xác.

*Bảng 1. Thông số kỹ thuật của thiết bị đo*

Bộ phận/chi tiết	Thông số kỹ thuật
Tia laser	Tia định vị: Bước sóng 532nm, màu xanh, năng lượng <1mW Tia đo đạc: Bước sóng 1550nm, màu xanh, năng lượng <10mW
Đầu phát laser	Hệ thống đầu phát LED tại bản phía sau máy
Kính ngắm	Kính ngắm quang học loại tầm xa, chỉnh tay
Độ phân giải	Điểm laser 7.5mm/100m, chiều sâu tập trung 28.7m/100m
Camera	PAL CDD màu, 765x582 pixels
Kích cỡ	402 x 165 x 145 mm
Trọng lượng	8 kg
Nhiệt độ áp dụng	+5°C tới +40°C

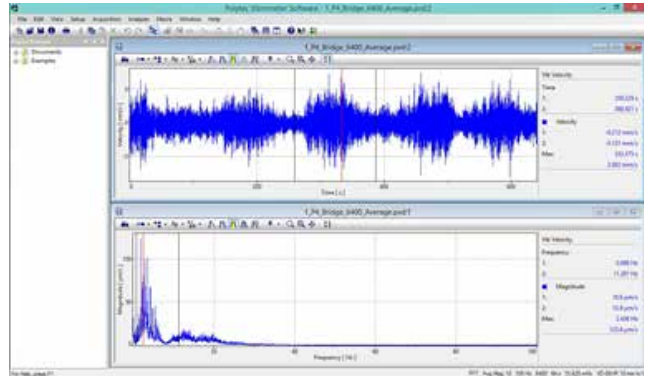


*Hình 4. Bố trí đo dao động bằng máy laser tại dầm cầu chủ*

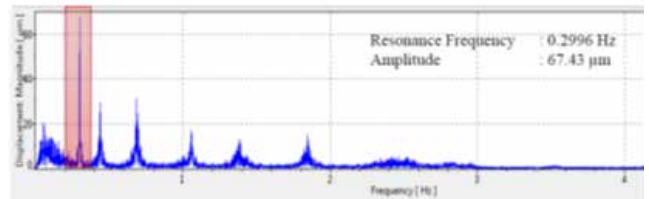
Các số liệu đo đạc sử dụng công nghệ laser đối với kết cấu cầu cho kết quả về dao động tần số tự nhiên (eigen frequency) rất quan trọng trong việc kiểm toán lại kết cấu thực tế dưới tác dụng tải trọng động như động đất và va chạm. Các thông số



*Hình 5. Vị trí điểm đo tại dầm cầu và đỉnh tháp*



*Hình 6. Số liệu đo đạc*



*Hình 7. Phân tích số liệu đo đạc*

này cũng là cơ sở để kiểm toán lại mô hình tính toán kết cấu mô phỏng trên các chương trình giả lập nhằm hoàn thiện hồ sơ về ứng xử của cầu. Ngoài ra, kết quả đo cũng cho ra chuyển vị của kết cấu tại vị trí điểm đo dưới tác dụng của tải trọng động. Kết quả này cần thiết cho công tác kiểm định và thử tải cầu hiện nay.

**4. Kết luận**

Nghiên cứu đã tiến hành thực nghiệm trên kết cấu cầu thực tế. Số liệu đo đạc kết cấu bao gồm tần số dao động tự nhiên và chuyển vị của điểm đo dưới tác dụng của tải trọng động. Các số liệu này cần thiết cho công tác theo dõi, kiểm định cầu với phạm vi áp dụng phù hợp của thiết bị trong phạm vi ứng xử của kết cấu cầu.

Với những ưu điểm về thời gian, chi phí và sự an toàn của phương pháp đo theo công nghệ laser, việc ứng dụng công nghệ đo đạc này trong kết cấu cầu đem lại nhiều triển vọng trong áp dụng thực tế. Các số liệu đo đạc được là cơ sở để phát triển các công nghệ điều tra, đánh giá, chẩn đoán kết cấu cầu trong tương lai.

# KIỂM SOÁT ĐỘ NGHIÊNG CÔNG TRÌNH

TS. Lê Văn Hùng

Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng – Bộ Xây dựng

**THEO QUY ĐỊNH TRONG CHỈ THỊ SỐ: 05/CT-TTg NGÀY 15 THÁNG 02 NĂM 2016 VỀ VIỆC KIỂM TRA, RÀ SOÁT, ĐÁNH GIÁ AN TOÀN CHỊU LỰC NHÀ Ở VÀ CÔNG TRÌNH CÔNG CỘNG CŨ, NGUY HIỂM TẠI ĐÔ THỊ. SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐẶC, ĐÁNH GIÁ TRỰC QUAN ĐỂ XÁC ĐỊNH CÔNG TRÌNH CÓ NGUY CƠ, DẤU HIỆU NGUY HIỂM VÀ BÊN CẠNH ĐÓ THÔNG TƯ 26/2016 TT-BXD CŨNG CÓ CÁC QUY ĐỊNH VỀ QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG VÀ BẢO TRÌ CÔNG TRÌNH. ĐỂ XÁC ĐỊNH CÔNG TRÌNH CÓ NGUY CƠ, DẤU HIỆU NGUY HIỂM VÀ ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CÔNG TRÌNH CÓ NHIỀU TIÊU CHÍ, TUY NHIÊN CÓ MỘT TIÊU CHÍ RẤT QUAN TRỌNG KHÔNG THỂ THIẾU ĐÓ LÀ ĐỘ NGHIÊNG CỦA CÔNG TRÌNH HOẶC BỘ PHẬN CÔNG TRÌNH. BÀI BÁO NÀY TRÌNH BÀY VỀ CÔNG TÁC KIỂM SOÁT ĐỘ NGHIÊNG CỦA CÔNG TRÌNH.**

## 1. Cơ sở pháp lý

### 1.1 Các căn cứ

- Chỉ thị số: 05/CT-TTg ngày 15/02/2016 về việc kiểm tra, rà soát, đánh giá an toàn chịu lực nhà ở và công trình công cộng cũ, nguy hiểm tại đô thị;
- Thông tư 26/2016 TT-BXD ngày 26/10/2016 của Bộ Xây dựng về việc quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng;

### 1.2 Yêu cầu kỹ thuật

Dưới đây là một số yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn [7]:

- Cột, tường bị nghiêng, chuyển vị ngang và độ nghiêng vượt quá 1% độ cao, chuyển vị ngang vượt quá  $h/500$ ;
- Tường, cột bị nghiêng mà độ nghiêng lớn hơn 0,7 %, hoặc chỗ nối giữa hai tường kề nhau có vết nứt xuyên suốt qua;
- Cột, tường biến dạng theo phương ngang lớn hơn  $h/250$ , hoặc lớn hơn 30 mm;
- Đinh cột thép bị chuyển dịch trong mặt phẳng lớn hơn  $h/150$ , ngoài mặt phẳng - lớn hơn  $h/500$ , hoặc hơn hơn 40 mm;



a) Tháp nghiêng PISA2



b) Chung cư A7 phố Nguyễn Chính, Tân Mai, Hoàng Mai, Hà Nội [1]

Hình 1: Công trình bị nghiêng

Công trình	Độ lún lệch tương đối (DS/L)U	Độ nghiêng i <sub>u</sub>	Độ lún trung bình S <sub>u</sub> hoặc lớn nhất S <sub>max</sub> (cm)
1. Nhà sản xuất một tầng và nhà dân dụng nhiều tầng có khung hoàn toàn: - Bề mặt bê tông cốt thép - Bề mặt thép	0,002 0,004	- -	8 12
2. Nhà và công trình mà trong kết cấu không xuất hiện nội lực do độ lún không đều.	0,006	-	15
3. Nhà nhiều tầng không khung với tường chịu lực:  - Bề mặt tấm lợp - Bề mặt khối lớn hoặc có thể xây gạch không có thép - Như trên nhưng có thép, trong đó có giằng bê tông cốt thép	0,0016 0,0020 0,0024	0,005 0,0005 0,0005	10 10 15
4. Công trình thép chứa vận thăng bằng kết cấu bê tông cốt thép; - Nhà công tác và xi lô kết cấu đổ tại chỗ liên khối trên cùng một móng bè - Như trên nhưng kết cấu lắp ghép - Xi lô độc lập kết cấu toàn khối - Như trên nhưng kết cấu lắp ghép - Nhà công tác đứng độc lập	- - - - -	0,003 0,003 0,004 0,004 0,004	40 30 40 30 25
5. ống khói có chiều cao H(m) : - H ≤ 100 m - 100 < H < 200 - 200 < h ≤ 300 - H > 300	- - - -	0,005 1/(2H) 1/(2H) 1/(2H)	40 30 20 10
6. Công trình cứng cao đến 100m, ngoài những điều đã nói ở điểm 4 và 5	-	0,004	20
7. Công trình liên lạc, ăng ten : - Thân tháp tiếp đất - Thân tháp phát thanh cách điện với đất - Tháp phát thanh - Tháp phát thanh sóng ngắn - Tháp ( block riêng rẽ )	- - 0,002 0,0025 0,001	0,002 0,001 - - -	20 10 - - -
8. Trụ đường dây tải điện trên không - Trụ trung gian - Trụ neo, neo góc, trụ góc trung gian, trụ ở vòng cung, cửa chính của thiết bị phân phối kiểu hở. - Trụ trung chuyển đặc biệt	0,003  0,0025 0,002	0,003  0,0025 0,002	-  - - -



## 2. Mục đích

Để kiểm tra, đánh giá chất lượng các công trình, ngoài các tiêu chí an toàn bền vững, chúng ta cần quan tâm đến các yếu tố kỹ thuật khác như kích thước, hình dạng, độ nghiêng, độ phẳng của công trình so với thiết kế của nó. Trong quá trình xây dựng và sau một thời gian đưa công trình vào sử dụng, do một số nguyên nhân khác nhau mà kích thước, hình dạng, độ nghiêng, độ phẳng của công trình không hoàn toàn bảo đảm đúng các như thiết kế mà bị sai lệch trong một phạm vi nào đó. Nếu đem giá trị sai lệch so sánh với hạn sai cho phép quy định trong tiêu chuẩn, chúng ta sẽ đánh giá được chất lượng về kích thước, hình dạng, độ nghiêng, độ phẳng của công trình. Kết quả đo đạc được dùng để đánh giá chất lượng công trình, xác định công trình có nguy cơ, dấu hiệu nguy hiểm. Đồng thời nó còn làm cơ sở để đưa ra những biện pháp cần thiết phòng chống sự cố có thể xảy ra.

