

## TÍNH TOÁN THIẾT KẾ DẦM CHUYỂN

*Phạm Xuân Đạt, Hoàng Hữu Thành, Nguyễn Thị Lan*

### 1. Mở đầu

Trong kết cấu nhà cao tầng hiện đại, dầm chuyển được sử dụng tương đối nhiều với hai mục đích chính, đó là: (i) Chuyển công năng sử dụng từ tầng dưới (ví dụ: siêu thị hay khu sinh hoạt cộng đồng) lên tầng căn hộ ở phía trên, và (ii) Tăng độ cứng kháng uốn tổng thể cho kết cấu công trình trong điều kiện tải trọng ngang cực hạn như gió bão và động đất. Dầm chuyển thường có chiều cao tiết diện lớn (vì vậy trong tiếng Anh gọi là Deep beam), từ 1.2m đến 2.5m kèm theo đây là bề rộng dầm được tăng tương ứng để thỏa mãn điều kiện bố trí cốt thép dọc trong dầm. Các công trình đã được thiết kế và thi công có sử dụng cấu kiện dầm chuyển có thể được liệt kê dưới đây:

- Trụ sở Tổng công ty Sông Đà (Sudico), đường Phạm Hùng, Hà Nội. Công trình 27 tầng sử dụng hệ dầm có chiều cao tiết diện 1.8 (m) tại tầng 16 (tầng kỹ thuật) và tầng mái (tầng 27) với mục đích giảm chuyển vị ngang do gió bão và động đất
- Chung cư Nam Đô Complex (609 Trương Định), Chung cư Trảng An complex (số 1 Phùng Chí Kiên). Các chung cư này sử dụng dầm chuyển ở tầng 5 với mục đích chuyển tiết diện cột chữ nhật từ tầng khối để lên cột dẹt ở tầng điển hình
- Chung cư 95-97 Láng Hạ. Công trình này sử dụng dầm chuyển tại tầng 8 với mục đích chuyển tiết diện cột vuông từ tầng dưới lên cột dẹt ở tầng căn hộ điển hình

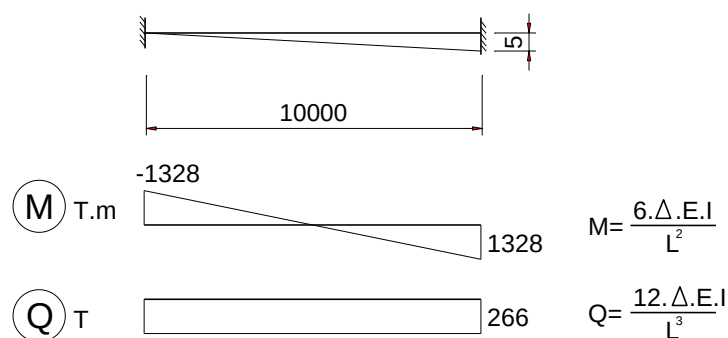
Các công trình mới đang được thiết kế có sử dụng dầm chuyển bao gồm: (i) Chung cư Phước Long (Nha Trang), Chung cư HH thuộc dự án Vincity, Tây Mỗ, Đại Mỗ.

Với tiết diện lớn và có nội lực lớn tương ứng, dầm chuyển có vai trò quan trọng trong kết cấu chịu lực tổng thể của công trình. Tuy nhiên theo khảo sát gần đây có thể thấy hiện tượng nứt dầm chuyển khá phổ biến. Hình 1 trình bày tình trạng nứt tại đầu một dầm chuyển công trình 95-97 Láng Hạ. Các vết nứt xiên khoảng 45 độ đi từ vị trí đáy dầm tiếp giáp với mặt cột lên phía mặt trên của dầm. Các vết nứt chủ yếu xuất hiện ở bề mặt dầm và có bề rộng nhỏ hơn giá trị cho phép 0.3mm có chiều sâu tương đối nông. Các vết nứt này không chỉ gây mất thẩm mỹ công trình mà trong một số trường hợp còn có khả năng ảnh hưởng tới khả năng chịu lực của cấu kiện dầm chuyển (đặc biệt là sức kháng lực cắt).



**Hình 1: Nứt bề mặt dầm chuyển tại một công trình ở Hà nội**

Các khảo sát hiện trường gần đây đã chỉ ra rằng nguyên nhân chính gây nên hiện tượng nứt dầm chuyển là chất lượng vật liệu bê tông không được đảm bảo, đặc biệt là thiết kế cấp phối bê tông chưa phù hợp (ví dụ: tăng hàm lượng xi măng hoặc sử dụng phụ gia ninh kết nhanh để nhanh chóng đạt cường độ, hoặc tăng lượng nước để đạt độ linh động cao của hỗn hợp vữa bê tông) và tình trạng sử dụng cát đen hoặc bột đá thay thế cát vàng. Trong khi đó, biện pháp đánh giá chất lượng cấp phối bê tông chỉ thông qua kết quả cường độ nén của mẫu vật liệu (lập phương 150x150x150 hoặc lăng trụ D150x300) là chưa hoàn toàn phù hợp do chưa xem xét đến hai yếu tố gây nứt chính bao gồm đặc tính co ngót (shrinkage, creep) cũng như mô đun đàn hồi của vật liệu bê tông. Một yếu tố khác hoàn toàn có thể gây nứt dầm chuyển cũng cần được xem xét đến là chuyển vị cưỡng bức do lún không đều của nền cọc của công trình. Ngay cả khi công trình nhà cao tầng sử dụng cọc khoan nhồi có chiều dài lớn (40m~60m) và có mũi cọc tựa vào nền đất tốt thì độ lún theo thời gian của kết cấu móng này là đáng kể, có thể đạt đến 15 (mm) đến 30 (mm) tùy điều kiện địa chất công trình. Trong khi đó, chỉ với độ lún tương đối là 5 (mm) ở hai đầu dầm chuyển dài 10 (m), tiết diện ngang BxH=1000 (mm) x 2500 (mm), Bê tông B35 có thể gây ra nội lực rất lớn, lực cắt  $Q=266$  T và mô men uốn  $M=1328$  T.m, như đã trình bày trong Hình vẽ 2 dưới đây.



