


## Một số lưu ý khi thiết kế Kết cấu công trình (Nguồn: [www.ketcau.com](http://www.ketcau.com))

18/12/2015 7029  Lê Chí Phát

1. Việc thiết kế kết cấu nhà được đơn giản hoá dựa trên kết quả phân tích của mô hình kết cấu đàn hồi tuyến tính. Điều này cũng được áp dụng trong giai đoạn thiết kế ban đầu ở những nước có động đất mạnh. Với việc giả thiết mô hình kết cấu đơn giản như vậy ta hoàn toàn có thể sử dụng nguyên lý cộng tác dụng trong quá trình phân tích nội lực kết cấu, tức là việc tổ hợp theo tải trọng hay theo nội lực đều không có gì khác biệt.
2. Nhiệm vụ của người thiết kế là phải tìm ra được những trường hợp bất lợi nhất cho từng vị trí mặt cắt của các cấu kiện kết cấu dưới tác dụng của các ngoại lực có thể xảy ra. Hay nói cách khác là phải xác định được yêu cầu lớn nhất có thể có về hàm lượng thép, bố trí thép, và tiết diện mặt cắt cho từng cấu kiện.
3. Tác dụng dụng của các tải trọng thiết kế như tĩnh tải, gió (gồm gió trái, phải, trước, và sau), và lực động đất tĩnh tương đương (theo phương từ trái, phải, trước, và sau) lên một công trình nào đó đều được quy định có sự phân bố không thay đổi. Do vậy ta có thể tìm ra được trường hợp bất lợi cho những loại tải trọng này bằng cách tổ hợp theo tải trọng hay theo nội lực.
4. Đối với hoạt tải thì việc tác dụng của nó có thể có rất nhiều trường hợp phân bố khác nhau, và thực tế ta khó có thể xét hết được tất cả các trường hợp có thể xảy ra. Quy định trong các tiêu chuẩn cũng chỉ là chung chung, còn cụ thể cho từng trường hợp thì anh em kết cấu phải tự chủ động xử lý cho hợp lý.
5. Độ lớn của hoạt tải, khẩu độ của nhịp kết cấu, và độ mạnh của lực động đất (theo phương ngang) là những yếu tố chính để xem xét đến việc cần thiết chất hoạt tải lệch nhịp và lệch tầng.
6. Ở Việt nam trong trường hợp khi công trình có giá trị hoạt tải là khá nhỏ so với tĩnh tải (kể cả trọng lượng tường xây ngăn,...), nhịp kết cấu không lớn lắm,... thì ta có thể chỉ đơn giản xét đến một một trường hợp hoạt tải tác dụng đều lên toàn bộ công trình và đồng thời sử dụng thêm những hệ số sửa đổi để tăng giảm nội lực trong các cấu kiện kết cấu.

7. Khi giá trị hoạt tải là khá lớn so với tĩnh tải, nhất là nhịp kết cấu và hoạt tải lại đồng thời lớn (chẳng hạn khu vực hội trường, sàn nhảy),... thì ta cần phải xét đến một số trường hợp hoạt tải chất lệch nhịp và lệch tầng, có thể thêm cả chất cách tầng.

8. Đối với nhà BTCT có nhịp kết cấu khoảng 7-8 m thì đã là khá lớn rồi. Nếu nhịp kết cấu lên đến 9-10 m và lại là nhịp biên (thực tế đã có trong kết cấu nhà chung cư ở ta) thì cần phải xem xét và thiết kế thật cẩn thận!

10. Vì hệ kết cấu nhà thường được bố trí khá đối xứng và các cấu kiện ở các tầng lân cận thường được thiết kế có kích thước và bố trí thép giống nhau,... nên số trường hợp hoạt tải chất lệch nhịp và lệch tầng cần xem xét sẽ giảm đi rất nhiều. Cái này liên quan đến khả năng phân tích kết cấu của mỗi người, và cả khả năng "bốc thuốc" trong thiết kế kết cấu!