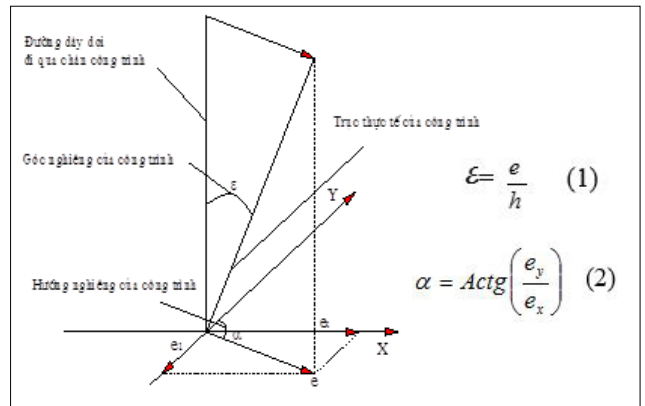
## 3. Phương pháp thực hiện

### 3.1 Các quy định chung [3]

- Việc đo độ nghiêng được thực hiện đối với tất cả các công trình như nhà cao tầng, ống khói nhà máy, tháp truyền hình, ăng ten và các công trình khác trong giai đoạn thi công xây dựng cũng như trong giai đoạn khai thác sử dụng.
- Phương pháp đo độ nghiêng sẽ được lựa chọn tùy theo độ chính xác yêu cầu, điều kiện đo ngắm và trang thiết bị của đơn vị tiến hành đo đạc.
- Để biểu diễn độ nghiêng và hướng nghiêng đối với mỗi công trình cần xác lập một hệ tọa độ thống nhất. Hệ tọa độ này có thể là chung cho toàn bộ công trình hoặc cũng có thể là cục bộ đối với từng hạng mục riêng biệt.
- Đối với các công trình có trục đứng duy nhất và rõ ràng như ống khói nhà máy, tháp truyền hình, ăngten, xi lô ... thì độ nghiêng của công trình được hiểu là sự sai lệch của trục đứng thực tế của nó tại điểm đang xét so với đường thẳng đứng được xác định bằng đường dây dọi. Độ nghiêng của công trình được đặc trưng bởi véc tơ độ lệch tổng hợp  $e$  (Hình 2). Thông thường người ta thường phân tích véc tơ này thành hai thành phần vuông góc với nhau. Thành phần trục X (ký hiệu là  $e_x$ ) và thành phần trục Y (ký hiệu là  $e_y$ ). Đối với các công trình không có trục đứng duy nhất và rõ ràng như các toà nhà cao tầng thì độ nghiêng của nó được đánh giá qua độ nghiêng của các bức tường và các cột chịu lực chính.
- Độ nghiêng của công trình còn được thể hiện bằng góc nghiêng  $\epsilon$  và hướng nghiêng  $\alpha$ . Góc nghiêng là góc hợp bởi trục đứng lý tưởng (đường dây dọi) và trục đứng thực tế của công trình. Góc nghiêng  $\epsilon$  được xác định theo công thức (1):
- Hướng nghiêng  $\alpha$  là góc định hướng của véc tơ  $e$ , là góc hợp bởi nửa trên của trục Y là hình chiếu của véc tơ  $e$  trên mặt phẳng. Hướng nghiêng sẽ được xác định theo công thức (2):
- Việc quan trắc độ nghiêng phải được thực hiện bằng các máy móc, thiết bị phù hợp với từng phương pháp và độ chính xác yêu cầu. Trước khi đưa vào sử dụng các máy móc thiết bị phải được kiểm nghiệm và hiệu chỉnh theo đúng các quy định của tiêu chuẩn hoặc quy phạm chuyên ngành.

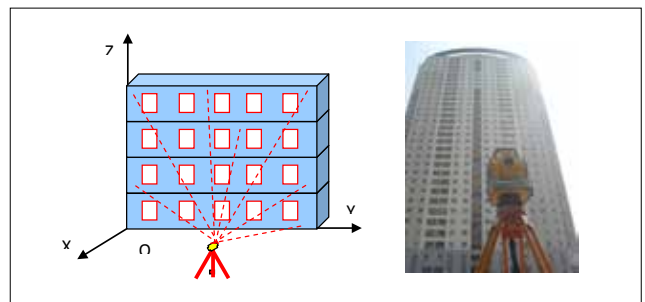
### 3.2 Xác định độ nghiêng (độ phẳng) của các bức tường

#### 3.2.1 Cơ sở lý thuyết



Hình 2 Những yếu tố về độ nghiêng của công trình

Đối với các nhà cao tầng, việc xác định độ nghiêng, độ phẳng các bức tường bằng các máy toàn đạc điện tử (TĐĐT) có chế độ đo không gương rất đơn giản, sử dụng chế độ đo tọa độ các điểm chi tiết nằm trên tường ở các vị trí khác nhau (hình 3) Thiết lập một hệ tọa độ vuông góc không gian như hình 3 thì từ tọa độ không gian của các điểm ta sẽ lập được mặt phẳng



Hình 3 Đo các điểm chi tiết trên tường từ máy TĐĐT với chế độ đo không gương [2]

xấp xỉ tốt nhất và phương trình mặt phẳng có dạng:

$$Ax + bY + cZ + d = 0 \quad (3)$$

Phương trình (3) có 4 ẩn số, khi tính toán ta quy về 3 ẩn số bằng cách chia cả hai vế của phương trình cho một trong các hệ số của nó và để xác định các tham số mặt phẳng ta phải có tối thiểu 3 điểm đo. Khi có nhiều hơn 3 điểm đo, các tham số được xác định theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất và phương trình số hiệu chỉnh có dạng:

$$A.X + L = V \quad (4)$$

Trong đó: A là ma trận hệ số; X là tham số của mặt phẳng cần xác định; L là vecto số hạng tự do

Theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất ta lập được hệ phương trình chuẩn:

$$ATA.X + ATL = 0 \quad (5)$$

Giải hệ phương trình chuẩn ta được các tham số mặt phẳng, từ đây sẽ tính được độ nghiêng của tường

**3.2.2 Thục nghiệm**

Dưới đây là số liệu đo và kết quả tính toán kiểm tra mặt phẳng công trình, sử dụng máy TĐĐT với chế độ đo không gương đo (Hình 3):

STT	Ký hiệu	Số liệu đo			Kết quả tính khoảng cách
		X(m)	Y(m)	Z(m)	
1	A1	123.102	164.494	109.59	-0.0023
2	A2	123.088	164.460	56.24	0.0028
3	A3	123.078	164.440	22.51	0.0074
4	B1	101.021	165.519	109.60	0.0168
5	B2	101.005	165.472	56.24	0.0088
6	B3	101.004	165.439	22.50	0.0009
7	C1	79.488	166.478	109.57	-0.0051
8	C2	79.504	166.433	56.24	-0.0096
9	C3	79.508	166.422	22.51	0.0046
10	D1	117.111	164.766	109.59	-0.0032
11	D2	117.093	164.712	56.24	-0.0183
12	D3	117.098	164.702	22.41	-0.0029

*Bảng 2 - Số liệu đo và kết quả tính toán kiểm tra mặt phẳng tường toà nhà 34 tầng*

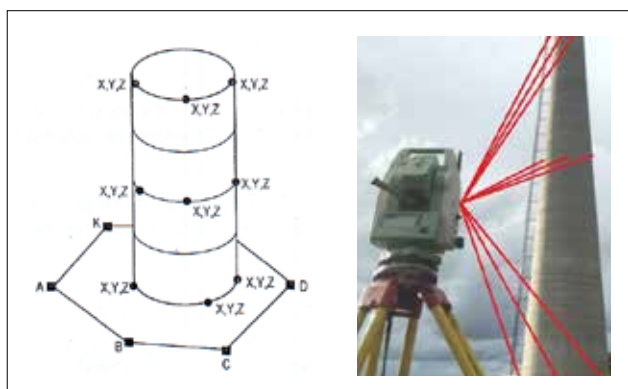
STT	Thông số tính toán	Giá trị	STT	Thông số tính toán	Giá trị
1	Diện tích	3806.850 m <sup>2</sup>	4	Độ nghiêng	-0.00074
2	Hệ số tương quan	-0.99933	5	Góc nghiêng	153.31 "
3	SSTPTSDV	0.010 m			

*Bảng 3 – Kết quả tính toán*

**Nhận xét:** Công trình đã hoàn thiện có độ nghiêng nằm trong giới hạn cho phép về độ thẳng đứng của nhà cao tầng 3h/10000 [8] và độ không phẳng của các bức tường tương đối nhỏ.

**3.3 Xác định độ nghiêng bằng phương pháp tọa độ bên ngoài**

Hiện nay có nhiều phương pháp đo xác định độ nghiêng công trình, được kể đến là: phương pháp chiếu đứng từ bên ngoài công trình; phương pháp chiếu đứng từ tâm bên trong công trình; phương pháp giao hội thuận; phương pháp đo hướng và phương pháp tọa độ bên ngoài. Tuy nhiên với các thiết bị hiện đại ngày nay thì phương pháp tọa độ bên ngoài có độ chính xác và ưu điểm vượt trội.



*Hình 4 Xác định độ nghiêng bằng phương pháp đo tọa độ bên ngoài với máy TĐĐT có chế độ đo không gương*

**3.3.1 Quy trình thực hiện**

Trình tự thực hiện việc đo độ nghiêng trong trường hợp này như sau:

- Lập một đường chuyển khép kín xung quanh đối tượng cần xác định độ nghiêng. Số điểm đường chuyển tối thiểu là 3, khuyến cáo từ 5 điểm đến 9 điểm. Tọa độ và độ cao của các điểm được xác định trong một hệ giả định.
- Lần lượt đặt các máy TĐĐT tại các điểm của đường chuyển, nhập tọa độ và độ cao của điểm đặt máy, định hướng máy theo tọa độ của một điểm đường chuyển khác.
- Khởi động chế độ xác định tọa độ không gian ba chiều không gương và ngắm máy vào đối tượng cần xác định độ nghiêng ở vòng sát mặt đất (chân của công trình) theo hướng vuông góc với bề mặt của đối tượng, xác định tọa độ

$$x_A^{(1)}, y_A^{(1)}, H_A^{(1)}$$

- Đưa ống kính lên cao dần và đo tọa độ, độ cao đến khi  $H_A^{(2)}$  bằng  $H_A^{(1)} + \Delta h$  trong đó  $\Delta h$  bằng 2m đến 5m. Đo các giá trị  $x_A^{(2)}, y_A^{(2)}, H_A^{(2)}$  và lần lượt làm như vậy cho đến chiều cao của công trình.
- Chuyển máy sang điểm đường chuyển tiếp theo và lặp lại các thao tác như các bước tại điểm A.
- Dựa vào tọa độ của các điểm được đo trên từng vòng xác định ra tọa độ  $x_i^{(0)}, y_i^{(0)}$ , và bán kính  $R_i$  của vòng đo đó. So sánh tọa độ  $x_i^{(0)}, y_i^{(0)}$ , của từng vòng với vòng đo ở sát mặt

đất sẽ xác định được độ nghiêng của công trình.

**3.3.2 Xử lý số liệu**

- Bước 1: Tính tọa độ gần đúng của tâm công trình theo công thức:  $X_0^g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^g$ ;  $Y_0^g = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i^g$  (6)

- Bước 2: Lập hệ phương trình số hiệu chỉnh theo công thức:  $V = AX + L$  (7)

V- vecto số hiệu chỉnh;  $V_T = V_1, V_2, \dots, V_n$ ; A -ma trận hệ số phương trình số hiệu chỉnh:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & \frac{x_1^g - x_0^g}{R_1'} & \frac{y_1^g - y_0^g}{R_1'} \\ -1 & \frac{x_2^g - x_0^g}{R_2'} & \frac{y_2^g - y_0^g}{R_2'} \\ \dots & \dots & \dots \\ -1 & \frac{x_n^g - x_0^g}{R_n'} & \frac{y_n^g - y_0^g}{R_n'} \end{bmatrix} \quad (8)$$

X – vecto ẩn số;  $X_T = R, d_x, d_y$ ; L – vecto số hạng tự do:  $L_T = R_1', R_2', \dots, R_n'$ .

- Bước 3: Lập hệ phương trình chuẩn theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất:  $A^TAX + A^TL = 0$  (9)

- Bước 4: Giải hệ phương trình tuyến tính (bước3) sẽ nhận được 3 ẩn số  $d_x, d_y, R$ .

