

**XÂY DỰNG PHẦN MỀM XÁC ĐỊNH ĐỘ CỨNG ĐỂ TÍNH TOÁN SÀN
PHẲNG BÊ TÔNG ỨNG LỰC TRƯỚC THEO TCXDVN 356:2005**
CONSTRUCTION OF SOFTWARE TO CALCULATE THE STIFFNESS B OF THE
POST-TENSIONED CONCRETE FLAT SLAB DESIGN IN ACCORDANCE WITH
VIETNAM CONSTRUCTION STANDARDS 356:2005

Trương Hoài Chính

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

TÓM TẮT

Việc tính toán độ võng thường phức tạp và tốn thời gian, do vậy trong một số tiêu chuẩn đưa ra các phương pháp thực hành nhằm đơn giản hoá quy trình tính toán. Việc tính toán độ võng thực chất là việc xác định độ cong của cấu kiện dưới tác dụng của tải trọng ngắn hạn, dài hạn cũng như ảnh hưởng của lực căng trước. Có thể căn cứ vào mô men ở từng tiết diện để tính ra độ cứng của nó rồi xác định độ võng, tuy nhiên như vậy dẫn đến quy trình tính toán quá phức tạp. Để đơn giản và giảm khối lượng tính toán, tiêu chuẩn cho phép xem độ cứng là không thay đổi trên đoạn cấu kiện có mô men cùng dấu và độ cứng được xác định theo mô men lớn nhất của đoạn cấu kiện đó.

Trong Bài báo này đề cập đến việc xây dựng phần mềm tính toán độ cứng B nhằm hỗ trợ dễ dàng cho việc tính toán độ võng của sàn bê tông ứng lực trước căng sau theo TCXDVN 356: 2005 trong thực tế thiết kế công trình.

ABSTRACT

The calculation of deflection is often complicated and time-consuming, so in a number of standards, practical performances are carried out to simplify the calculation process. The calculation of deflection is essential in determining the curvature of structures under the effect of short-term loads, as well as long-term effects of the previous tension. It is possible to base on the moment in each section to calculate its stiffness and determine its deflection, but such a process leads to complicated calculations. For simplification and reduction of the amount of calculations, the standards allowed for stiffness is unchanged on the structural components that have the same sign moment and the stiffness is determined by the maximum moment of such structures.

In this article, the construction of software to determine the stiffness B is discussed to facilitate the calculation of deflection of the post-tensioned concrete flat slab in accordance with the Vietnam Construction Standards 356:2005 in actual construction designs.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, khi thiết kế kết cấu sàn phẳng ứng lực trước, các kỹ sư thiết kế thường sử dụng tiêu chuẩn thiết kế của các nước như ACI (Mỹ), BS (Anh) do tính đơn giản, dễ sử dụng. Với kết cấu bê tông ULT, mối quan hệ giữa nội lực và cốt thép ULT là quan hệ qua lại, do vậy, việc phân tích, tính toán luôn phải tiến hành theo các vòng lặp để tìm ra giải pháp hợp lý đảm bảo độ tin cậy và tính kinh tế của hệ kết cấu. Theo quy trình tính toán của TCXDVN 356:2005, cấu kiện bê tông ULT được tính toán nhằm thoả mãn các

điều kiện theo trạng thái giới hạn về khả năng chịu lực, sau đó tiến hành kiểm tra theo các điều kiện trong giai đoạn sử dụng (điều kiện về biến dạng: độ võng, bề rộng vết nứt). Việc tính toán kiểm tra độ võng lại rất phức tạp, điều đó hạn chế đáng kể khả năng áp dụng tiêu chuẩn khi tính toán lặp. Khắc phục các bất cập khi áp dụng TCXDVN 356:2005 là sự cần thiết để có thể đưa tiêu chuẩn vào thực tế thiết kế.

2. Thiết lập quy trình tính toán độ võng của sàn bê tông ứng lực trước theo TCXDVN 356:2005

Quy trình tính toán độ võng được thiết lập dựa trên việc lựa chọn phương pháp PTHH để phân tích sàn bê tông ULT với quan niệm ULT như một tải trọng cân bằng. Phần mềm SAP2000 được chọn như công cụ chính để phân tích nội lực của sàn.

Các giả thiết:

- Lực trong cáp không đổi dọc theo chiều dài cáp.
- Độ dốc của cáp là nhỏ, vì vậy thành phần lực nén dọc là không đổi.

Khi tính toán được độ võng theo TCXDVN 356:2005 cần đánh giá độ cứng của phần tử sàn với các trường hợp:

- Xuất hiện hay không khe nứt trong vùng kéo.
- Tải trọng tác dụng dài hạn hay ngắn hạn.