11. Để tính đầm ta quan tâm đến giá trị nội lực lớn nhất  $M_{max}$  và  $Q_{max}$ . Trong trường hợp đầm biên ta nên quan tâm đến cả giá trị  $M_{xoắn}$ . Thường giá trị  $M_{max}$  ở gối đầm có được từ tổ hợp có hoạt tải tác dụng đều lên toàn bộ công trình, và giá trị  $M_{max}$  ở nhịp có được từ tổ hợp có hoạt tải tác dụng cách nhịp và cách tầng.

12. Liên kết đầm cột thực tế có biến dạng ít hơn so với mô hình ta hay giả thiết trong tính toán (liên kết không kích thước). Một số chương trình phân tích kết cấu có giả thiết liên kết đầm cột là rất cứng bằng cách mô tả thêm những đoạn đầm và cột có độ cứng rất lớn ở xung quanh nút khung, và như vậy có thể nói mômen ở gối đầm có xu hướng tăng lên một chút còn mômen ở nhịp thì giảm đi một chút so với kết quả tính theo mô hình ta hay sử dụng.

13. Việc sử dụng giá trị nội lực ở mép đầm cột để (có thể lấy sâu vào trong một chút) để tính toán thép và kiểm tra tiết diện sẽ sát với thực tế hơn. Nhưng cũng trong thực tế để thuận tiện ta hay giả thiết liên kết đầm cột là không kích thước (có biến dạng lớn hơn so với thực tế) và đồng thời ta sử dụng giá trị nội lực ở tâm đầm cột (lớn hơn giá trị ở mép đầm cột) để tính toán, và như vậy ta có thể coi hai điều này dẫn đến bù trừ cho nhau!

14. Việc hoạt tải chất lệch nhịp và lệch tầng (ngoài việc làm thay đổi nội lực trong đầm) còn làm thay đổi cả nội lực  $M$  (theo phương  $x$  và  $y$ ) và  $N$  ở trong cột, hay cụ thể là làm thay đổi lượng thép yêu cầu trong cột.

15. Khi tính toán tiết diện, nhất là cho cấu kiện cột, thì nên tính thép cho tất cả các trường hợp tổ hợp theo nội lực hay theo tải trọng đã được xem xét và từ đó chọn ra lượng thép yêu cầu lớn nhất (là mục tiêu cuối cùng). Tức là không nên tính thép chỉ cho một trường hợp nào đó vì khó có thể đoán ngay được tổ hợp nào có nội lực  $M$  (theo phương  $x$  và  $y$ ) và  $N$  sẽ cho hàm lượng thép yêu cầu là lớn nhất, nhất là khi khối lượng cấu kiện tính toán lớn sẽ mất rất nhiều thời gian cho việc lựa chọn.

16. Việc tính toán thép được thực hiện rất dễ dàng và nhanh chóng khi sử dụng các chương trình máy tính. Ngoài ra để giảm bớt khối lượng in ấn và thuận tiện cho việc kiểm tra, nên có những chương trình máy tính để lọc ra các trường hợp nội lực tương ứng với hàm lượng thép yêu cầu lớn nhất cho các cấu kiện cột và dầm khung, và đồng thời nên chỉ rõ cả tên của loại tổ hợp tương ứng.

17. Nên thiết kế cho kết cấu cột theo xu hướng an toàn hơn (khoẻ hơn) so với kết cấu dầm, vì tránh hiện tượng cột bị biến dạng dẻo hay chảy dẻo khi chịu tác dụng của tải trọng động đất. Không nên (không được) áp dụng việc tăng giảm mômen (phân phối lại mômen) tính toán giữa hai đầu cột, chẳng hạn như không được tăng một chút mômen ở đỉnh cột và đồng thời giảm một chút mômen ở chân cột! Một số tiêu chuẩn kháng chấn quy định mômen của cột nên tăng thêm khoảng ít nhất là 20% (ACI), 30% (EC8), hay có thể lớn hơn nữa (NZS),...