- Bước 5: Tính tọa độ tâm:  $X_c = x_0^g + d_x$ ;  $Y_c = y_0^g + d_y$  (10)

Lập lại các bước từ bước 2 đến bước 5 cho đến khi sai lệch  $X_c, Y_c$  và R sau hai lần lặp liên tiếp không sai lệch quá 1mm thì dừng lại sẽ được tọa độ  $X_c, Y_c$  chính xác cho vòng lặp đang xét. Quy trình trên đây được thực hiện cho từng vòng của công trình. Từ tọa độ tâm của các vòng có thể dễ dàng xác định được độ nghiêng.

**3.3.3.Thực nghiệm**

Quá trình đo đạc lấy số liệu độ nghiêng được thực hiện bằng máy TĐĐT TS06 plus đo theo phương pháp đo tọa độ từ bên ngoài với chế độ đo không gương:

Tọa độ gần đúng tâm của vòng 1 (H=1m) xác định theo công thức (6) là:  $(X_0^g)_0 = 523.8473$ ;  $(Y_0^g)_0 = 711.7743$

Với các giá trị này ta có ma trận hệ phương trình số hiệu chỉnh theo công thức (8) như sau:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & -0.3303 & 0.9439 \\ -1 & 0.2412 & 0.9705 \\ -1 & 0.6774 & -0.7356 \\ -1 & 0.2779 & -0.9606 \\ -1 & -0.5989 & 0.8008 \\ -1 & -0.2832 & -0.9591 \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} 3.6981 \\ 3.7080 \\ 3.7840 \\ 3.7981 \\ 3.7080 \\ 3.7812 \end{bmatrix}$$

Hệ phương trình chuẩn theo công thức (9) có dạng:

$$\begin{aligned} 6.0000R + 0.0159dx - 0.0599 dy - 22.4774 &= 0.0000 \\ 0.0159R + 1.1422 dx - 1.0510dy + 0.0000 &= 0.0000 \\ -0.0599R - 1.0510 dx + 4.8578dy + 0.0000 &= 0.0000 \end{aligned}$$

Giải hệ phương trình này ta được:

$$R1 = 3.7467 \quad dx1 = -0.0121 \quad dy1 = 0.0436$$

TT	Tọa độ		Ký hiệu	Ghi chú	TT	Tọa độ		Ký hiệu	Ghi chú
	X	Y				X	Y		
Cao độ 1m (vòng1)					Cao độ 10m (vòng2)				
1	525.069	708.284	N1		1	520.429	712.042	N1	
2	522.953	708.176	N2		2	525.343	708.772	N2	
3	521.284	714.558	N3		3	525.004	708.619	N3	
4	522.792	715.423	N4		4	526.960	713.260	N4	
5	526.068	708.805	N5		5	522.362	714.938	N5	
6	524.918	715.401	T		6	524.964	715.089	T	
Cao độ 20m (vòng3)					Cao độ 30m (vòng4)				
1	520.862	712.104	N1		1	522.270	712.286	N1	
2	525.228	709.332	N2		2	525.045	710.225	N2	
3	524.885	709.165	N3		3	524.702	710.006	N3	
4	526.453	713.036	N4		4	525.450	712.593	N4	
5	522.407	714.388	N5		5	522.534	712.769	N5	
6	525.026	714.499	T		6	525.188	712.915	T	

Bảng 4 - Số liệu đo nghiêng

Như vậy, các ẩn số cần xác định của vòng tròn sau lần lặp thứ nhất là:

$$R1 = 3.7467 \quad X1 = 523.8352 \quad Y1 = 711.8181$$

Sử dụng X1 và Y1 để tính lặp cho lần thứ hai ta có ma trận hệ số phương trình số hiệu chỉnh như sau:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & -0.3296 & 0.9441 \\ -1 & 0.2354 & 0.9719 \\ -1 & 0.6815 & -0.7319 \\ -1 & 0.2780 & -0.9606 \\ -1 & -0.5954 & 0.8034 \\ -1 & -0.2893 & -0.9572 \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} 3.7432 \\ 3.7474 \\ 3.7438 \\ 3.7529 \\ 3.7502 \\ 3.7430 \end{bmatrix}$$

Hệ phương trình chuẩn của lần lặp thứ hai có dạng:

$$\begin{aligned} 6.0000 \quad R + .0194dx - 0.0698 dy - 22.4804 &= 0.0000 \\ 0.0194 \quad R + 1.1439dx - 1.0496 dy - 0.0728 &= 0.0000 \\ -0.0698 \quad R - 1.0496dx + 4.8561 dy + 0.2613 &= 0.0000 \end{aligned}$$

Giải hệ phương trình này ta được:

$$R1 = 3.7467 \quad X1 = 523.8352 \quad Y1 = 711.8181$$

Sau lần lặp thứ hai các ẩn số không thay đổi so với lần lặp thứ nhất quá 1(mm), vì vậy quá trình lặp sẽ dừng lại và các tham số trên sẽ được lấy chính thức của vòng 1. Đối với các vòng tiếp theo cũng làm tương tự nên trong các bảng dưới đây chỉ thống kê kê các số liệu đo và kết quả cuối cùng.

Các tham số của vòng thứ 2 (H=10m) sẽ là:

$$R2 = 3.4250 \quad X2 = 523.8449 \quad Y2 = 711.8484$$

Các tham số của vòng thứ 3 (H=20m) sẽ là:

$$R3 = 2.9117 \quad X3 = 523.7834 \quad Y3 = 711.8540$$

Các tham số của vòng thứ 4 (H=30m) sẽ là:

$$R4 = 1.7793 \quad X4 = 523.9410 \quad Y4 = 711.6456$$

Sau khi có tọa độ tâm của các vòng, thay vào công thức (1) và (2) ta tính được các yếu tố độ nghiêng công trình. (xem bảng 4)

Thứ tự	Vị trí đo	Véc tơ độ lệch tổng hợp (m)	Góc nghiêng (0' ")	Hướng nghiêng (0' ")	Độ nghiêng tổng hợp (mm)
1	Vòng 1	0,000	00°00'00"	0°00'00"	202
2	Vòng 2	0.032	00°00'7.68"	72°14'54"	
3	Vòng 3	0.063	00°00'6.48"	34°43'26"	
4	Vòng 4	0.202	00°00'9.83"	58°28'40"	

**Bảng 5 - Tính độ nghiêng và hướng nghiêng công trình**

**Nhận xét:** giá trị độ nghiêng nhỏ nằm trong giới hạn cho phép của bảng 1

#### 4. Kết luận

Từ những phân tích ở trên cho thấy:

+ Phương pháp sử dụng các loại máy TĐĐT có chế độ đo không gương dễ dàng xác định được tọa độ không gian của các điểm chi tiết nằm trên tường hay vách của nhà cao tầng, công trình có chiều cao lớn, ở các vị trí khác nhau để kiểm tra chất lượng về hình học (độ nghiêng) mà các loại máy TĐĐT thông dụng khó có thể kiểm tra được, đáp ứng được chỉ thị 05/CT-TTg ngày 15/02/2016 của Thủ tướng chính phủ và thông tư 26/2016 TT-BXD của Bộ Xây dựng.

+ Quy trình đo trên đưa ra các bước thực hiện việc xác định tọa độ không gian các điểm bằng chế độ đo không gương một cách đơn giản.

+ Quy trình xử lý số liệu có thể lập trình phần mềm dựa trên các thuật toán đã nêu.

#### Tài liệu tham khảo

1. <http://www.baomoi.com/thap-thom-song-trong-chung-cu-xuong-cap-cho-sap/c/18765825.epi>

2. Lê Văn Hùng, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, "Sử dụng máy TĐĐT với chế độ đo không gương kiểm tra một số chỉ tiêu hình học trong xây dựng các công trình có chiều cao lớn".

3. TCVN 9400:2012 - Nhà và công trình xây dựng dạng tháp - Xác định độ nghiêng bằng phương pháp trắc địa.

4. TCVN 9259-1:2012 Dung sai trong xây dựng công trình - Phần 1: Nguyên tắc cơ bản để đánh giá và yêu cầu kỹ thuật.

5. TCVN 9259-8:2012 Dung sai trong xây dựng công trình - Phần 8: Giám định về kích thước và kiểm tra công tác thi công.

6. TCVN 10304:2014 Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế.

7. TCVN 9381: 2012 Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà.

8. NXB công nghiệp xây dựng Bắc Kinh, Trung Quốc - Cẩm nang thi công nhà cao tầng (bản dịch theo nguyên bản tiếng trung quốc)



# KÍNH XÂY DỰNG TỔNG QUAN VỀ CÔNG TÁC THỬ NGHIỆM

ThS Nguyễn Huy Quang; Hoàng Hà

Công ty Cổ phần Tư vấn Công nghệ, Thiết bị và Kiểm định Xây dựng – CONINCO

**K**ính xây dựng là một trong những vật liệu hoàn thiện được sử dụng phổ biến trong công trình xây dựng. Hiện nay, khối lượng kính xây dựng được sản xuất, nhập khẩu và lưu thông trên thị trường ước tính hàng trăm triệu m<sup>2</sup>/năm. Chúng loại kính xây dựng được sử dụng trong công trình khá đa dạng bao gồm các loại kính đơn ứ đến bán tối, tối nhiệt an toàn đến các loại kính dán, kính hộp; về mẫu sắc từ không có mẫu đến có mẫu sắc; về hoàn thiện bề mặt từ kính không phủ đến các loại kính phủ phản quang, phủ low-E. Do khối lượng và đặc tính an toàn của vật liệu này, nên công tác kiểm định, đánh giá chất lượng kính xây dựng trước khi đưa vào lưu thông trên thị trường cũng như kiểm tra chất lượng trước khi đưa vào công trình ngày càng được chú trọng bởi các đơn vị quản lý và chủ đầu tư.

Từ khi kính xây dựng được sản xuất và sử dụng đến nay, hệ thống tiêu chuẩn được xây dựng và thường xuyên bổ sung khá đầy đủ từ các tiêu chuẩn đánh giá đến các tiêu chuẩn thử nghiệm. Hiện nay có 01 Quy chuẩn kỹ thuật và 21 tiêu chuẩn về lắp dựng, đánh giá và thử nghiệm kính xây dựng. Tiếp diễn sự phát triển của ngành sản xuất và ứng dụng kính, Viện Vật liệu xây dựng – Bộ Xây dựng đang xây dựng bộ tiêu chuẩn đánh giá khả năng tiết kiệm năng lượng của các sản phẩm kính, cửa và vách dựng.

Theo QCVN 16:2014/BXD, Quy chuẩn quy định các yêu cầu kỹ thuật phải tuân thủ đối với hàng hóa vật liệu xây dựng (trong đó có 10 loại kính xây dựng) thuộc phạm vi điều chỉnh được sản xuất trong nước hoặc nhập khẩu và lưu thông trên thị trường Việt Nam, với đối tượng chính là các tổ chức, các nhân sản xuất, nhập khẩu hàng hóa vật liệu xây dựng.

Việc áp dụng Quy chuẩn, Tiêu chuẩn kỹ thuật được nêu rõ tại Điều 6 Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 và Điều 6 Nghị định 46/2015/NĐ-CP ngày 12 tháng 5 năm 2015 Về quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng.

Như vậy, Quy chuẩn kỹ thuật được áp dụng bắt buộc như “hàng rào kỹ thuật” bao gồm các chỉ cơ bản yêu cầu hàng hóa cần phải đạt được trước khi được lưu thông trên thị trường nhằm đảm bảo yếu tố an toàn trong công tác vận chuyển, lưu trữ và sử dụng vật liệu; trong khi tiêu chuẩn quy định các chỉ kỹ thuật vật liệu phải đạt được trước khi được sử dụng tại các công trình. Các tiêu chuẩn được viện dẫn trong Quy chuẩn phải được áp dụng mang tính bắt buộc.

