

BÀN VỀ CÁC PHƯƠNG PHÁP BÙ CO TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG NHÀ SIÊU CAO TẦNG Ở VIỆT NAM

● NGUYỄN THỊ MỸ THỊNH

TÓM TẮT:

Hiện nay, trên thế giới đã có rất nhiều nhà khoa học, nhiều công trình nghiên cứu về phương pháp bù co trong thi công xây dựng nhà siêu cao tầng. Tuy nhiên, ở Việt Nam, vấn đề này vẫn còn khá mới mẻ và quá trình thiết kế, tính toán, xử lý vấn đề vênh co bê tông cốt thép trong xây dựng nhà siêu cao tầng thường được thực hiện bởi các đơn vị tư vấn và nhà thầu xây dựng nước ngoài. Bài viết này, sẽ bàn về các phương pháp bù co trong thi công xây dựng nhà siêu cao tầng ở Việt Nam.

Từ khóa: bê tông cốt thép, nhà siêu cao tầng, thi công bê tông cốt thép, phương pháp bù co trong thi công xây dựng.

1. Đặt vấn đề

Trong thời gian gần đây, vấn đề thiết kế, tính toán, xử lý, kiểm soát vênh co giữa kết cấu cột vách và lõi cứng cũng được thực hiện trong quá trình thi công các tòa nhà siêu cao tầng ở Việt Nam như Bitexco Financial Tower (269 mét, 68 tầng), Keangnam Landmark 72 Hanoi (350 mét, 72 tầng); Lotte Center Hanoi (272 mét, 65 tầng); Vincom Landmark 81 (461 mét, 81 tầng) [1, 3, 5]. Tuy nhiên, quá trình này chỉ được thực hiện bởi các đơn vị tư vấn và nhà thầu xây dựng nước ngoài. Phải chăng phương pháp này ở Việt Nam vẫn còn khá mới mẻ, thực tiễn triển khai chưa nhiều. Bài viết này sẽ bàn về các phương pháp bù co trong thi công xây dựng nhà siêu cao tầng ở Việt Nam.

2. Các phương pháp bù co

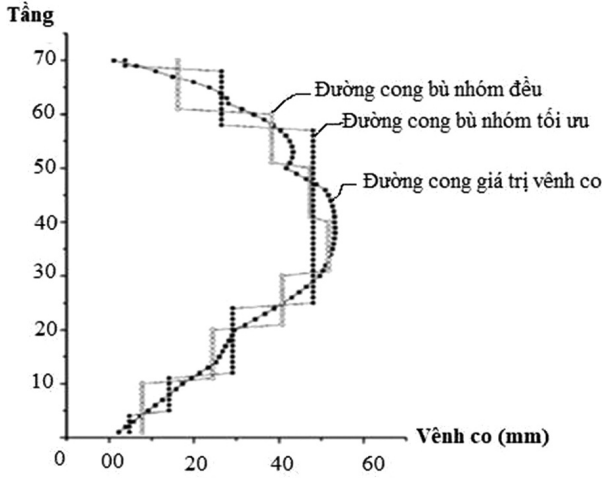
2.1. Bù co gộp nhóm

Trong thực tế thi công bù co, các tầng của tòa nhà thường được chia thành một số nhóm, thay vì

bù co tuyệt đối hay bù co đều. Các tầng trong một nhóm được bù co với giá trị điều chỉnh trung bình bằng tổng giá trị vênh co của cả nhóm chia cho số tầng trong nhóm. Do vậy, chiều cao của cấu kiện thẳng đứng được tăng thêm ở mỗi tầng theo giá trị hiệu chỉnh trung bình của nhóm. Ưu điểm của bù co theo nhóm so với bù co tuyệt đối và bù co đều là làm đơn giản quá trình thi công và kiểm soát công tác bù co.

Người ta đã đơn giản hóa phương pháp bù co theo nhóm là bù co gộp nhóm đều. Phương pháp này có ưu điểm là tính toán đơn giản. Tuy nhiên, số lượng nhóm gộp có thể nhiều dẫn đến phức tạp trong thi công, phương pháp này cũng khó kiểm soát được hiện tượng “vênh co ngược” do sai số bù co tích lũy tại một số cấp sàn có thể lớn hơn thiết kế quy định hoặc số nhóm bù có thể sẽ nhiều gây tốn kém chi phí và thời gian trong công tác thi công ván khuôn cột (Hình 1) [3].[6].

Hình 1: Phương pháp gộp nhóm đồng đều và gộp nhóm tối ưu trong bù co (3, 6)



2.2. Phương pháp gộp nhóm tối ưu OC (Optimal Compensation)

Trong phương pháp này, số lượng nhóm tầng trong một tòa nhà được giảm tối thiểu nhằm đơn giản công tác bù co trong quá trình thi công. Bên cạnh đó, bằng việc đưa vào các ràng buộc về độ lớn của sai số bù co tại mỗi tầng và trong nhóm tầng, giá trị vênh co sẽ được kiểm soát [6].