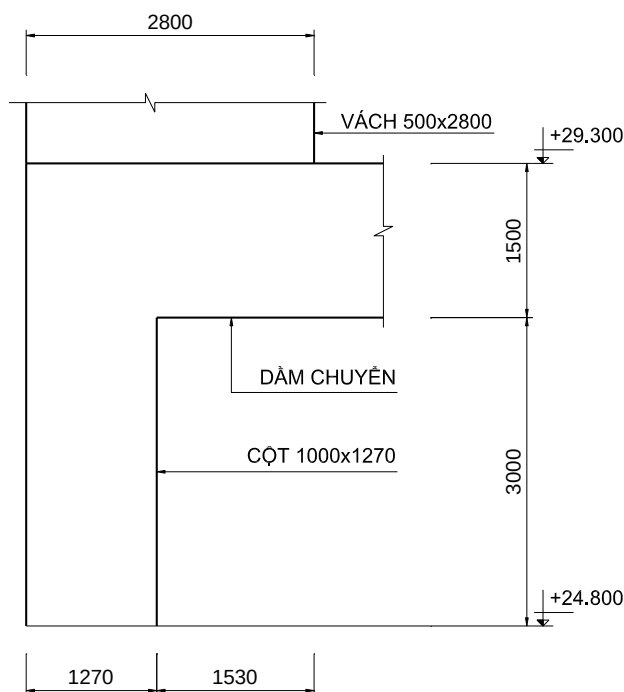
**Hình 2: Nội lực dầm chuyển gây ra do chuyển vị cưỡng bức gối tựa**

Do dầm chuyển là cấu kiện trọng yếu của kết cấu tổng thể công trình, các sự cố nứt/vỡ cần phải được triệt để loại bỏ để đảm bảo độ bền vững của công trình theo thời gian. Sổ tay này nhằm cung cấp cho các kỹ sư những thông tin cần thiết để có thể nhận diện và thực hành thiết kế và cấu tạo loại cấu kiện này. Các nội dung chính của Sổ tay có bao gồm: công năng sử dụng và phân loại kết cấu dầm chuyển (Mục 2), xác định biểu đồ bao nội lực thiết kế (Mục 3), thiết kế bê tông cốt thép và các khuyến nghị cấu tạo khác (Mục 4), thiết kế dự ứng lực (Mục 5) và ví dụ tính toán cụ thể (Mục 6). So với các qui trình tính toán thông thường, Sổ tay hướng dẫn này đặc biệt chú trọng tới hai thành tố chính nhằm tăng độ an toàn cho kết cấu dầm chuyển, đó là đưa vào tính toán tổ hợp tải trọng chuyển vị cưỡng bức của gối tựa, và sử dụng cấp dự ứng lực nhằm triệt tiêu các vết nứt có thể xảy ra

## 2. Các tình huống mặt bằng kết cấu cần sử dụng dầm chuyển

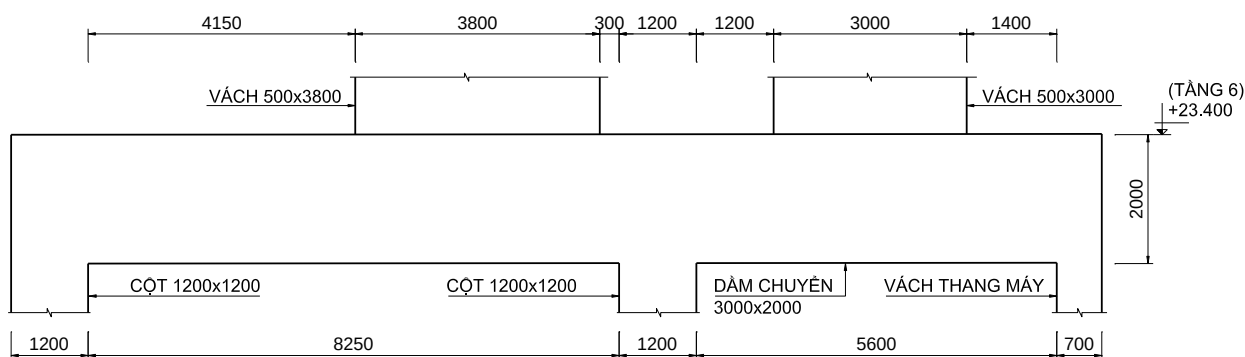
Có ba tình huống mặt bằng kết cấu cần thiết phải được xử lý bằng dầm chuyển, bao gồm: (i) Chuyển tiết diện cột – vách, (ii) Chuyển vị trí và tiết diện cột-vách, và (iii) Tăng độ cứng kháng uốn tổng thể của công trình.