Từ nội dung của các tiêu chuẩn thử nghiệm và đánh giá kính xây dựng, tùy vào đặc tính của từng chủng loại mà tiêu chí đánh giá được quy định áp dụng, tuy nhiên có 05 nhóm tiêu chí chính:

- Nhóm chỉ tiêu kỹ thuật đánh giá tính thẩm mỹ, sai lệch kích thước;
- Nhóm chỉ tiêu kỹ thuật đánh giá khả năng chịu lực va đập và đảm bảo tính an toàn;
- Nhóm tiêu chí kỹ thuật đánh giá khả năng chịu nhiệt, chịu ẩm;
- Nhóm tiêu chí kỹ thuật đánh giá độ bền của vật liệu trước tác động của môi trường;
- Nhóm tiêu chí kỹ thuật đánh giá các tính chất quang học và khả năng cách nhiệt.

Đối với nhóm chỉ tiêu kỹ thuật đánh giá tính thẩm mỹ, mục đích kiểm tra là xác định sai lệch kích thước của sản phẩm thực tế so với kích thước thiết kế của sản phẩm và chất lượng hoàn thiện gia công cũng như chất lượng bề mặt, khuyết tật trong quá trình sản xuất kính xây dựng. Do mẫu kính thử nghiệm được tiêu chuẩn quy định rõ ràng về kích thước dài, rộng, nên để đảm bảo tính khách quan và chính xác đối với sản phẩm thì phòng thử nghiệm chỉ thực hiện chỉ tiêu sai lệch chiều dày, độ cong vênh; việc thực hiện kiểm tra sai lệch chiều dài, rộng, mức độ hoàn thiện cạnh, lỗ khoan (nếu có).v.v.. sẽ thực hiện tại sản phẩm thực tế tại nhà máy hoặc công trường, trước khi vật liệu được đưa vào khung. Việc thực hiện đo chiều dày, phát hiện lớp phủ Low-E tại công trường trong điều kiện kính đã được đưa vào khung bảo vệ cũng có thể được thực hiện bởi thiết bị đo chiều dày đa năng.

Về nhóm tiêu chí đánh giá khuyết tật ngoại quan: Tùy từng chủng loại kính sẽ có yêu cầu cụ thể các tiêu chí về khuyết tật ngoại quan, tuy nhiên thường được tập trung vào các khuyết tật phát sinh trong quá trình sản xuất, gia công kính như: khuyết tật bọt, dị vật, mức độ tập trung các khuyết tật dạng đường, điểm.v.v.. độ biến dạng quang học (kính ủ không mẫu, có mẫu, không cán, không cốt lưới thép) và vết xước, nứt, lỗ thủng đối với kính phẳng tôi nhiệt. Riêng đối với kính phẳng tôi nhiệt, việc kiểm soát chất lượng bề mặt nên đặc biệt lưu tâm vì những khuyết tật này ảnh hưởng đến độ bền và tuổi thọ của kính do nó làm tập trung các ứng suất nội tại dễ bị phá hủy khi có tác động cơ học từ bên ngoài.

Nhóm chỉ tiêu kỹ thuật đánh giá khả năng chịu lực va đập và đảm bảo tính an toàn: áp dụng đối với chủng loại kính tôi nhiệt và kính dán an toàn nhiều lớp với các tiêu chí: độ bền va đập bị rơi, độ bền va đập con lắc và tiêu chí ứng suất bề mặt, độ vỡ mảnh cho kính tôi nhiệt an toàn.

+ Kính dán an toàn nhiều lớp: độ bền va đập bị rơi, con lắc chủ yếu đánh giá chất lượng của các tấm PVB liên kết giữa các lớp kính và chất lượng gia công dán lớp liên kết này với các lớp kính để đảm bảo độ an toàn nếu xảy ra vỡ do va đập thì mức độ sát thương gây ra cho con người là nhỏ nhất. Chúng được thể hiện ở các tiêu chí đánh giá theo TCVN 7368:2012 (mẫu vỡ, có hoặc không có lỗ thủng, các yêu cầu về khối lượng tổng mảnh vỡ tách ra, khối lượng mảnh vỡ lớn nhất.v.v..).

+ Kính phẳng tôi nhiệt: Kính phẳng tôi nhiệt được chia làm hai chủng loại: kính bán tôi (heatstengthened) và kính tôi (full tempered). Đối với kính bán tôi, tiêu chí đánh giá là ứng suất bề mặt. Đối với kính tôi, tiêu chí đánh giá là độ bền va đập (bi rơi, con lắc), ứng suất bề mặt và độ vỡ mảnh. Trong khi tiêu chí độ bền va đập đánh giá mức độ an toàn đối với mô phỏng va đập thường thấy trong sinh hoạt của con người (vật thể bay, năng lượng va chạm phổ biến) thì tiêu chí ứng suất bề mặt đánh giá mức độ tôi, thể hiện ở ứng suất đạt được trong nội tại vật liệu, và độ vỡ mảnh đảm bảo cho mức độ an toàn trước các sát thương có thể gây ra của các mảnh vỡ.

Nhóm tiêu chí kỹ thuật đánh giá khả năng chịu nhiệt, chịu ẩm được quy định với hai nhóm kính: kính dán nhiều lớp, kính dán an toàn nhiều lớp có đặc tính chịu nhiệt và kính gương.

+ Kính dán nhiều lớp, kính dán an toàn nhiều lớp có đặc tính chịu nhiệt: mục tiêu của tiêu chí là đánh giá độ bền của lớp phim xen giữa cũng như chất lượng gia công dán, ép trước các tác động của nhiệt độ và độ ẩm. Chúng cho phép đảm bảo độ bền và tuổi thọ của kính trước tác động của môi trường, đặc biệt môi trường nhiệt đới nóng ẩm.

+ Kính gương: Tiêu chí độ bền chịu ẩm đánh giá khả năng chống chọi của lớp sơn bảo vệ lớp phản xạ dưới tác động của hơi ẩm tại một nhiệt độ xác định. Sử dụng kính hiển vi để phóng đại và đánh giá mẫu sau khi thử.

Theo các tiêu chuẩn hiện hành, nhóm tiêu chí kỹ thuật đánh giá độ bền của vật liệu trước tác động của môi trường được

quy định thử nghiệm cho kính phủ phản quang, kính dán nhiều lớp, kính dán an toàn nhiều lớp, kính mẫu hấp thụ nhiệt và kính gương.

+ Tiêu chí độ bền bức xạ: được quy định kiểm tra đối với kính phủ phản quang, kính dán nhiều lớp và kính dán an toàn nhiều lớp. Nguyên tắc của phương pháp này là thử nghiệm độ bền của lớp phủ phản quang, lớp phim dán xen giữa dưới tác động của bức xạ mặt trời với thời gian yêu cầu là 2000 h. Tiêu chí đánh giá là độ lão hóa của lớp vật liệu phủ, lớp phim xen giữa, đánh giá bằng chênh lệch độ truyền sáng trước và sau quá trình chịu bức xạ. Do thời gian thử nghiệm kéo dài nên được thực hiện khi lựa chọn nhà cung cấp vật liệu cho công trình.

+ Tiêu chí độ bền axit, kiềm, mài mòn: được quy định thử nghiệm cho kính phủ phản quang với mục đích đánh giá độ bền của lớp phủ phản quang trước các tác động cơ học cũng như tác động của các môi trường hóa học do lớp phủ phản quang có bản chất là các lớp oxit kim loại tráng phủ trên bề mặt kính nền. Nguyên tắc của phương pháp này là ngâm mẫu trong môi trường có độ PH xác định trong một thời gian quy định cũng như chịu tác động mài mòn dưới 1 áp lực định trước và kiểm tra mức ăn mòn, bào mòn lớp phủ bằng cách đo chênh lệch độ truyền sáng.

+ Tiêu chí độ bền hơi muối: được yêu cầu thực hiện đối với kính gương với mục đích đánh giá độ bền của lớp sơn bảo vệ dưới tác động của môi trường hơi muối. Nguyên tắc của phương pháp này là lưu mẫu trong môi trường có nồng độ muối (NaCl) nhất định sau một khoảng thời gian quy định thì đưa ra kiểm tra mức độ tác động đến lớp sơn bảo vệ xem liệu có hay không sự bong, rộp.

+ Tiêu chí độ bền nước của thủy tinh: Độ bền nước của thủy tinh đặc trưng cho khả năng chịu được tác dụng ăn mòn của nước, thể hiện bằng lượng kiềm tan ra từ thủy tinh trong nước. Do quy trình công nghệ, để giảm nhiệt độ nóng chảy của thủy tinh xây dựng nên bài phối liệu có thành phần là  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (soda), tuy nhiên nhược điểm là thành phần này rất dễ bị hòa tan trong nước tạo ra 1 dung dịch hòa tan  $\text{SiO}_2$  (thành phần tạo mạng thủy tinh) kết quả gây nên sự ăn mòn thủy tinh. Vậy độ bền nước của thủy tinh, theo TCVN 1046:1988 được xác định bằng cách xác định lượng kiềm tan ra từ các hạt thủy tinh có kích thước 0,315mm đến 0,5mm ở 980C bằng phương pháp chuẩn độ.

Trong những năm trở lại đây, các tiêu chí quang học liên quan đến tiết kiệm năng lượng và kiến trúc ngày càng được chú trọng như: độ truyền sáng, phản xạ ánh sáng, mức truyền năng lượng bức xạ mặt trời, mức phản xạ năng lượng bức xạ ánh sáng mặt trời, mức ngăn nhiệt bức xạ mặt trời, U-Value, R-Value. Các tiêu chuẩn trong nước đã được xây dựng để đánh giá và thử nghiệm các tiêu chí này. Cụ thể

- Kính nổi, kính kéo quy định chỉ tiêu: độ truyền sáng;
- Kính phủ phản quang quy định chỉ tiêu: mức phản xạ năng lượng bức xạ mặt trời;

- Kính mẫu hấp thụ nhiệt quy định chỉ tiêu: mức truyền năng lượng bức xạ mặt trời;
- Kính hộp gắn kín cách nhiệt quy định chỉ tiêu: mức ngăn nhiệt mặt trời và độ cách nhiệt.

Đặc điểm chung của các phương pháp xác định tính chất quang học là sử dụng máy quang phổ với nguồn sáng mô phỏng dải phổ bức xạ mặt trời để đo các mức truyền, hấp thụ các ánh sáng trong các dải bước sóng nhất định, từ đó tính toán ra các mức truyền, phản xạ ánh sáng, năng lượng bức xạ. Tiêu chuẩn đo đạc và tính toán đã được xây dựng và thể hiện ở TCVN 7737:2007. Hiện nay đã có các thiết bị cầm tay để xác định các thông số tổng hợp trên với số liệu đo đạc được tính toán tự động và số liệu cuối cùng được hiển thị trực tiếp. Đối với chỉ tiêu độ cách nhiệt, truyền nhiệt: Hiện đã ban hành tiêu chuẩn TCVN 9052:2013 – Xác định hệ số U – Phương pháp tính và phương pháp tính theo TCVN 8260:2009 – Kính hộp gắn kín cách nhiệt. Tuy nhiên các phương pháp tính trong tiêu

chuẩn này cần thông số đầu vào được đo đạc riêng nên phù hợp để thiết kế sản phẩm trước khi đưa vào sản xuất, lắp đặt. Dưới đây là 1 ví dụ tính toán hệ số U (theo TCVN 9052:2013) Hiện nay để xác định độ cách nhiệt, truyền nhiệt bằng phương pháp đo trực tiếp có thể được thực hiện theo ASTM C 518 – Standard Test Method For Steady-State Thermal Transmission Properties by Mean of the Heat Flow Meter Apparatus, ASTM C 1155 – Determining Thermal Resistance of Building Envelope Components from In-situ Data bằng thiết bị chuyên dụng đo U-value (W/m<sup>2</sup>.K).