Khi sử dụng các phần mềm theo phương pháp PTHH để phân tích nội lực sàn như SAP2000, ETABS, SAFE..., độ cứng của các phần tử: $D = \frac{E_c h^3}{12(1-\nu^2)}$ được xác định

theo lý thuyết đàn hồi, nghĩa là chỉ phụ thuộc vào chiều dày bản sàn và các đặc trưng đàn hồi của vật liệu (mô đun đàn hồi, hệ số Poisson). Do số lượng phần tử khá lớn, cần thiết phải xây dựng phần mềm phụ trợ để xác định độ cứng B của phần tử bê tông cốt thép có xét đến các yếu tố như sự xuất hiện vết nứt, tính chất tải trọng, từ đó tính toán

hệ số điều chỉnh độ cứng k :
$$k = \frac{B}{bD}$$

với: b - kích thước của phần tử theo phương vuông góc với mặt phẳng uốn đang xét.

Việc điều chỉnh độ cứng chống uốn đàn hồi của từng phần tử thành độ cứng B được xét đến thông qua hệ số k . Hệ số k của phần tử xác định theo từng phương. Trong các phần mềm như SAP2000, giá trị k được gán vào đặc trưng của phần tử bằng thông số điều chỉnh (*modification factors*).

Quy trình tính toán độ võng như sau:

1. Rời rạc hoá mặt bằng sàn thành các phần tử:
 - Bản sàn có thể được chia đều hoặc không đều (dải trên cột có thể chia nhỏ hơn thì sẽ chính xác hơn).
 - Cột đỡ sàn được mô hình thành 2 đoạn: cột trên và cột dưới, liên kết đầu trên và đầu dưới là ngàm (trương tự phương pháp khung tương đương).

Sử dụng phần mềm SAP2000 để nhập các thông số về kích thước hình học và

vật liệu, điều kiện biên.

2. Nhập các số liệu về tải trọng với các trường hợp như sau:
 - SW: trọng lượng bản thân bản sàn
 - SDL: trọng lượng phần vật liệu hoàn thiện (các lớp hoàn thiện, tường xây trên sàn,...)
 - LL: hoạt tải
 - CABLE: tải trọng do ứng lực trước bao gồm tải trọng thẳng đứng (phần tải trọng cân bằng của cáp theo 2 phương) và tải trọng ngang (phần lực nén do cáp gây ra).
3. Tính toán nội lực trong sàn do tác dụng của toàn bộ tải trọng. So sánh mô men uốn tại mỗi phần tử theo từng phương với mô men kháng nứt của tiết diện M_{crc} . Tại các phần tử có $M > M_{crc}$, khi tính toán độ cứng cần xét đến sự xuất hiện khe nứt trong vùng kéo.
4. Khi không xuất hiện khe nứt $M \leq M_{crc}$
 - 4.1. Tính độ võng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng (Δ_{sh}):
 - Thay hệ số điều chỉnh độ cứng k bằng $0,85$
 - Tính độ võng Δ_{sh} của bản sàn trên sơ đồ đàn hồi bằng SAP2000 với tổ hợp SW+ SDL+ LL+ CABLE
 - 4.2. Tính độ võng dài hạn Δ_l :
 - Thay hệ số điều chỉnh độ cứng k bằng $\varphi_{b1} / \varphi_{b2} = 0,425$
 - Tính độ võng Δ_l của bản sàn trên sơ đồ đàn hồi bằng SAP2000 với tổ hợp SW+ SDL+ CABLE
 - 4.3. Độ võng toàn phần là: $\Delta = \Delta_{sh} + \Delta_l$
5. Khi xuất hiện khe nứt $M > M_{crc}$
 - 5.1. Tính độ võng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng (Δ_l) được tiến hành theo các bước sau:
 - Tính mô men của bản sàn trên sơ đồ đàn hồi bằng SAP2000 với tổ hợp SW+ SDL+ LL+ CABLE.
 - Tính hệ số điều chỉnh độ cứng k của bản sàn theo từng phương bằng chương trình tính toán độ cứng.
 - Phân tích lại bản sàn trên sơ đồ đàn hồi có kể đến hệ số điều chỉnh độ cứng k bằng SAP2000.
 - Kết xuất độ võng Δ_l .
 - 5.2. Tính độ võng ngắn hạn của tải trọng dài hạn (Δ_2) :
 - Tính mô men của bản sàn trên sơ đồ đàn hồi bằng SAP2000 với tổ hợp SW+ SDL+ LL1(dài hạn)+ CABLE