Hình 3 trình bày sơ đồ kết cấu chuyển tiết diện cột chữ nhật (1000x1270) (ở tầng dưới với công năng là trung tâm thương mại) thành tiết diện vách (500x2800) ở tầng phía trên với công năng là nhà ở. Đây là tình huống khá phổ biến trong kết cấu nhà hỗn hợp (complex building) như dự án 609 Nam Đô, Trảng An complex, 95-97 Láng Hạ, Chung cư Phước Long. Sơ đồ chuyển này thường nằm ở các tầng thấp thuộc khối đế (tầng 3 đến tầng 5), cá biệt có thể nằm ở tầng 8 (CC 95-97 Láng Hạ). Mục đích sử dụng dầm chuyển trong trường hợp này là phân phối lại mô men lệch tâm truyền từ vách phía trên (có độ cứng chống uốn trong mặt phẳng lớn) xuống cột vuông phía dưới (có độ cứng nhỏ hơn rất nhiều). Nội lực tính toán trong dầm chuyển này (không kể đến tải trọng lún lệch) có giá trị tương đối bé, có thể dễ dàng bố trí được cốt thép dọc và cốt thép ngang với hàm lượng không lớn.



**Hình 3: Dầm chuyển tiết diện cột-vách**

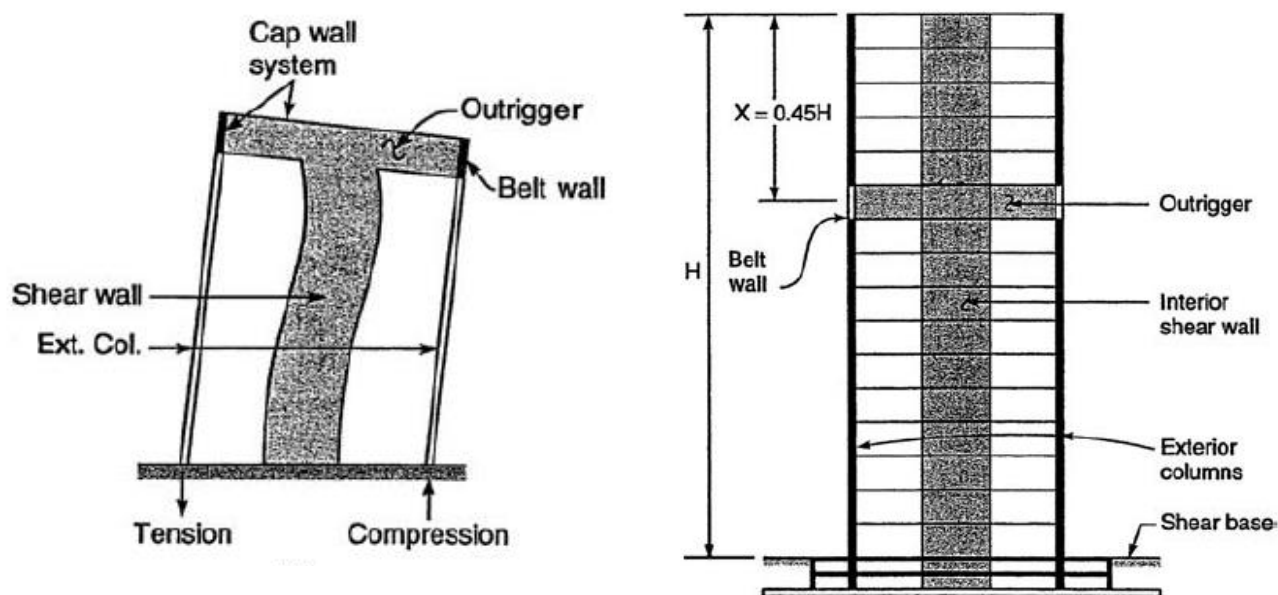
Chuyển cả vị trí và tiết diện cột-vách cũng tương đối phổ biến trong một số dự án gần đây. Hình 4 trình bày dầm chuyển được yêu cầu thiết kế để đỡ hệ vách cây tại tiết diện giữa của dầm (công trình HH – Vincity Tây Mỗ). Trong trường hợp này, nội lực tính toán của dầm chuyển bao gồm mô men và lực cắt có giá trị rất lớn (chủ yếu do tổ hợp tải trọng cơ bản TTHT gây ra), đặc biệt là tại tiết diện sát gối tựa cột tầng dưới và tiết diện có vách bê tông ở tầng trên. Tình huống chuyển này thường gặp ở các tầng thấp (tầng 3 đến tầng 5) của các khu chung cư hỗn hợp cao cấp.