Vật liệu kính ngày càng được ưa chuộng trong thiết kế và sử dụng tại các công trình xây dựng với những ưu thế đặc trưng về khối lượng và kết cấu, đặc biệt là tính thẩm mỹ. Xu hướng phát triển của chủng loại vật liệu này sẽ tập trung nhiều vào hiệu ứng hình ảnh, tiết kiệm năng lượng. Đây cũng là cơ hội và thách thức cho các đơn vị kiểm định đối với các tính năng đa dạng liên tục được cải tiến.

**D.2 Ví dụ: xác định hệ số truyền nhiệt đối với kính 2 lớp với những đặc tính sau: cấu trúc 4/12/4 thủy tinh kiềm; một lớp khí là SF6.**

Công thức số	Công thức tính	Thông số	Kết quả
8	$Pr = \frac{\mu c}{\lambda}$	$\mu = 1,497 \cdot 10^{-5} \text{ (kg/m.s)}$ $c = 0,614 \cdot 10^3 \text{ (J/kg.K)}$ ; $\lambda = 1,345 \cdot 10^{-5} \text{ (W/m.K)}$	683,39
7	$Gr = \frac{9,81 \cdot s^3 \cdot \Delta T \cdot \rho^2}{T_m \mu^2}$	$s = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ; $\Delta T = 15 \text{ K}$ ; $T_m = 293 \text{ K}$ $\rho = 6,118 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ ; $\mu = 1,497 \cdot 10^{-5} \text{ (kg/m.s)}$	216876,10
6	$Nu = A(Gr Pr)^n$	$A = 0,035$ ; $n = 0,38$	44,57
5	$h_g = Nu \frac{\lambda}{s}$	$s = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ; $\lambda = 1,345 \cdot 10^{-5} \text{ (W/m.K)}$	0,0499
4	$h_r = 4\sigma \left( \frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right)^{-1} T_m^3$	$\epsilon_1 = \epsilon_2 = 0,837$ ; $T_m = 293 \text{ K}$ $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K}^4\text{)}$	4,0913
3	$h_s = h_r + h_g$	$h_r = 4,09$ ; $h_g = 0,05$	4,1412
2	$\frac{1}{h_t} = \frac{1}{h_s} + d_1 \cdot r_1$	$d = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ; $r = 1,0 \text{ mK/W}$ ;	0,2455
1	$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_t} + \frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{k/W}$ ; $\frac{1}{h_i} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{k/W}$	0,4155
	<b>U</b>		<b>2,4</b>

# PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ SỰ LÀM VIỆC LỚP KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG BẰNG BÊ TÔNG ASPHALT TRÊN MẶT CẦU ĐƯỜNG Ô-TÔ BÊ TÔNG CỐT THÉP Ở VIỆT NAM

Ngô Văn Minh, Nguyễn Hữu Thuấn

Bộ môn Cầu Hầm, Trường ĐH Giao thông vận tải

**Bài báo này trình bày phân tích về ứng xử của lớp kết cấu áo đường bằng bê tông asphalt trên mặt cầu đường ô-tô bê tông cốt thép ở Việt Nam. Đưa ra được các thí nghiệm và thiết bị đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới để đo đặc biến dạng và ứng suất trong lớp kết cấu áo đường asphalt. Thông qua việc áp dụng các điều kiện thực tế ở Việt Nam cùng với đó tiến hành đo đạc thực tế và mô hình sử dụng phần tử hữu hạn trên Abaqus đối với cầu Hàn thuộc dự án cầu Hàn và tuyến đường hai đầu cầu, TP Hải Dương, Tỉnh Hải Dương để hiểu rõ hơn về sự làm việc giữa bản mặt cầu bê tông và lớp phủ Asphalt và có thể giải thích được các hiện tượng trôi lún, trượt, hằn lún vệt bánh xe trên mặt cầu.**

## 1. Đặt vấn đề

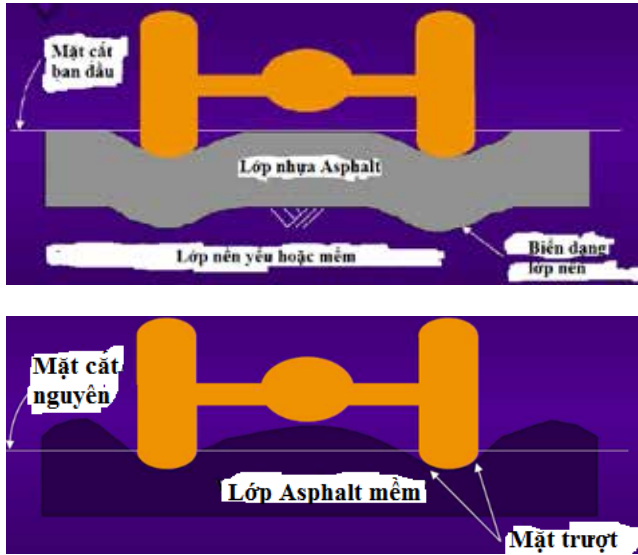
Ở Việt Nam, lớp phủ mặt cầu bằng bê tông Asphalt (áo đường mềm) cho cầu được sử dụng rất rộng rãi trong các công trình xây dựng mới hoặc sửa chữa, nâng cấp cải tạo cầu cũ do có một số tính năng phù hợp hơn so với lớp phủ mặt cầu bằng bê tông xi măng (áo đường cứng). Lớp phủ mặt cầu bằng bê tông Asphalt ngoài việc đáp ứng được các yêu cầu cơ bản của lớp phủ mặt cầu có lợi thế về khả năng tạo ra êm thuận cho xe chạy, nâng cao hiệu quả khai thác của cầu, đồng thời tương đối thuận tiện cho sửa chữa bảo dưỡng.

Tuy nhiên bên cạnh những tính năng tốt, lớp phủ mặt cầu bằng bê tông Asphalt cũng còn tồn tại nhiều vấn đề đòi hỏi tiếp tục nghiên cứu giải quyết. Một trong những tồn tại là sự xuất hiện tương đối phổ biến của các dạng hư hỏng khác nhau trên lớp phủ mặt cầu dạng này trong quá trình khai thác, sử dụng. Theo các số liệu thống kê (xem [Bộ GTVT, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp bộ: Hư hỏng trên lớp phủ mặt cầu tại Việt Nam, 2010]), mật độ xảy ra hư hỏng ở lớp phủ mặt bằng Asphalt trên các công trình cầu cao hơn nhiều so với lớp phủ mặt đường, mặc dù xét về mặt khối lượng, diện tích lớp phủ mặt cầu đã được thi công ít hơn nhiều so với lớp phủ mặt đường. Nguyên nhân của các hư hỏng này thường được lý giải là do việc lớp phủ mặt cầu thường xuyên phải chịu các tải trọng quá tải (tải trọng bánh xe lớn hơn nhiều so với tải trọng thiết kế).

Đây chắc chắn là một nguyên nhân lớn dẫn đến các hư hỏng trên lớp phủ mặt cầu bằng bê tông Asphalt. Tuy nhiên cũng cần lưu ý rằng tải trọng xe quá tải không chỉ tác động lên lớp phủ mặt cầu mà còn tác động lên lớp phủ mặt đường. Vậy nên chỉ xét nguyên nhân từ xe quá tải là không đủ để giải thích được mật độ hư hỏng lớn của lớp phủ mặt cầu so với lớp phủ mặt đường. Ngoài ra trong hầu hết trường hợp, lớp phủ mặt cầu có dạng hư hỏng khác so với dạng hư hỏng thường xảy ra trên lớp phủ mặt đường. Điều này gợi ý đến một nguyên nhân rất quan trọng khác đến từ bản thân thiết kế và trạng thái làm việc (ứng suất, biến dạng) của của lớp phủ Asphalt trên mặt cầu.



Ở nước ta, hiện chưa có một chỉ dẫn thiết kế chuẩn cho kết cấu áo đường mềm (áo đường bằng vật liệu Asphalt) trên cầu. Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22-TCN-272-05 không coi lớp phủ mặt cầu là một bộ phận của kết cấu chịu lực, do đó cũng đưa ra hướng dẫn cụ thể về phân tích, tính toán sự làm của lớp này. Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22-TCN-272-05 cũng không đưa ra các yêu cầu cụ thể về thiết kế cấu tạo cho lớp phủ mặt cầu.



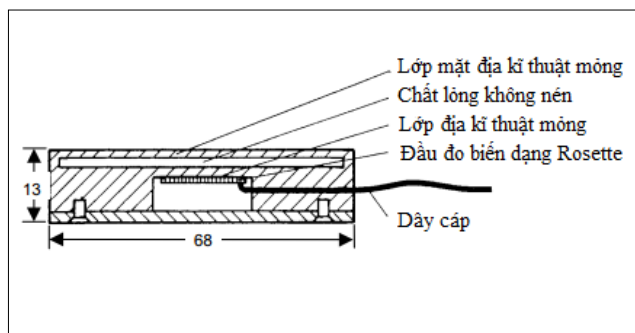
Hình 1. Trạng thái làm việc của lớp áo đường mềm trên đường và lớp phủ mặt cầu bằng bê tông Asphalt trên cầu.

## 2. Các thiết bị đo ứng suất – biến dạng lớp bê tông asphalt trên thế giới

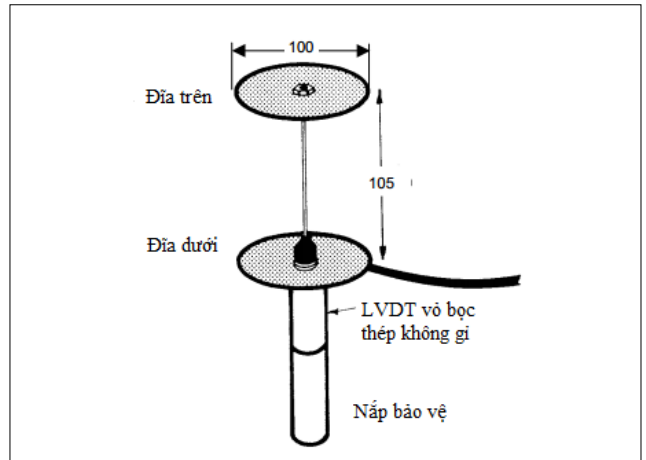
### 2.1. Thí nghiệm mặt đường Đan Mạch

Thí nghiệm được thực hiện bởi Tiến sĩ Wei Zhang của trường Đại Học kỹ thuật Đan Mạch và Robin A.Macdonald của Viện đường bộ Đan Mạch.