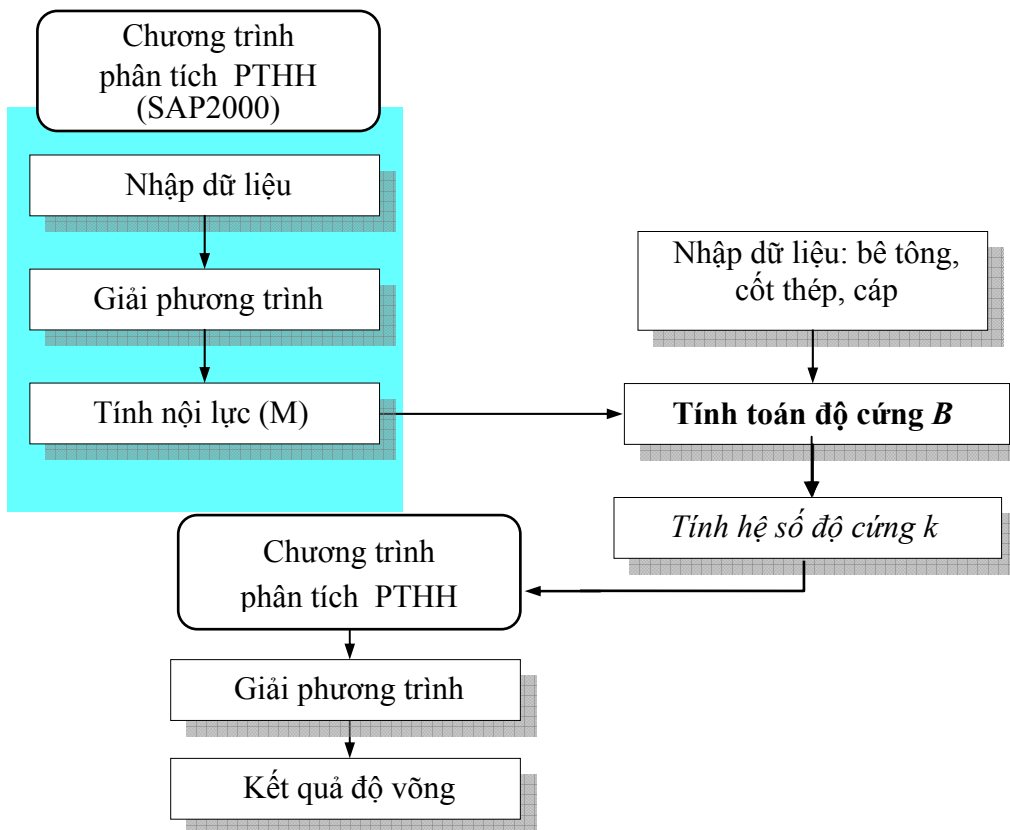
- Tính hệ số điều chỉnh độ cứng k của bản sàn theo từng phương bằng chương trình tính toán độ cứng.
- Phân tích lại bản sàn trên sơ đồ đàn hồi có kể đến hệ số điều chỉnh độ cứng k bằng SAP2000.
- Kết xuất độ võng Δ_2 .

5.3. Tính độ võng dài hạn của tải trọng dài hạn (Δ_3) :

- Tính mô men của bản sàn trên sơ đồ đàn hồi bằng SAP2000 với tổ hợp SW+SDL+LL1(dài hạn)+ CABLE.
- Tính hệ số điều chỉnh độ cứng k của bản sàn theo từng phương bằng chương trình tính toán độ cứng.
- Phân tích lại bản sàn trên sơ đồ đàn hồi có kể đến hệ số điều chỉnh độ cứng k bằng SAP2000.
- Kết xuất độ võng Δ_3 .