**Hình 4: Tình huống dầm cao chuyển vị trí và tiết diện cột-vách**

Đối với một số công trình có tỷ số độ mảnh lớn (là tỷ số giữa chiều cao trên bề rộng của mặt bằng công trình), chuyển vị ngang trong tổ hợp tải trọng gió bão và động đất thường có xu hướng vượt giá trị cho phép trong các tiêu chuẩn thiết kế (thông thường là 1/500). Một trong những giải pháp hữu hiệu cho vấn đề này là bố trí các dầm chuyển tại nửa trên chiều cao công trình, như được trình bày

trong Hình 5(a) và 5(b). Dầm chuyển này có tác dụng như cánh tay đòn làm tăng mô men kháng uốn chống lại tải trọng ngang thông qua lực kéo nén trong các cột biên xung quanh mặt bằng công trình. Giải pháp này đã được sử dụng cho Tòa nhà tổng công ty Sông Đà (SUDICO) – Đường Phạm Hùng, Hà Nội. Tải trọng gió bão và động đất là tổ hợp tải trọng chính thiết kế dầm chuyển.



a) Tại đỉnh công trình

b) Tại khoảng giữa chiều cao công trình

**Hình 5: Kết cấu dầm cao giảm chuyển vị ngang do gió bão**

### 3. Xây dựng biểu đồ bao nội lực trong tính toán thiết kế

#### 3.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến nội lực dầm chuyển

Trong tính toán thiết kế dầm chuyển, có ba yếu tố cần phải kể đến để đảm bảo an toàn, độ bền vững cũng như tính khả thi, bao gồm: (i) chuyển vị cưỡng bức gối tựa do lún của nền cọc, (ii) Ảnh hưởng của sự suy giảm độ cứng kháng uốn của các cấu kiện dầm-sàn ở các tầng trên đối với phân phối tải trọng đứng, và (iii) Ảnh hưởng của trình tự thi công (sequential construction analysis).

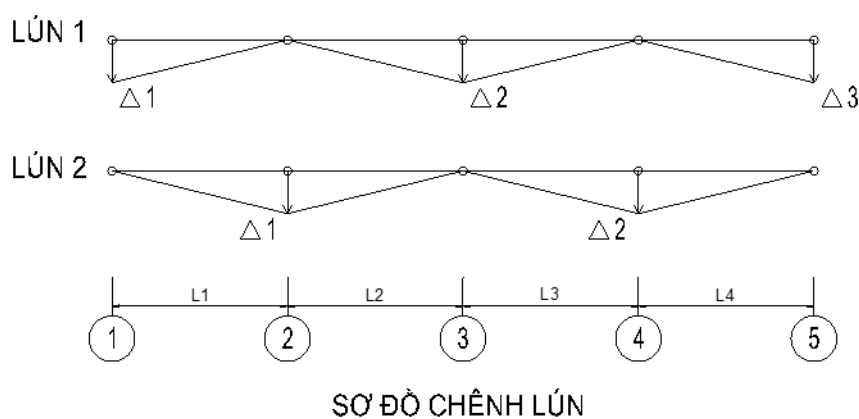
##### 3.1.1. Chuyển vị cưỡng bức gối tựa do lún của nền cọc

Theo phụ lục E (Biến dạng giới hạn của nền móng công trình) trong Tiêu chuẩn thiết kế nền móng TCVN 10304-2014, độ lún lệch tương đối cho phép giữa hai cấu kiện đứng độc lập (cột-vách) trong kết cấu nhà cao tầng BTCT là 1/333 (0.003). Tuy nhiên, các tính toán thực tế cho thấy giá trị lún lệch này gây ra giá trị mô men uốn và lực cắt trong dầm chuyển quá lớn dẫn đến không khả thi trong việc bố trí cốt thép. Vì lý do đó, giá trị lún lệch 1/500 được đề xuất sử dụng thay thế làm cơ sở

tính toán. Trong mô hình Etabs, giá trị chuyển vị cưỡng bức  $1/500L$  được gán vào nút chân cột thông qua chức năng *displacement load joints*:

Hình 6 dưới đây trình bày tổ hợp tải trọng chuyển vị cưỡng bức cho dầm chuyển một nhịp và nhiều nhịp. Đối với dầm 1 nhịp, có hai tổ hợp tải trọng cần xem xét, đó là chuyển vị gối tựa bên trái và bên phải. Đối với dầm nhiều nhịp, hai tổ hợp tải trọng chuyển vị cưỡng bức là sơ đồ lún cách gối tựa (1-3-5 và 2-4)

|       | Dầm một nhịp         | Dầm nhiều nhịp                    |
|-------|----------------------|-----------------------------------|
| Lún 1 | Lún gối trái $L/500$ | Lún gối 1-3-5 với giá trị $L/500$ |
| Lún 2 | Lún gối phải $L/500$ | Lún gối 2-4 với giá trị $L/500$   |