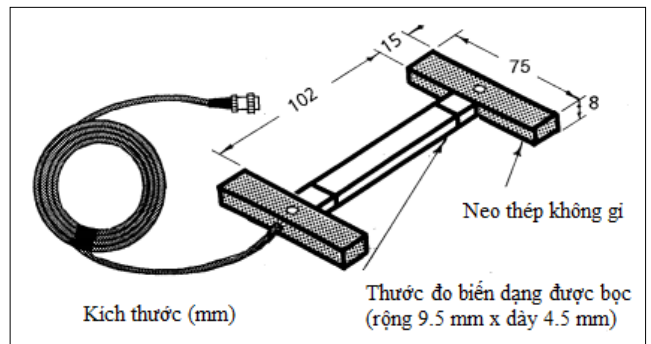
### 2.2. Sử dụng cảm biến biến quang học và phát triển hệ thống quan trắc



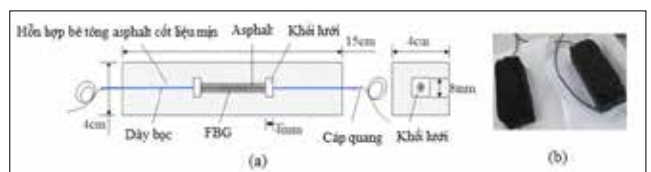
Hình 1. Thiết bị hộp đo áp lực đất



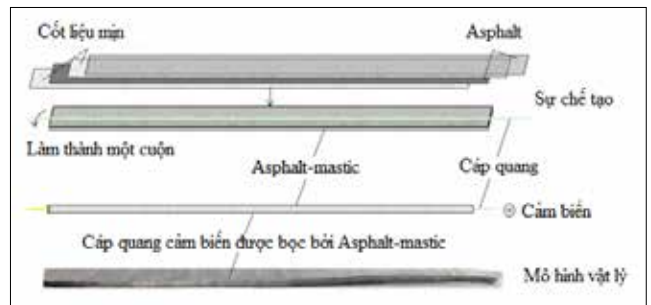
Hình 2. Thiết bị đo áp lực đất



Hình 3. Thiết bị đầu đo biến dạng Asphalt



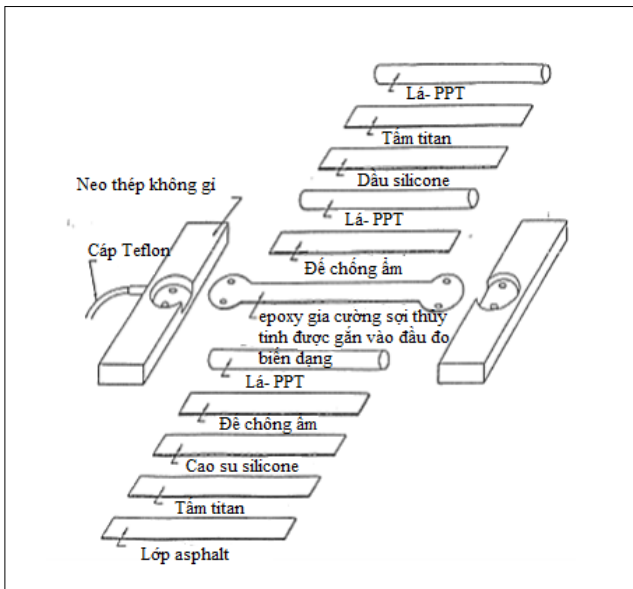
Hình 4. Phác họa và ảnh thực tế cho cảm biến FBG trong hỗn hợp Asphalt



Hình 5. Quá trình sản xuất cảm biến OF được bọc Asphalt – Mastic



Hình 6. Việc đặt đầu đo ngoài thực tế

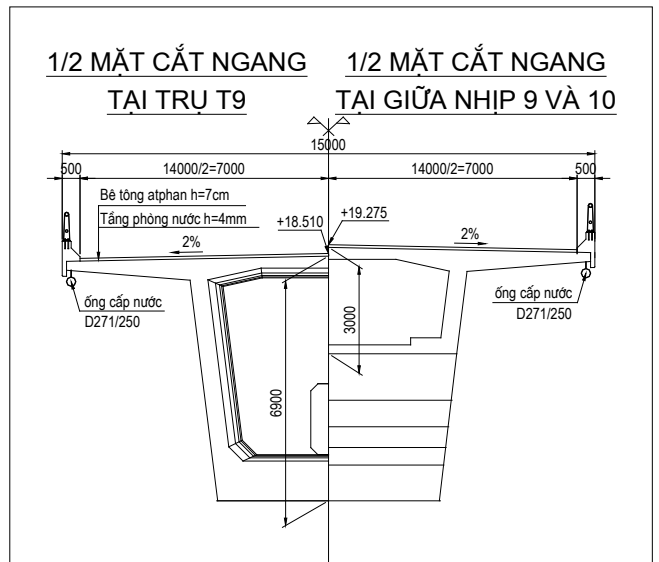


Hình 7. Cấu tạo của đầu đo biến dạng trên thị trường

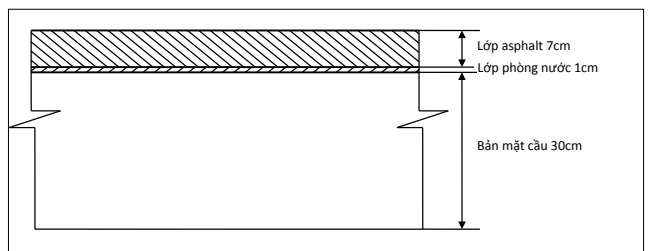
### 3. Áp dụng cầu thực tế tại Việt Nam

Qua nghiên cứu, sự phổ biến của cầu bê tông dự ứng lực đúc hẫng, nên quyết định lựa chọn cầu Sông Hàn: Cầu Hàn thuộc dự án cầu Hàn và tuyến đường hai đầu cầu, TP Hải Dương, Tỉnh Hải Dương với các thông số kĩ thuật chính như sau:

- Bề rộng cầu:  $B = 0.5 + 14 + 0.5 = 15\text{m}$
- Nhịp chính ( $70 + 2 \times 110 + 70$ ) dùng dầm hộp liên tục BTCT UST thi công bằng phương pháp đúc hẫng cân bằng. Mặt ngang cầu gồm 1 dầm hộp, chiều cao dầm hộp trên trụ chính là 6.9m và trụ biên là 3m
- Cấu tạo lớp phủ mặt cầu tại cầu Sông Hàn: trên mặt cầu bằng BTCT, sử dụng lớp phòng nước dày 10mm, trên lớp phòng nước sử dụng lớp bê tông Asphalt dày 70mm, lớp bản mặt cầu dày 300mm



Hình 8. Kích thước mặt cắt ngang cầu tại vị trí trụ và giữa nhịp

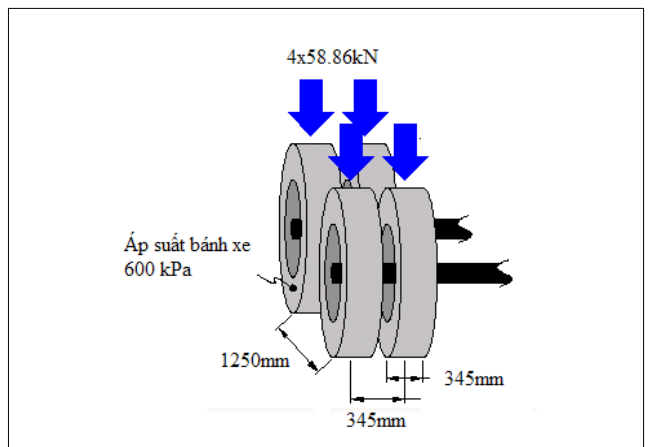


Hình 9. Cấu tạo bản mặt cầu cầu Sông Hàn

Như vậy, bản mặt cầu cầu Sông Hàn hoàn toàn phù hợp với yêu cầu áp dụng thực tiễn thí nghiệm quan trắc mặt đường asphalt trên cầu.

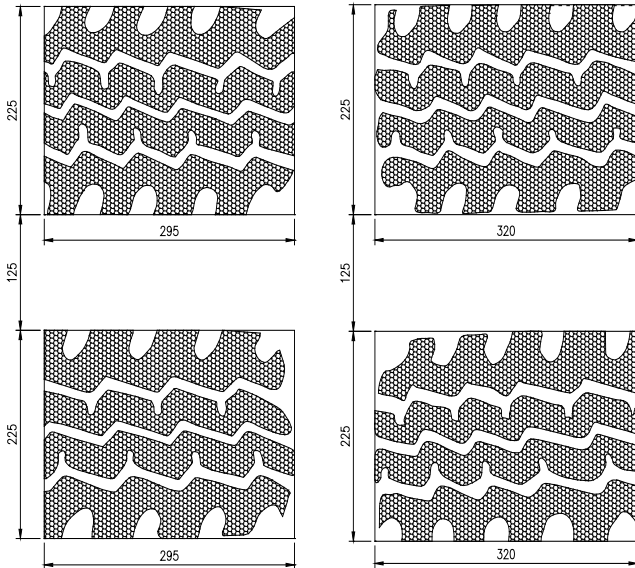
### 3.1. Bố trí thí nghiệm

#### Tải trọng

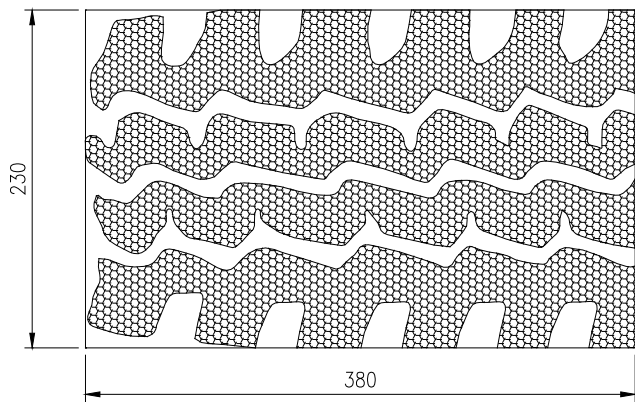


Hình 10. Cấu hình bánh xe phổ biến ở Việt Nam

Tải trọng xe bằng 30 T, tải trọng xe tác dụng lên cặp trục sau bằng 12 T trên một trục, tải trọng tác dụng lên 1 bánh xe bằng 6 Tấn, tương ứng với  $6 \times 9.81 = 58.86 \text{ kN}$ . Khoảng cách giữa 2 trục xe theo phương dọc cầu bằng 1250mm, khoảng cách giữa 2 bánh xe theo phương ngang bằng 345mm. Diện tích bánh xe tác dụng lên bản mặt cầu thông qua thực đo như sau:



Hình 11. Kích thước bánh sau bên trái (bánh kép)