Bài toán bù co được thiết lập dưới dạng một bài toán tối ưu có ràng buộc với các biến thiết kế là số lượng nhóm gộp, số tầng trong mỗi nhóm và giá trị bù co trung bình cho từng nhóm. Tuy nhiên, có một số vấn đề tồn tại ở phương pháp OC đã đề xuất, đó là: 1) bài toán tối ưu hóa khá phức tạp với số biến thiết kế không cố định; 2) hàm mục tiêu thường đa cực trị, tức là kết quả có thể cho nhiều phương án bù co. Do đó, OC yêu cầu sử dụng các thuật toán tối ưu hóa đặc biệt để giải quyết. Trong nghiên cứu của phương pháp OC [6], thuật toán mô phỏng luyện kim song song SA (Simulated Annealing) [4, 7] đã được sử dụng để tính toán bù co tối ưu cho một tòa nhà 70 tầng. Cơ sở lý thuyết của phương pháp này được trình bày tại Hình 2.

Xét bài toán bù co cho một tòa nhà siêu cao tầng với các quy ước ký hiệu như sau:

- N_F là tổng số tầng trong tòa nhà; (thiết kế đã cho trước)
- N_G là số nhóm bù co của tòa nhà; (đại lượng cần tìm)

- N_i là số tầng trong nhóm bù co thứ i tương ứng; là biến số cần xác định

- x_j^i là vênh co (sau khi đổ bê tông sàn) thiết kế dự báo tại tầng thứ j trong nhóm thứ i ; (số liệu do tư vấn thiết kế cung cấp); ($j = 1 \div N_i$);

- δ_i^c là giá trị bù co trung bình của nhóm thứ i ; (biến số cần xác định).

Phương pháp bù lý tưởng là các giá trị trên thỏa mãn phương trình (2.1):

$$\sum_{i=1}^{N_G} N_i \delta_i^c - \sum_{j=1}^{N_F} x_j^i = 0 \quad (2.1)$$

Phương trình (2.1) được khai triển thành biểu thức (2.2):

$$N_i \delta_i^c = \sum_{j=1}^{N_F} x_j^i - \sum_{\substack{k=1 \\ (k \neq i)}}^{N_G} N_k \delta_k^c \quad (2.2)$$

Nhận xét: Nếu số tầng trong một nhóm bù N_i tăng thì số nhóm bù N_G giảm. Như vậy, để giảm tối đa số nhóm bù N_G , số hạng thứ 2 của biểu thức (2.2) phải nhỏ nhất và ta có hàm mục tiêu của phương pháp viết dưới dạng (2.3), như sau:

$$\text{Minimize} \sum_{\substack{k=1 \\ (k \neq i)}}^{N_G} N_k \delta_k^c = \sum_{j=1}^{N_F} x_j^i - N_i \delta_i^c \quad (2.3)$$

Do giá trị bù co trong một nhóm bù là giá trị trung bình nên sẽ tồn tại sai số bù co ở mỗi mức sàn, là chênh lệch giữa giá trị bù co và giá trị vênh co dự báo của thiết kế, đồng thời tồn tại sai số bù co tích lũy cho tất cả các nhóm bù. Theo đó, ta có (2.4), (2.5) là điều kiện ràng buộc. Trong đó: θ_i và θ_g là vênh co giới hạn được cho trước.

$$|x_j^i - \delta_i^c| \leq \theta_i, \text{ for } i = 1, \dots, N_F \quad (2.4)$$

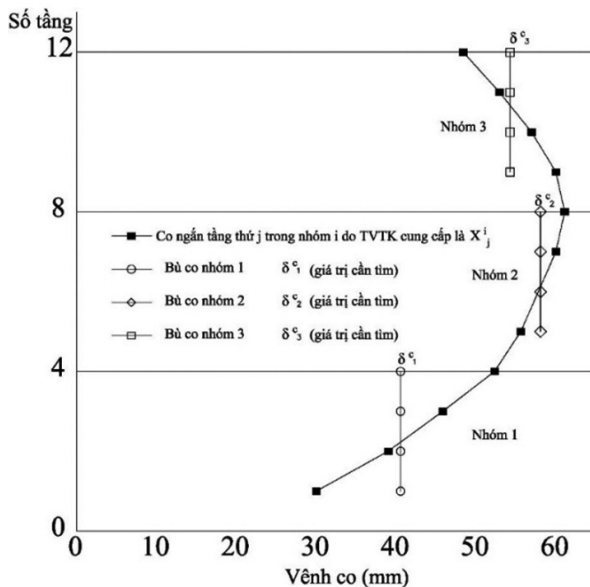
$$\left| \sum_{j=1}^{N_i} (x_j^i - \delta_i^c) \right| \leq \theta_g, \text{ for } i = 1, \dots, g \quad (2.5)$$

Thực hiện giải bài toán tối ưu theo (2.3) với điều kiện ràng buộc (2.4, 2.5) để xác định các thông số bù co: số nhóm bù co, số tầng trong mỗi nhóm và giá trị bù tương ứng của từng nhóm.