**Hình 6: Các trường hợp tải trọng chuyển vị cưỡng bức**

### 3.1.2. Ảnh hưởng của sự suy giảm độ cứng kháng uốn của dầm-sàn

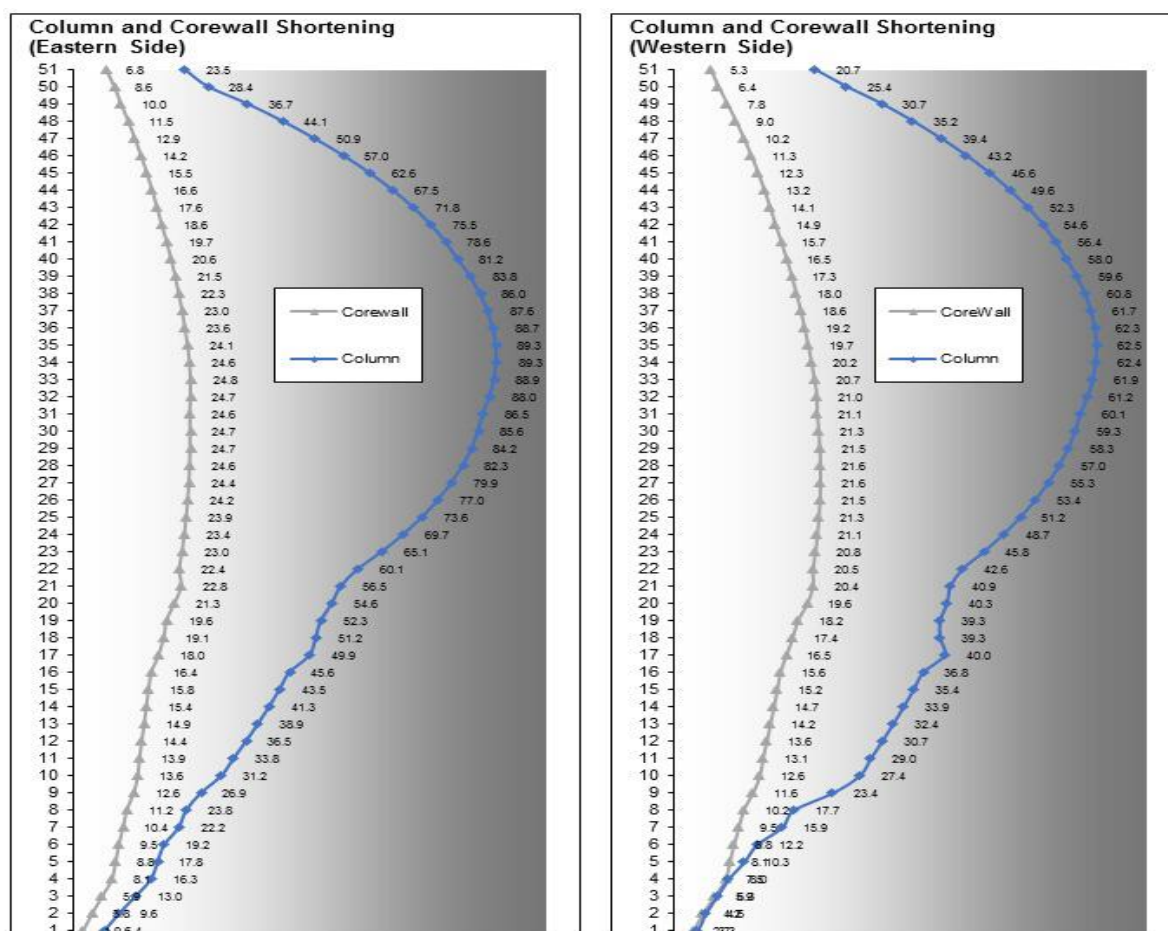
Đối với cấu kiện dầm-sàn bê tông cốt thép phía trên dầm chuyển, khi độ lớn mô men gây ra do tải trọng đạt đến giá trị mô men dẻo (ultimate bending moment) thì sẽ xuất hiện vết nứt làm giảm yếu độ cứng kháng uốn, dẫn đến sự phân phối lại tải trọng về các gối tựa là cấu kiện cột vách. Trong nhiều trường hợp, sự phân phối này là khá lớn (khoảng 20-35%) và có thể ảnh hưởng đến độ an toàn của kết cấu đỡ là dầm chuyển.

Để đơn giản hóa cho quá trình tính toán, đề xuất kể đến sự phân phối lại này bằng việc xây dựng 02 mô hình Etabs trong đó giá trị độ cứng của kết cấu dầm sàn phía trên được gán 2 giá trị riêng biệt, là  $1.0EI$  và  $0.35EI$

### 3.1.3. Ảnh hưởng của trình tự thi công (sequential construction analysis)

Trình tự thi công là một trong những sự khác biệt giữa mô hình tính (Etabs) và sơ đồ kết cấu thực tế công trình có ảnh hưởng lớn tới sự phân bố nội lực. Công trình thực tế được xây dựng theo trình tự từng tầng một, từ móng tới mái cho nên một phần lún đàn hồi (axial shortening) trong cấu kiện đứng cột-vách bị khử trong quá trình thi công. Còn trong mô hình etabs thì công trình được giả thiết tồn tại một lần với chuyển vị lún đàn hồi không bị khử. Nếu công trình thấp tầng hoặc có tỉ số nén của các cấu kiện cột vách xấp xỉ bằng nhau thì ảnh hưởng của lún đàn hồi là không đáng kể. Ngược lại, đối với công trình cao tầng với độ chênh tỷ số nén lớn thì ảnh hưởng này là lớn, đủ gây ra giá trị nội lực trong kết cấu dầm sàn trong mô hình tính lớn hơn so với thực tế làm việc.

Hình 7 trình bày chuyển vị lún đàn hồi của cột và vách lõi trong nhà 51 tầng sau khi đã được khử lún đàn hồi bằng sequential construction analysis. Tại tầng 51, độ chênh lún đàn hồi trước và sau khi bị khử tương ứng là 120 (mm) và 16.7 (mm) (Hình 7). Như vậy, nếu mô hình không được khử lún đàn hồi thì kết cấu dầm sàn nối cột vách sẽ chịu một độ chênh chuyển vị phụ thêm lên tới  $120 - 16.7 = 103.3$  (mm). Độ chênh này sẽ gây ra giá trị mô men uốn lớn đến mức phi thực tế trong các cấu kiện này.