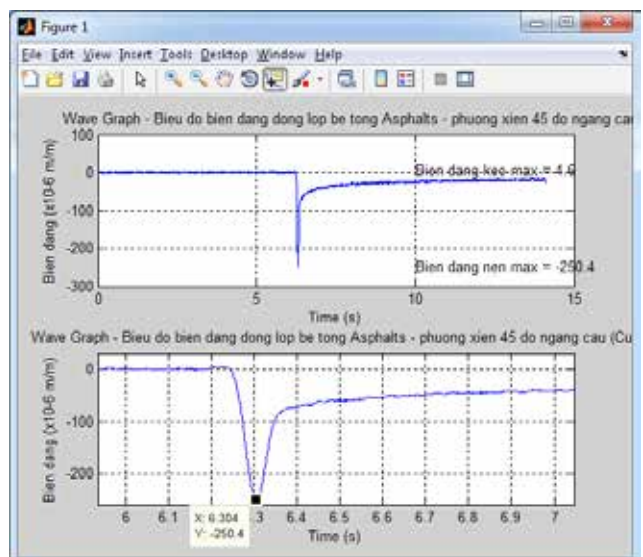
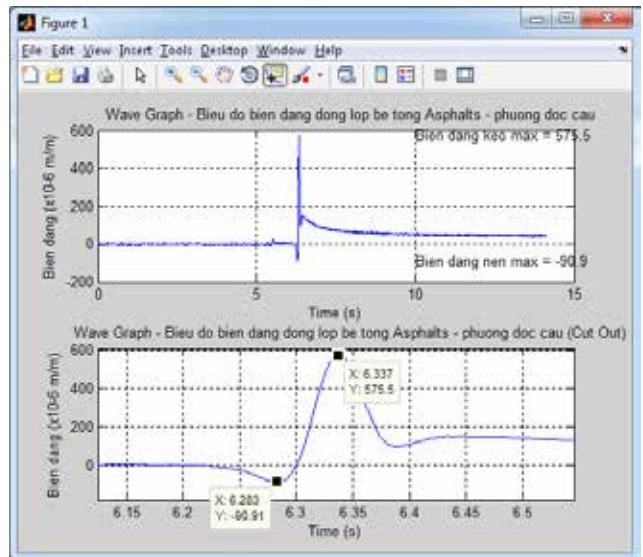
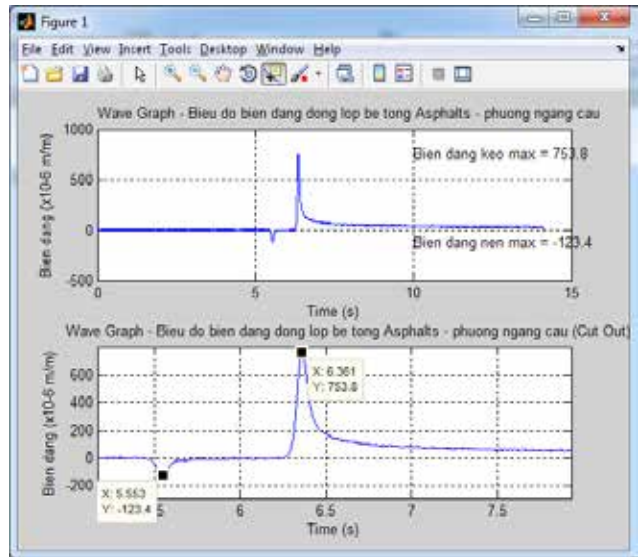


Hình 12. Kích thước bánh trước trái

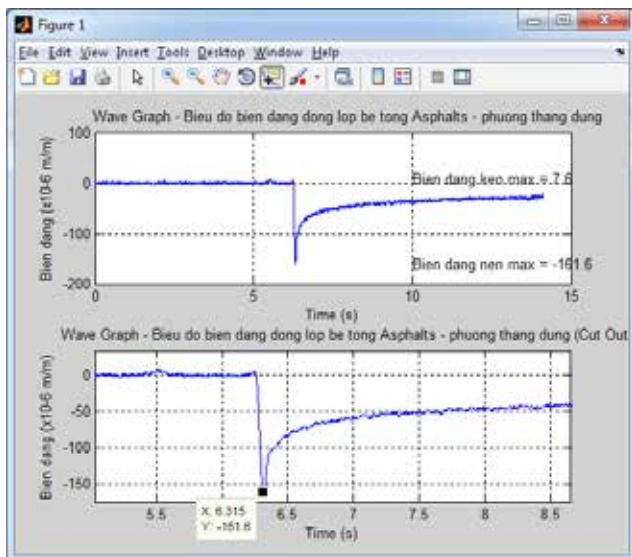
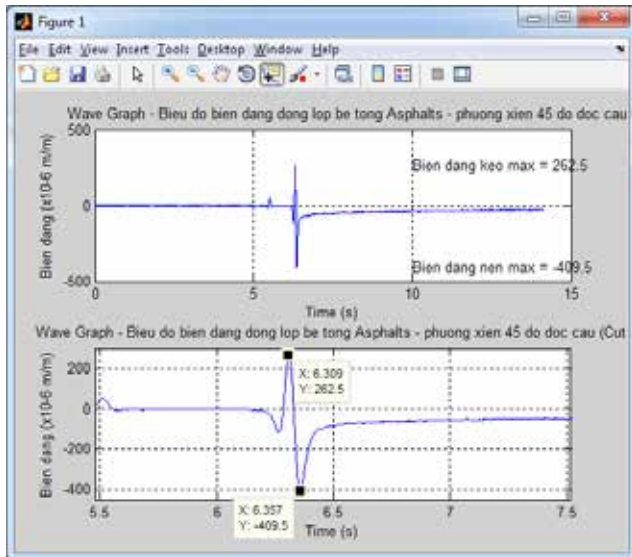
### 3.2. Kết quả thí nghiệm

Kết quả đo tại mặt cắt đỉnh trụ cách mép dài phân cách 3.95m  
 Kết quả chuyển vị thẳng đứng tại các mặt cắt dọc cầu cho thấy những nhận xét sau:

- Với các mặt cắt nằm trong phạm vi bánh xe hoặc sát gần bánh xe toàn bộ lớp phủ mặt cầu bị lún xuống ( $U_z > 0$ ). Chuyển vị lớn nhất ở mặt trên của lớp phủ và giảm dần theo chiều sâu, có giá trị xấp xỉ bằng không ở mặt tiếp xúc giữa lớp phòng nước và bản mặt cầu BTCT;
- Độ lún lớn nhất tại mặt bằng 355.2 (10<sup>-6</sup> m/m) nằm ở đỉnh lớp







phủ mặt cầu tại vị trí tìm bánh xe;  
 - Với các mặt cắt nằm đủ xa phạm vi bánh xe, mặt cầu có xu hướng bị trôi lên với độ trôi lớn nhất bằng 23.2 (10-6 m/m);  
 Kết quả chuyển vị dọc tại các mặt cắt dọc cầu cho thấy những nhận xét sau:  
 - Với các mặt cắt nằm trong phạm vi bánh xe hoặc sát gần bánh xe thì hiện tượng cắt trượt xảy ra lớn. Mặt phẳng trượt xảy ra giữa hai lớp asphalt và bản mặt cầu  
 - Biến dạng cắt lớn nhất bằng 575.5(10-6 m/m) nằm ở vị trí đáy lớp asphalt giao với lớp bản mặt cầu ngay dưới vị trí tìm bánh xe;

**4. Mô hình trên mô hình phần tử hữu hạn**

**Vật liệu mô hình hóa**

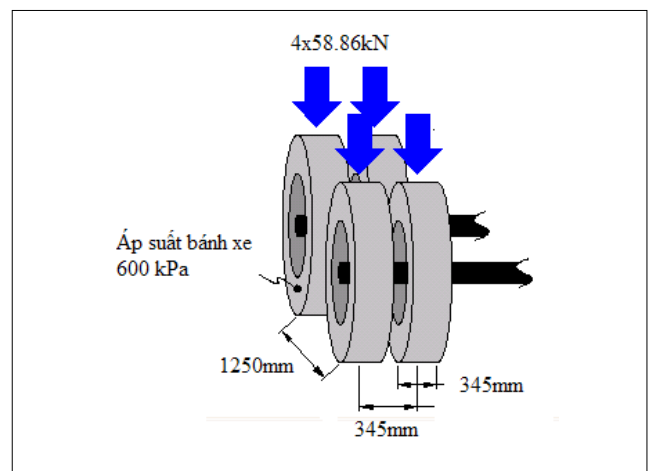
Trên mặt cầu bằng BTCT, sử dụng lớp phòng nước dày 4mm, trên lớp phòng nước sử dụng lớp bê tông Asphalt dày 70mm. Mô đun đàn hồi của vật liệu Asphalt của lớp áo đường mềm

thay đổi theo các giá trị nhiệt độ khác nhau: bằng 20000MPa tại 0 độ C, 10000 MPa tại 15 độ C, 6000 MPa tại 25 độ C, 4500MPa tại 30 độ C, 2000MPa tại 40 độ C và bằng 750MPa tại nhiệt độ 50 độ C. Hệ số Poisson tương ứng cho các nhiệt độ khác nhau bằng 0.26, 0.41, 0.47, 0.48, 0.49, 0.5.

Mô đun đàn hồi của lớp dính bám (cũng là lớp phòng nước) tại các nhiệt độ khác nhau lần lượt bằng 330 MPa, 165 MPa, 100 MPa và 75 MPa tại 0, 15, 25, 30 và 40 độ C. Hệ số Poisson bằng 0.10 cho tất cả các nhiệt độ.

Tình trạng nhiệt độ của các lớp thay đổi như sau:

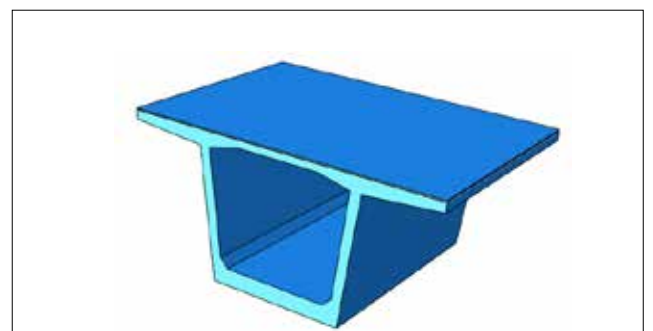
- Nhiệt độ trong lớp Asphalt bằng 40 độ C, do vậy lớp này có mô đun đàn hồi bằng 2000MPa và hệ số Poisson bằng 0.49;
- Lớp chống thấm có mô đun đàn hồi bằng 75 MPa và hệ số Poisson bằng 0.1;



Hình 13. Mô hình tải trọng bánh xe đôi, hai trục thường gặp ở Việt Nam

**Mô hình tải trọng xe tác dụng lên bản mặt cầu**

Với mô hình này, chúng ta xét tải trọng xe bằng 30 T, tải trọng xe tác dụng lên cặp trục sau bằng 12 Tấn trên một trục, tải trọng tác dụng lên 1 bánh xe bằng 6 Tấn, tương ứng với  $6 \times 9.81 = 58.86kN$ . Khoảng cách giữa 2 trục xe theo phương dọc cầu bằng 1250mm, khoảng cách giữa 2 bánh xe theo phương

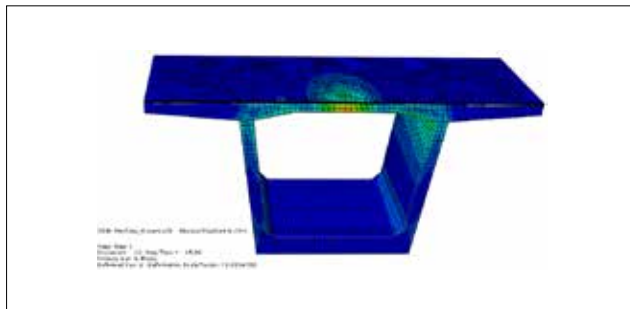


Hình 14. Hình chiếu 3D của mặt cắt dầm

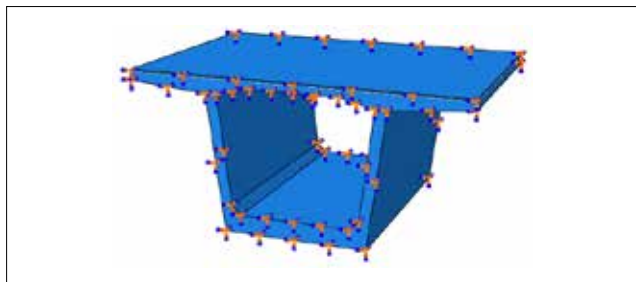




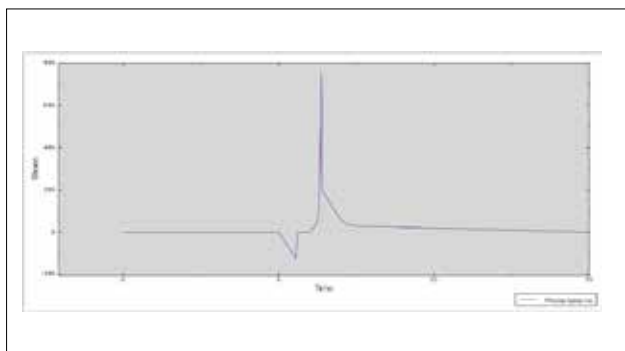
Hình 15. Mặt cắt ngang của dầm



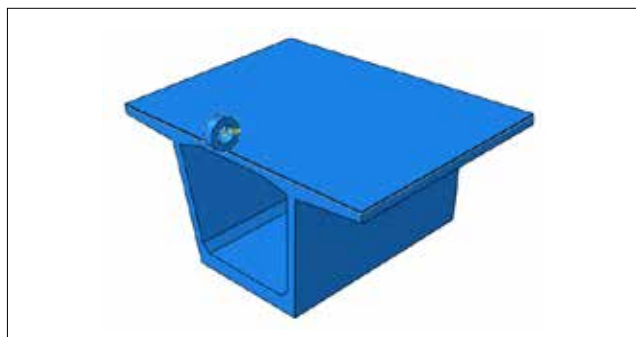
Hình 19. Phân bố ứng suất trên mặt cắt ngang dầm