18. Động đất ở Việt Nam không lớn lắm nên chỉ cần tăng mômen của cột, trừ chân cột tầng 1, khoảng 10-20% là có thể OK để đảm bảo chịu được lực động đất lớn nhất có thể xảy ra và đảm bảo yêu cầu về kinh tế. Thường liên kết tại chân cột tầng 1 được giả thiết là ngàm trong mô hình tính toán kết cấu nên giá trị mômen theo tính toán có xu hướng lớn hơn một chút so với thực tế. Dưới tác dụng của lực động đất, mômen ở chân cột tầng 1 cũng thường lớn hơn nhiều so với mômen ở đỉnh cột tầng 1 cho dù mômen ở đỉnh cột có tăng thêm 20 hay 30%.

19. Lực cắt để tính toán thép đai của cột cũng phải được tăng lên tương ứng với mômen tính toán ở hai đầu cột, để nhằm đảm bảo cột không bị phá hoại cắt khi động đất xảy ra. Ngoài ra kết cấu dầm cũng cần được thiết kế đảm bảo phá hoại cắt không xảy ra ngay cả sau khi khớp dẻo đã xuất hiện dưới tác dụng của lực động đất mạnh. Hay nói cách khác thép đai của dầm cũng cần được thiết kế để đảm bảo khả năng chịu cắt của dầm là lớn hơn lực cắt tương ứng với mômen thiết kế ở hai đầu dầm. Nói chung phá hoại cắt trong kết cấu BTCT, đặc biệt là đối với kết cấu cột chịu

lực dọc lớn, dưới tác dụng của lực động đất (có tính chất đối chiều) thường kèm theo hiện tượng giảm cường độ (strength deterioration) và dẫn đến kết cấu bị sụp đổ rất nhanh chóng.

20. Nên bố trí đầy đủ cả thép đai trong (inner ties) trong kết cấu cột có kích thước vừa và lớn (ngay cả khi chỉ đặt theo cấu tạo) để nhằm mục đích tăng khả năng chịu cắt và tăng độ dẻo (ductile capacity) của kết cấu dưới tác dụng của lực động đất. Ngoài ra cũng nên đặt cả thép đai cho cột trong các liên kết dầm cột (nút khung).

21. Đối với những công trình yêu cầu thiết kế kháng chấn thì sau khi tính toán nội lực (theo mô hình đàn hồi tuyến tính), bố trí cốt thép xong, kiểm tra các điều kiện về biến dạng và chuyển vị, vv... thì nên có thêm bước phân tích tĩnh phi tuyến (nonlinear static analysis hay gọi tắt là pushover analysis) dưới tác dụng của lực động đất tĩnh tương đương để có thể phần nào kiểm tra được khả năng chịu lực và cơ học phá hoại của toàn hệ kết cấu.

22. Bước phân tích tĩnh phi tuyến ở trên rất cần thiết do vậy anh em thiết kế nên bắt đầu làm quen và tiến hành thực hiện càng sớm càng tốt. Để đơn giản chỉ cần mô hình kết cấu bằng việc sử dụng các lò xo (spring) phi tuyến. Hơn nữa cũng để đơn giản có thể chỉ cần kiểm tra cho một số kết cấu khung phẳng đại diện theo cả hai phương x và y.

23. Khi thực hiện thêm bước phân tích phi tuyến thì nên yêu cầu chủ đầu tư tăng thêm tỷ lệ phần trăm kinh phí thiết kế kết cấu lên một chút, gần sát với tỷ lệ phần trăm thiết kế mà một số nước có động đất áp dụng!

24. Trong trường hợp mặc dù lực cắt ở chân công trình (base shear) do tải trọng gió và động đất gây ra không chênh nhau mấy, nhưng lực cắt ở các tầng phía trên (upper stories) của công trình do tải trọng động đất gây ra sẽ có xu hướng lớn hơn so với lực cắt do tải trọng gió. Hay nói cách khác trong trường hợp này thì lượng thép yêu cầu cho các cấu kiện kết cấu ở các tầng phía trên do tải trọng động đất là lớn hơn do tải trọng gió.