Phương pháp này trực tiếp tìm số nhóm bù tối thiểu, dẫn đến việc giải bài toán tối ưu tổng thể rất

phức tạp như: số biến thiết kế không cố định, tính toán phức tạp, hàm mục tiêu đa cực trị nên có thể cho nhiều kết quả khác nhau. Khó khả thi khi áp dụng trong thực tế. (Hình 2)

Hình 2: Mô tả phương pháp bù co tối ưu OC (6)



2.3. Phương pháp gộp nhóm trung bình di chuyển MAC (Moving Averaging Correction)

Phương pháp MAC không yêu cầu giải bài toán tối ưu hóa. MAC cũng là một phương pháp bù co theo nhóm tầng sử dụng các giá trị hiệu chỉnh trung bình. Khác với phương pháp bù co gộp nhóm đều, trong phương pháp này, số lượng tầng trong mỗi nhóm có thể khác nhau. Số tầng tối đa trong mỗi nhóm được xác định bằng cách thử tăng dần cho đến khi điều kiện khống chế về sai số bù co tích lũy của cả nhóm so với vênh co giới hạn không còn thỏa mãn. Khi đã xác định được số tầng tối đa trong một nhóm bù co, thuật toán "di chuyển" lên nhóm tầng tiếp theo bên trên để tiếp tục thực hiện tìm kiếm số tầng tối đa cho nhóm tầng phía trên (Hình 3) [8].

Mô tả tường minh phương pháp MAC như sau (Sử dụng các ký hiệu đại lượng tính toán giống bù co tối ưu OC) theo đó, N_F là tổng số tầng trong tòa nhà; N_G là số nhóm bù co của tòa nhà; N_i là số tầng trong nhóm bù co thứ i tương ứng; x_j^i là vênh co (sau khi đổ bê tông sàn) thiết kế dự báo tại tầng thứ j

trong nhóm thứ i ; δ_i^c là giá trị bù co ngắn trung bình của nhóm thứ i .

Giá trị bù co trung bình cho nhóm i xác định công thức sau:

$$\delta_i^c = \frac{x_1^i + x_2^i + \dots + x_n^i}{N_i} \quad (2.6)$$

Trong điều kiện lý tưởng sai số bù co của nhóm i xác định theo (2.6) bằng không:

$$e_i = N_i \delta_i^c - \sum_{j=1}^{N_i} x_j^i = 0 \quad (2.7)$$

Thực tế, giá trị thi công bù co cần được làm tròn, khi đó sai số phải khác không, tức là:

$$e_i = N_i \delta_i - \sum_{j=1}^{N_i} x_j^i \neq 0 \quad (2.8)$$

Trong đó, là giá trị bù co thực tế.

Vì sai số bù co của các nhóm phía dưới ảnh hưởng đến các nhóm ở trên tại mỗi mức sàn nên ta tính theo công thức (2.9):

$$\delta_i = \frac{x_1^i + x_2^i + \dots + x_n^i + e_{i-1}}{N_i} \quad (2.9)$$

Tổng sai số bù co tích lũy tại sàn thứ j trong nhóm thứ i xác định theo (2.10):

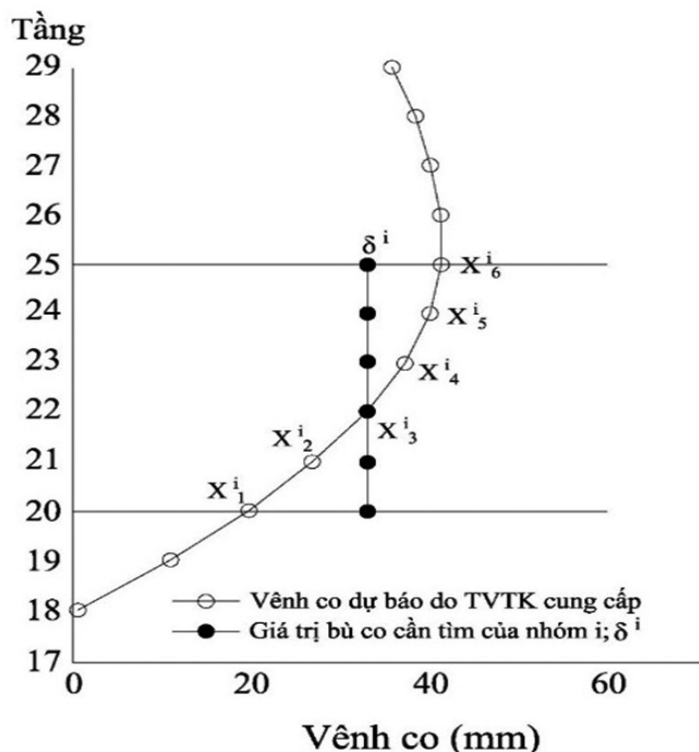
$$\bar{E}_i = \left[\sum_{k=1}^{i-1} \left(\sum_{j=1}^{N_k} x_j^k \right) + \sum_{j=1}^j x_j^i \right] - \sum_{k=1}^{i-1} \delta_k N_k \quad (2.10)$$