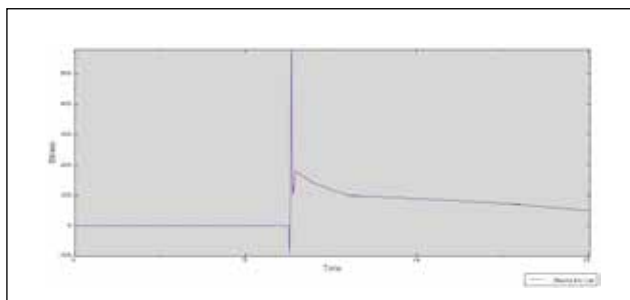
Hình 16. Điều kiện biên trên dầm



Hình 20. Biểu đồ biến dạng động trong lớp bê tông tông Asphalt theo phương ngang cầu



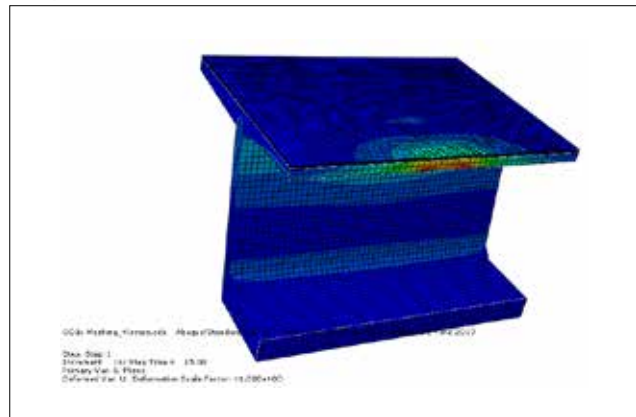
Hình 17. Mô hình 3D bánh xe và dầm



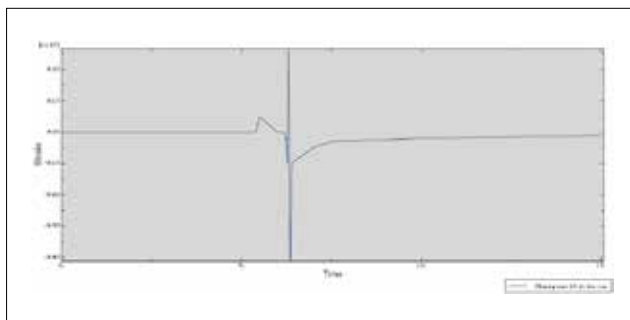
Hình 21. Biểu đồ biến dạng động trong lớp bê tông tông Asphalt theo phương dọc cầu

ngang bằng 345mm.

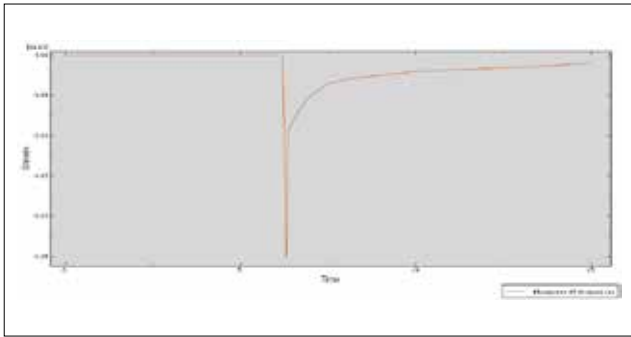
**Kết quả mô hình hóa**



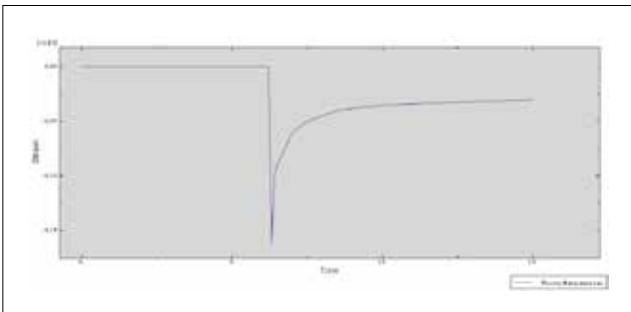
Hình 18. Phân bố ứng suất 3D trên dầm



Hình 22. Biểu đồ biến dạng động trong lớp bê tông tông Asphalt theo phương xiên 45 độ dọc cầu



Hình 23. Biểu đồ biến dạng động trong lớp bê tông tông Asphalt theo phương xiên 45 độ ngang cầu



Hình 24. Biểu đồ biến dạng động trong lớp bê tông tông Asphalt theo phương thẳng đứng cầu

Kết luận: như vậy, từ kết quả của mô hình cho thấy không có sự sai khác nhiều giữa kết quả đo thực nghiệm và mô hình trên Abaqus. Cho phép sử dụng mô hình Abaqus cho các thí nghiệm tiếp theo, với các thông số đầu vào về đặc trưng vật liệu, tải trọng lặp, điều kiện biên, nhiệt độ môi trường phù hợp với ứng xử thực tế.

## 5. Kết luận và kiến nghị

Sự làm việc của lớp kết cấu mặt đường Asphalt trên kết cấu bản mặt cầu là khác so với trạng thái làm việc của lớp phủ bằng bê tông Asphalt thường gặp trên đường bộ. Trong bản thân các công trình cầu, lớp phủ cho bản mặt cầu bằng thép trực hướng cũng có sự làm việc và do đó có dạng hư hỏng và cơ chế hình thành hư hỏng khác với lớp phủ cho bản mặt cầu bằng BTCT. Theo đó, kết cấu bản mặt cầu bằng BTCT do có độ cứng rất lớn so với lớp phủ mặt cầu bằng bê tông Asphalt nên thường xuất hiện những dạng hư hỏng do hiệu ứng “đè” như lún, lõm tại vị trí đặt bánh và trở ở vị trí mép bánh. Lớp phủ mặt cầu thép trực hướng thường có dạng hư hỏng như nứt, trượt, bong tróc và nứt do mỏi do lớp phủ mặt cầu bị biến dạng cùng với biến dạng của bản mặt cầu thép, trong khi cường độ của các lớp thuộc kết cấu lớp phủ mặt cầu bằng bê tông Asphalt nhỏ hơn thép nhiều lần. Vì thế, cần tiếp tục nghiên cứu và quan trắc sự làm việc của chúng dưới sự ảnh hưởng của nhiệt độ, tải trọng, tần suất xe, đặc tính vật liệu...

## Tài liệu tham khảo

- Bộ GTVT. (2006). Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế, 22-TCN-211-06.
- Bộ GTVT CH Pháp. French standard used for the determination of fatigue resistance for Asphalt concrete laid on steel deck bridge.
- Bộ GTVT. (2010). Đề tài nghiên cứu khoa học cấp bộ: Hư hỏng trên lớp phủ mặt cầu tại Việt Nam.
- Bộ GTVT. (2005). Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22-TCN-272-05. NXB Giao Thông Vận Tải.
- Caliendo, C. (2012). Stresses and Strains Prediction Model of Asphalt Pavements on Concrete Bridges. International Journal of Civil Engineering Research, 3 (2278-3652), 223-239.
- CHDCND Trung Hoa. (2004). Quy phạm thông dụng thiết kế cầu hầm quốc lộ JTG D60.
- Daivids, W. (2011). EverstressFE. University of Maine.
- Directorate of Public Roads. (2011). Bridge Decks - Waterproofing and Wearing Course. Norway.
- EAPA. (2013). European Asphalt Pavement Association-Asphalt pavement on bridge decks. Brussels, Belgium.
- Edoardo Bocci, F. C. (2012). Experimental Analysis Of Structural Experimental Analysis Of Structural Asphalt Concrete Pavements And Orthotropic Steel Deck Surfaces. TRB 91st Annual Meeting. Washington DC.
- EN 13103. (2006). The European Standard for Asphalt.
- LAGENG SHAO, Y. L. (2004). Research of structural properties of Asphalt pavement system on orthotropic steel bridge deck in full scale test.
- Medani T.O., S. A. (2006). Design aspects for wearing courses on orthotropic steel bridge. Delf: Delf University.
- Medani, T. (2006). Design Principles of Surfacing on Orthotropic Steel Bridge Decks. T.U Delf.
- Viện Giao thông Medio Ambiente. (1995). MOPTMA.

# CƠ QUAN THƯỜNG TRỰC MẠNG KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG CTXD VIỆT NAM

Địa chỉ: 37 Lê Đại Hành, Q. Hai Bà Trưng, Hà Nội  
ĐT: 04. 3976 0271 - Fax: 04. 3974 6596

**PHỤC VỤ HOẠT ĐỘNG CỦA  
HỘI ĐỒNG NGHIỆM THU NHÀ  
NƯỚC CÁC CTXD**

**PHỔ BIẾN VĂN BẢN  
QUY PHẠM PHÁP LUẬT**

**NGHIÊN CỨU KHOA HỌC,  
THỰC HIỆN CÁC DỰ ÁN, ĐỀ ÁN**

**TỔ CHỨC SỰ KIỆN**

**ĐÀO TẠO, BỒI DƯỠNG NGHIỆP  
VỤ TRONG XÂY DỰNG:**

- Giám sát thi công xây dựng
- Quản lý dự án đầu tư xây dựng
- Chỉ huy trưởng công trình
- An toàn lao động
- Giám đốc quản lý dự án
- Chứng nhận sự phù hợp về chất lượng CTXD
- Kiểm định, giám định CTXD

**DỊCH VỤ TƯ VẤN:**

- Kiểm định, Giám định chất lượng CTXD
- Chứng nhận sự phù hợp về chất lượng CTXD
- Thẩm tra thiết kế xây dựng công trình
- Quan trắc công trình xây dựng
- Quản lý dự án đầu tư CTXD
- Giám sát thi công xây dựng
- Tư vấn lập hồ sơ hoàn thành CTXD

## PHÒNG THÍ NGHIỆM CHUYÊN NGÀNH XÂY DỰNG LAS - XD 1298

**CHỨC NĂNG:** Trung Tâm Phát Triển Công Nghệ Quản Lý Và Kiểm Định Xây Dựng có chức năng giúp Cục Giám định tổ chức nghiên cứu khoa học, ứng dụng tiến bộ kỹ thuật, tư vấn, chuyển giao công nghệ, đào tạo và phát triển nghiệp vụ trong lĩnh vực quản lý chất lượng công trình xây dựng; điều hành mạng lưới kiểm định chất lượng công trình xây dựng; tổ chức thực hiện việc giám định chất lượng và chứng nhận chất lượng công trình xây dựng trên phạm vi cả nước.