25. Trong trường hợp mặc dù tải trọng động đất không lớn, nhưng những yêu cầu về cấu tạo chống động đất nên được quan tâm. Chẳng hạn không nên bố trí hệ kết cấu của công trình quá mất cân xứng theo cả mặt bằng và mặt đứng vì như vậy rất không tốt để chịu lực động đất. Ví dụ theo phương đứng của công trình thì không nên thiết kế kết cấu có những tầng quá mềm (soft story) so với những tầng lân cận khác, tức là không nên có

trường hợp mà một số cột hay tường BTCT chẳng hạn chỉ kéo dài từ tầng mái đến tầng 2 (tầng 1 không có vì mục đích tạo không gian lớn để làm garage, sảnh,...) hoặc bị ngắt quãng ở một tầng nào đó để tạo không gian làm hội trường. Nhưng nếu những yêu cầu này không thể tránh được thì kết cấu cần phải được thiết kế đảm bảo thêm một số yêu cầu khác (có thể tham khảo IBC, EC8,...)

26. Lượng thép dưới (bottom reinforcement) của dầm khung ở vùng gối (vùng tiếp giáp với cột) nên được thiết kế để đảm bảo đủ chịu được lực động đất tác dụng (theo phương ngang) khi động đất xảy ra. Thực tế khi động đất mạnh xảy ra thì công trình chủ yếu dao động theo phương ngang, tức là hầu như toàn bộ khối lượng (bao gồm cả một phần hoạt tải) của công trình tham gia để tạo ra lực quán tính theo phương ngang và dẫn đến mômen (không những ở mặt trên) ở mặt dưới vùng gối dầm khung là lớn.

27. Ở những nước có động đất mạnh (như Nhật bản) thì thép dưới của dầm khung thường được thiết kế chạy suốt giữa hai gối dầm khung (thường không cắt thép dưới của dầm khung). Lý do là trong trường hợp động đất mạnh thì nội lực mômen ở hai đầu dầm (cả mặt trên và mặt dưới) do lực động đất (theo phương ngang) gây ra là rất lớn, và có thể còn lớn hơn cả mômen ở giữa nhịp dầm gây ra bởi tổ hợp có hoạt tải chất lệch nhịp và lệch tầng. Hay nói cách khác, trong trường hợp động đất mạnh thì lượng thép thiết kế ở giữa nhịp dầm khung (bottom reinforcement at midspan of framed beam) có thể được lấy theo lượng thép thiết kế của lớp dưới ở gối dầm khung (bottom reinforcement at or near the support of framed beam) do động đất gây ra. Điều này cũng có nghĩa là trong nhiều trường hợp khi công trình được thiết kế chịu lực động đất mạnh thì việc chất hoạt tải lệch tầng và lệch nhịp có thể không cần thiết phải xem xét đến (chỉ cần xét đến trường hợp hoạt tải tác dụng đều lên toàn bộ công trình nhà).

28. Vấn đề tầng yếu (weak story), hay đi kèm với vấn đề tầng mềm (soft story), thường là nguyên nhân dẫn đến công trình bị sụp đổ (story collapse) khi động đất xảy ra. Tức là trong trường hợp này kết cấu cột ở tầng yếu có thể bị chảy dẻo (yielding) và kèm theo hiện tượng tập trung năng lượng (tập trung biến dạng dẻo).

29. Đối với kết cấu khung BTCT có sử dụng tường gạch xây chèn (rất phổ biến ở Việt nam) thì nên có thêm những giằng đứng, giằng ngang, và có thể thêm cả râu thép đặt ở bên trong tường gạch, đặc biệt ở những vị trí

bao xung quanh công trình vì khi động đất xảy ra hệ thống tường gạch rất dễ bị phá hoại và có thể rơi xuống đất làm chết người. Ở Nhật bản thì kết cấu tường gạch hiện nay không được sử dụng ngay cả để xây chèn trong nhà khung, trừ một số rất ít công trình nếu có sử dụng thì yêu cầu phải kèm thêm những chi tiết thiết kế đặc biệt để đảm bảo cho cả hệ thống tường gạch và kết cấu khung cùng làm việc được với nhau. Đối với VN ta hiện nay thì việc đặt thêm những giằng đứng, giằng ngang, và đặc biệt râu thép trong tất cả các khối tường gạch xây chèn chắc khó có thể thuyết phục được vì sẽ làm tăng thêm giá thành xây dựng công trình (gồm cả vật liệu và nhân công)! Nhưng đối với những khối tường gạch xây ở những vị trí xung quanh nhà thì nên tối thiểu bố trí thêm một số những giằng đứng và giằng ngang BTCT. vv...