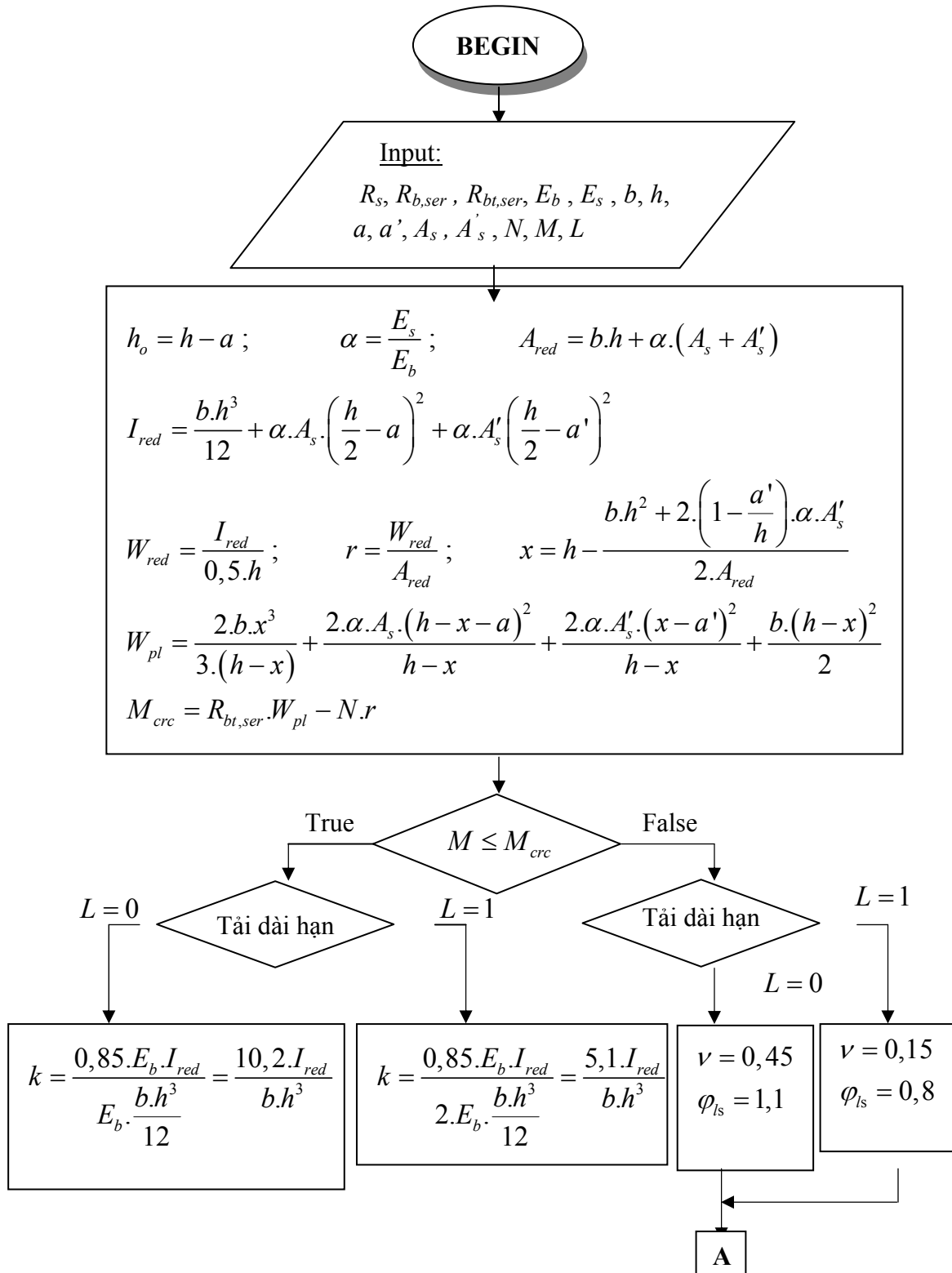
5.4. Độ võng toàn phần là: $\Delta = \Delta_1 - \Delta_2 + \Delta_3$