Hình 7: Chuyển vị lún đàn hồi giữa cột và vách lõi của nhà 51 tầng

Thông qua ví dụ trên đây, có thể thấy là trong trường hợp dầm chuyển đặt ở các tầng phía trên của công trình cao tầng thì việc khử lún đàn hồi thông qua sequential construction analysis là bắt buộc để đảm bảo nội lực tính toán sát với thực tế làm việc của công trình. Đề nghị tham khảo các số liệu đầu vào về từ biến và co ngót của công trình Bitexco (do Hyundai Architects and Engineers associates thiết kế)

### 3.2. Xây dựng tổ hợp tải trọng thiết kế

Trên cơ sở xem xét các yếu tố ảnh hưởng trên đây, biểu đồ bao nội lực thiết kế (mô men và lực cắt) đối với dầm chuyển phải được xây dựng dựa trên bảng tổ hợp tải trọng trong Hình 8, như sau:

- Bổ sung thêm 02 trường hợp tải trọng lún lệch (LÚN 1 và LÚN 2) với sơ đồ lún cách nhật như đã được trình bày trong Hình 6
- Bổ sung thêm 02 tổ hợp tải trọng COMB1A, 1B với độ cứng chống uốn của tất cả các cấu kiện dầm sàn được giữ nguyên 1.0EI.
- Bổ sung thêm 02 tổ hợp tải trọng COMB1C, 1D với độ cứng chống uốn của tất cả các cấu kiện dầm sàn phía trên dầm chuyển được giảm xuống còn 0.35EI.

Mặc dù việc đưa chuyển vị cưỡng bức vào trong tính toán thiết kế dầm chuyển là cần thiết, dạng tải trọng này gây ra nội lực lớn trong dầm chuyển như đã phân tích ở Hình 2 trên đây. Vì vậy, trong qui trình tính toán này, tải trọng chuyển vị cưỡng bức chỉ được xem xét đối với tổ hợp cơ bản số 1 (COMB1), xét nó như một dạng tải trọng tác rời với tải trọng gió và động đất.

**Bảng 1. Tổ hợp tải trọng thiết kế dầm chuyển**

| Tổ hợp | DL  | LL  | Lún 1 | Lún 2 | WX + | WX - | WY + | WY - | EQX | EQY |
|--------|-----|-----|-------|-------|------|------|------|------|-----|-----|
| COMB1  | 1.0 | 1.0 |       |       |      |      |      |      |     |     |
| COMB1A | 1.0 | 1.0 | 1.0   |       |      |      |      |      |     |     |
| COMB1B | 1.0 | 1.0 |       | 1.0   |      |      |      |      |     |     |
| COMB1C | 1.0 | 1.0 | 1.0   |       |      |      |      |      |     |     |
| COMB1D | 1.0 | 1.0 |       | 1.0   |      |      |      |      |     |     |
| COMB2  | 1.0 | 0.9 |       |       | 0.9  |      |      |      |     |     |
| COMB3  | 1.0 | 0.9 |       |       |      | 0.9  |      |      |     |     |
| COMB4  | 1.0 | 0.9 |       |       |      |      | 0.9  |      |     |     |
| COMB5  | 1.0 | 0.9 |       |       |      |      |      | 0.9  |     |     |
| COMB6  | 1.0 | 0.3 |       |       |      |      |      |      | 1.0 | 0.3 |
| COMB7  | 1.0 | 0.3 |       |       |      |      |      |      | 0.3 | 1.0 |



#### 4. Thiết kế bê tông cốt thép cho dầm chuyển và các yêu cầu cấu tạo khác

Dầm chuyển sẽ được thiết kế BTCT, bao gồm tính toán theo TTGH I về kháng uốn và cắt của cấu kiện, được thực hiện theo như các qui trình thiết kế thông thường. Một số khuyến nghị về cấu tạo BTCT và cấu tạo MBKC đối với công trình như sau:

- Sử dụng dầm móng theo phương của dầm chuyển với mục đích giảm bớt lún lệch xảy ra trong công trình (hiện nay, đối với nhà cao tầng các TVTK đã sử dụng nhiều phương án sàn hầm dầy để thay thế cho cả dầm móng).
- Yêu cầu tính toán thiết kế cho cột và vách ở tầng ngay phía trên và phía dưới của tầng có dầm chuyển sử dụng các tổ hợp tính toán như trình bày trong Hình 8. Do tiếp giáp với cấu kiện dầm chuyển có độ cứng lớn, mô men và lực cắt trong các cấu kiện này có xu hướng tăng cao hơn so với các tầng lân cận. Vì vậy, trong mọi trường hợp, các cột vách này cần phải được cấu tạo với hàm lượng cốt thép dọc và cốt đai tối thiểu 200% so với tính toán không kể đến ảnh hưởng của dầm chuyển.
- Trong mọi trường hợp, dầm chuyển phải được cấu tạo cốt thép chống co ngót bề mặt (skin reinforcement). Xem bản vẽ cấu tạo chung (general detailing drawings) để biết thêm chi tiết.
- Trong trường hợp các dầm chuyển bị khoét lỗ, yêu cầu sử dụng cấu tạo thép hộp để gia cường các lỗ kỹ thuật. Các tấm thép phải có độ dày tối thiểu 10 (mm) và được phải được hàn kín dọc theo biên. Xem bản vẽ cấu tạo chung (general detailing drawings) để biết thêm chi tiết.
- Khuyến nghị sử dụng cáp dự ứng lực cho dầm chuyển trong mọi trường hợp để giảm thiểu hiện tượng nứt do co ngót của vật liệu bê tông. Nên sử dụng bó cáp tròn (thay vì bó dẹt) với số lượng tạo lớn và đặt gần mặt dưới của dầm để tạo lực nén trong dầm. Trong trường hợp cần thiết, nên xem xét đặt hai lớp cáp theo phân đoạn đổ bê tông để thuận tiện trong quá trình thi công.