30. Thực tế sự có mặt của các khối tường xây chèn, đặc biệt khi được gia cường thêm những giằng đứng, giằng ngang, và râu thép, trong kết cấu khung sẽ làm tăng đáng kể độ cứng của công trình, hay làm giảm đáng kể chu kỳ dao động của công trình so với giá trị tính toán được từ mô hình kết cấu thường giả thiết không kể đến ảnh hưởng của tường xây chèn. Điều này cũng có nghĩa là sự có mặt của các khối tường xây chèn sẽ có xu hướng làm tăng lực động đất tác dụng vào công trình. Hiện tượng này cũng tương tự như ở các nước có động đất mạnh, khi tất cả các khối tường được thiết kế sử dụng kết cấu BTCT.

31. Công thức gần đúng để tính toán chu kỳ dao động công trình được quy định trong các tiêu chuẩn thường cho giá trị nhỏ hơn so với giá trị tính toán được từ mô hình kết cấu mà thường hay giả thiết không kể đến sự có mặt của kết cấu tường. Chẳng hạn tiêu chuẩn Nhật bản quy định đối với kết cấu khung BTCT thì chu kỳ dao động được xác định gần đúng theo công thức  $T=0.02H$  trong đó H là tổng chiều cao của công trình với đơn vị là mét, nhưng thực tế giá trị này thường nhỏ hơn so với tính toán theo mô hình không kể đến kết cấu tường (vào khoảng  $0.03H$ ).

32. Hệ kết cấu BTCT gồm cột và sàn không dầm (kết cấu sàn nắm) là không tốt để chịu được lực động đất (tác dụng theo phương ngang), trừ khi có đặt thêm những cấu tạo ở vùng tiếp giáp giữa cột và sàn nắm để bảo đảm truyền được lực giữa chúng. Ở những nước có động đất mạnh như Nhật bản thì hệ thống kết cấu này không hay được sử dụng. Ở Việt nam trong trường hợp muốn sử dụng không gian thông thoáng lớn hay hạ thấp chiều cao tầng thì nên áp dụng giải pháp kết cấu khung dầm bê tông (dầm có kích thước bề rộng lớn hơn chiều cao).

33. Khi tính toán thép và kiểm tra cấu kiện theo tiêu chuẩn của nước ngoài thì phải quy đổi các đặc trưng vật liệu của Việt nam tương ứng với các đặc trưng vật liệu của nước ngoài. Giá trị tải trọng thiết kế (hoạt tải, gió, động đất) nên lấy theo của Việt nam! Những công trình ở Việt nam thiết kế theo tiêu chuẩn của nước ngoài (Anh, Mỹ) thì thường cho lượng thép lớn hơn nếu thiết kế theo tiêu chuẩn Việt nam, vì hệ số tổ hợp tải trọng của nước ngoài lớn hơn và hơn nữa quy định lượng thép tối thiểu của họ cũng lớn hơn,...

34. Không nên (không cần thiết) sử dụng tổ hợp tải trọng hay nội lực có cả tải trọng động đất và một phần áp lực gió (chẳng hạn ai đó nói là 25%), vì thực tế tải trọng động đất xảy ra ở Việt nam rất hiếm và thời gian động đất xảy ra cũng rất ngắn, chỉ trong vòng vài chục giây. Hơn nữa việc kể thêm một ít tải trọng gió có thể làm cho việc phân tích với tải trọng động đất thêm phức tạp. Ở những nước có nhiều động đất họ cũng không kể đến trường hợp có cả tải trọng động đất và gió.

35. Kích thước dầm bê tông: Theo tôi được biết thì có quy định là bề rộng của dầm bê tông bằng 3 lần của chiều cao của dầm ( $B=3H$  or  $H=1/3B$ ).