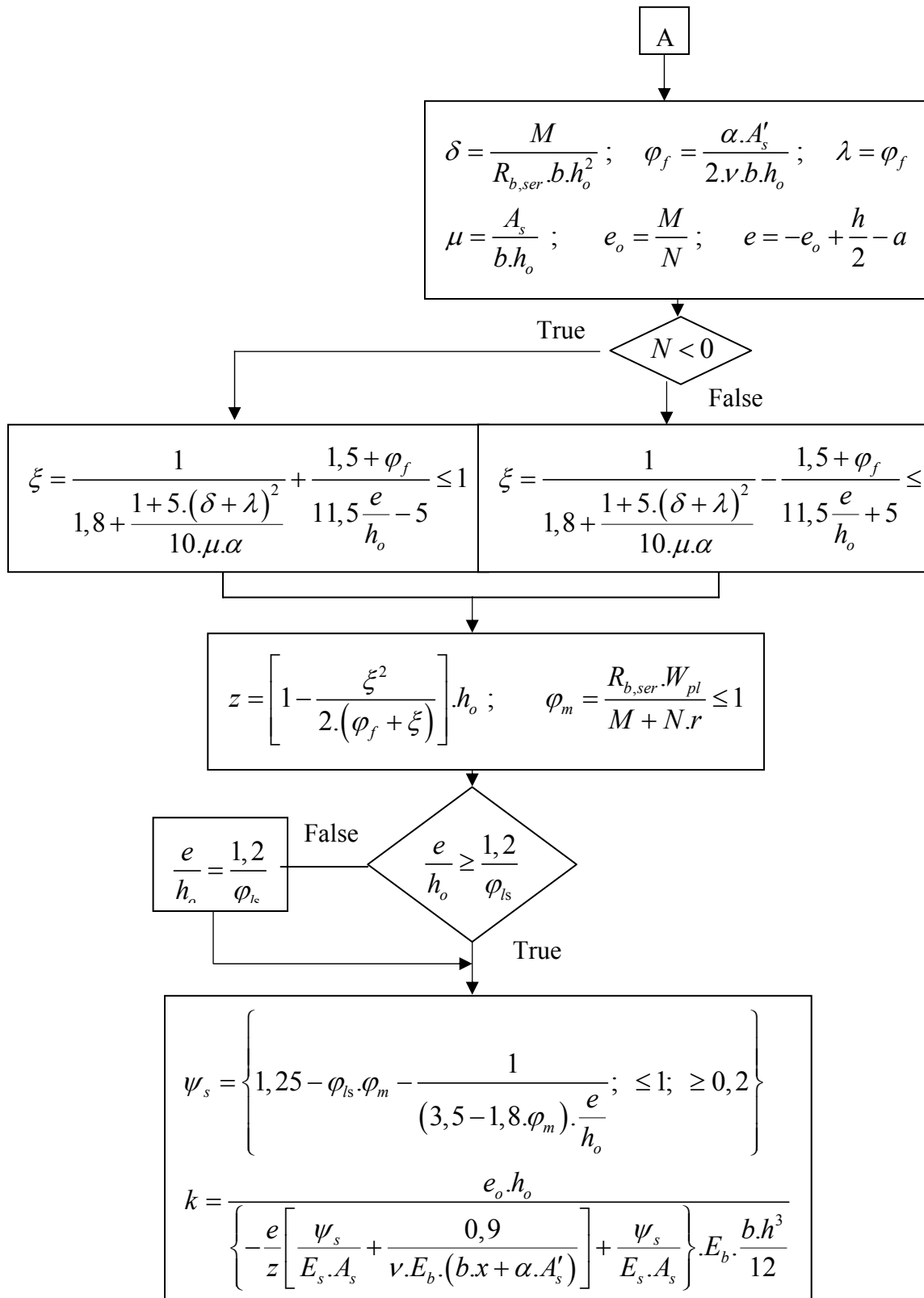
Dựa trên quy trình tính toán trên sẽ xây dựng phần mềm hỗ trợ tính toán độ võng của sàn bê tông ULT kết nối với phần mềm SAP2000 (xem hình 1).



Hình 1. Phần mềm hỗ trợ thiết kế sàn BT ULT theo TCXDVN 356:2005

Sơ đồ khối của phần mềm tính toán độ cứng được thể hiện trên hình 2.





Hình 2. Sơ đồ khối của phần mềm tính toán độ cứng của phần tử sàn

3. Kết luận

Việc xây dựng phần mềm để hỗ trợ tính toán độ cứng của sàn bê tông ứng lực trước theo TCXDVN 356:2005 và việc tính hệ số điều chỉnh độ cứng k bằng phần mềm trong trường hợp xuất hiện khe nứt $M > M_{crc}$ giúp cho việc xác định và tính toán lại độ cứng của sàn theo quy trình trên sẽ giảm được đáng kể khối lượng và có hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bijan O. Aalami, 1990, *Load Balancing: A Comprehensive Solution to Post-Tensioning*, ACI Structural Journal, V.87, No.6, November- December, pp. 662- 670.
- [2] Bijan O. Aalami and Jenniferd. Jurgens, 2003, *Guidelines for the Design of Post-Tensioned Floors*, Concrete International.
- [3] Edward G. Nawy, 1987, *Prestressed concrete – A fundamental approach*. Third Edition, Prentice Hall Inc.
- [4] Lin, T. Y. 1963, *Load- Balancing Method for Design and Analysis of Prestressed Concrete Structures*, ACI Journal, Proceedings V.60, No. 6, pp. 719-742.
- [5] Phan Quang Minh, Trương Hoài Chính, 2008, *Phương pháp gần đúng tính toán độ võng của sàn phẳng bê tông ứng lực trước theo TCXDVN 356-2005*. Tạp chí Xây dựng.
- [6] TCXDVN 356:2005 “ Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Tiêu chuẩn thiết kế”, Hà Nội-2005.