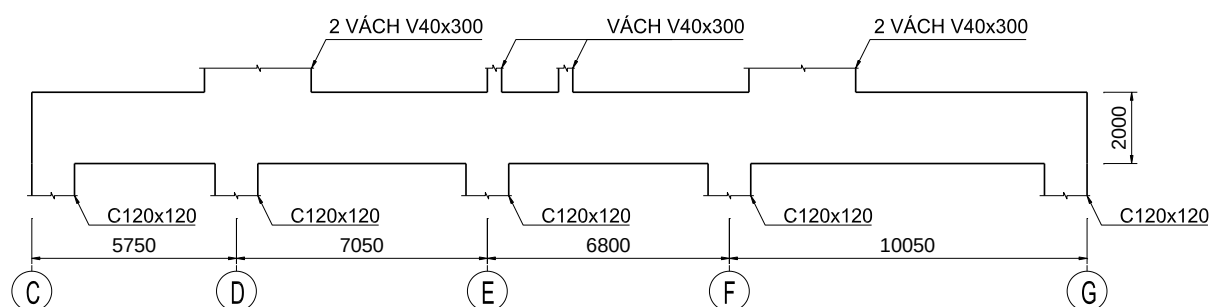
#### 5. Ví dụ tính toán và thiết kế

Thiết kế dầm chuyển cho công trình: HH01; 02 dự án VinCity Tây Mỗ Đại Mỗ: 1 tầng hầm, 40 tầng nổi, dầm chuyển ở tầng 6 để chuyển đổi hệ lưới cột thành hệ vách.



**Hình 8: Mặt bằng kết cầu tầng chuyển**

Ví dụ thiết kế: Dầm chuyển tiết diện 400x200cm, lực dọc của các vách V40x300 khoảng 1120-1220T