Điều kiện ràng buộc, trong đó θ_i là giá trị giới hạn sai số bù co tích lũy cho trước được viết như sau:

$$|\bar{E}_i| \leq \theta_i \quad (2.11)$$

Giải bài toán theo công thức (2.9) với điều kiện ràng buộc (2.11) để tìm được số tầng lớn nhất trong mỗi nhóm và giá trị bù co tương ứng. Số tầng trong nhóm N_i sẽ được tăng dần cho đến khi điều kiện (2.11) bị vi phạm. Tiếp tục thực hiện

Hình 3: Mô tả phương pháp bù co trung bình di chuyển MAC (8)



quy trình tính toán trên cho các tầng bên trên đến khi toàn bộ các tầng nhà được gộp nhóm.

Như vậy, về cơ bản phương pháp gộp nhóm di chuyển MAC cho kết quả số nhóm ít hơn phương pháp gộp nhóm đều, đồng thời việc tính toán cũng khá đơn giản. Tuy nhiên, kết quả của MAC không phải là một phương án tối ưu với các điều kiện ràng buộc về vênh co cho trước. MAC là bài toán tìm số tầng lớn nhất trong nhóm bằng cách “thử dần” cho đến khi hết sự thỏa mãn của điều kiện ràng buộc thì dừng lại và “di chuyển lên” để xác định các tầng của nhóm tiếp theo bằng cách sử dụng các phép tính toán thông thường mà không thông qua hình thức xây dựng và giải quyết bài toán tối ưu bù co. (Hình 3) ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1]. Cao Duy Khôi và cộng sự (2013). Hiện tượng co ngắn cột trong thiết kế nhà cao tầng và siêu cao tầng BTCT. Tạp chí Xây dựng - Bộ Xây dựng, ISSN 08660762, số 02 - 2013, Tr 53-61.
- [2]. Nguyễn Đức Xuân (2022). Nghiên cứu phương pháp tối ưu bù co ngắn cột BTCT nhà siêu cao tầng ở Việt Nam, Luận án tiến sĩ kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
- [3]. Ho G.W.-M., Kitching R., Siu A., and Yang C. (2017). Arup's Tall Buildings in Asia: Stories Behind the Storeys. Routledge.
- [4]. Leite J. and Topping B. (1999). Parallel simulated annealing for structural optimization. Computers & Structures, 73(1-5): pp. 545-564.
- [5]. M I. Hanoi Landmark Kengnam Tower Project Column Shortening 1st Re- Analysis Report, Editor.
- [6]. Park H. (2003). Optimal compensation of differential column shortening in high#rise buildings. The structural design of tall and special buildings, 12(1): pp. 49-66.
- [7]. Park H.S. and Sung C.W. (2002). Optimization of steel structures using distributed simulated annealing algorithm on a cluster of personal computers. Computers & structures, 80(14-15): pp. 1305-1316.
- [8]. Woo Park S., Woon Choi S., and Seon Park H. (2013). Moving average correction method for compensation of differential column shortenings in high#rise buildings. The Structural Design of Tall and Special Buildings, 22(9): pp. 718-728.

Ngày nhận bài: 6/12/2023

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 25/12/2023

Ngày chấp nhận đăng bài: 4/1/2023

Thông tin tác giả:

ThS. NGUYỄN THỊ MỸ THỊNH

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

A DISCUSSION ON SHRINKAGE-COMPENSATION METHODS IN THE CONSTRUCTION OF SUPER HIGH-RISE BUILDINGS IN VIETNAM

● Master. **NGUYEN THI MY THINH**

Hanoi Architectural University

ABSTRACT:

There are many studies on shrinkage-compensation methods in the construction of super high-rise buildings. However, in Vietnam, the shrinkage-compensation for super high-rise buildings is still quite a new topic. The process of designing, calculating, and handling the differential column shortenings in high-rise buildings is often conducted by foreign construction consulting firms and contractors. This paper discussed shrinkage-compensation methods in the construction of super high-rise buildings.

Keywords: reinforced concrete, super high-rise buildings, reinforced concrete construction, shrinkage-compensation.