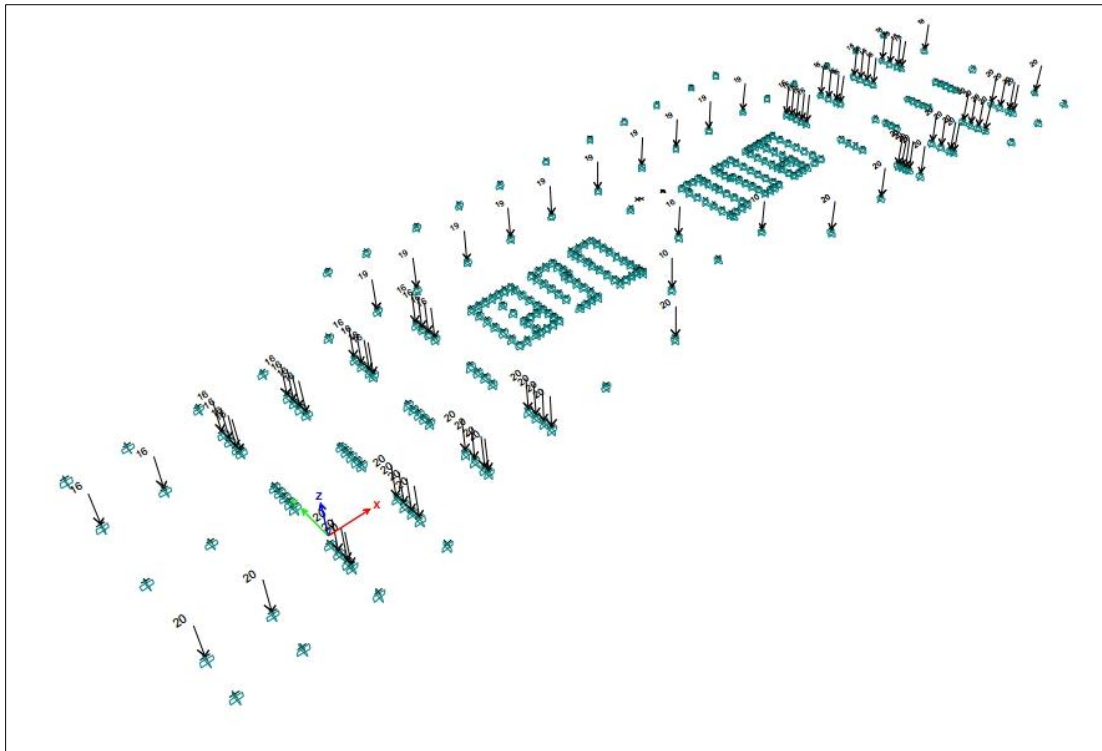


**Hình 9: Sơ đồ dầm chuyển**

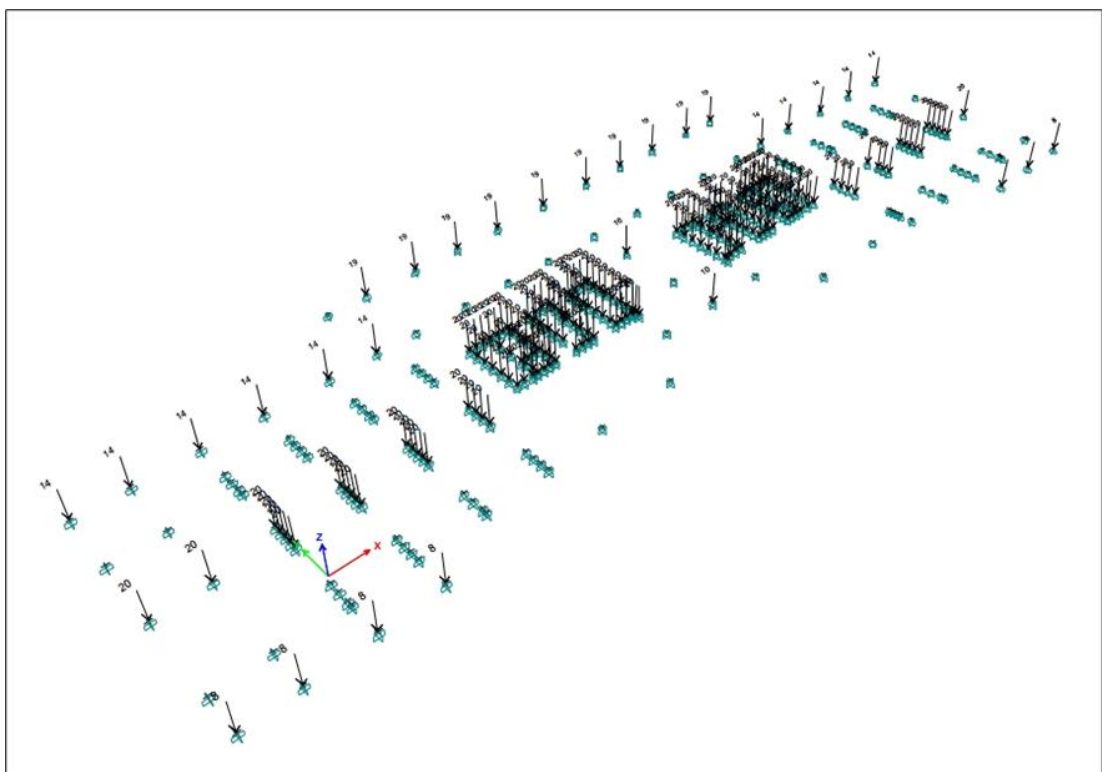
Trong ví dụ tính toán này, sử dụng phần mềm Etabs phân tích tổng thể và xác định nội lực dầm chuyển, các dầm chuyển được khai báo bằng phần tử Shell.

### 5.1. Trình tự tính toán:

- Xác định tải trọng, lập mô hình tính toán Etabs, khai báo vật liệu, tiết diện ...
- Xác định độ chênh lún giữa các móng – lấy bằng  $L/500$  trong đó  $L$  là khoảng cách giữa tim các móng → khai báo chênh lún cho từng phương ngang – dọc (phương X, Y)



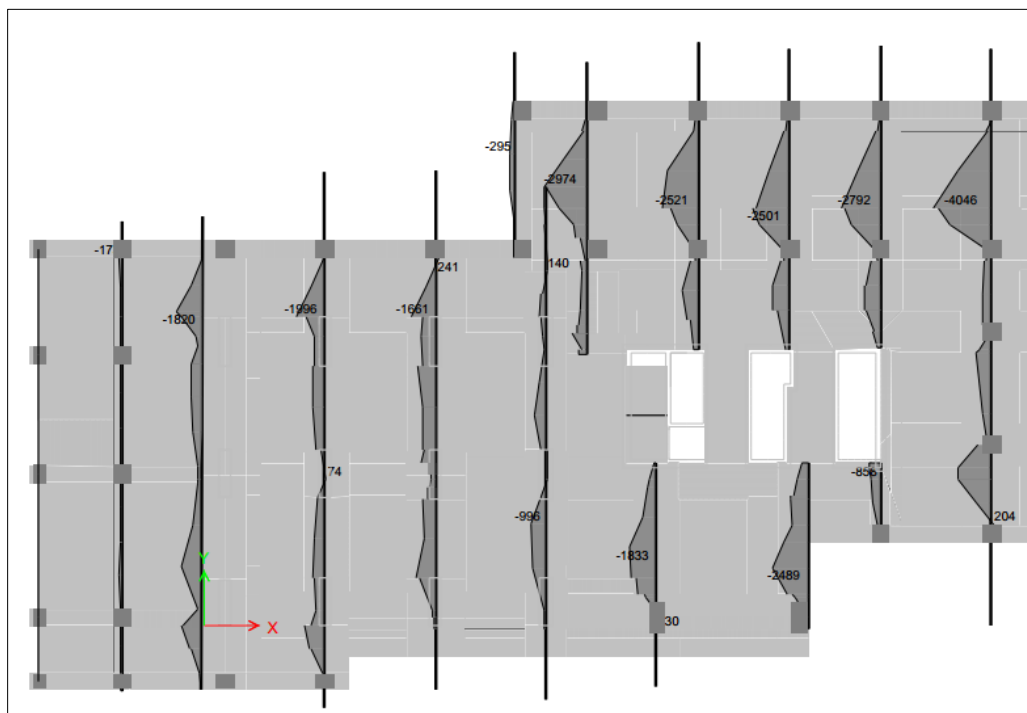
**Hình 10a: Khai báo chênh lún theo phương ngang nhà (Y) – trường hợp Lún 1 (đơn vị: mm)**



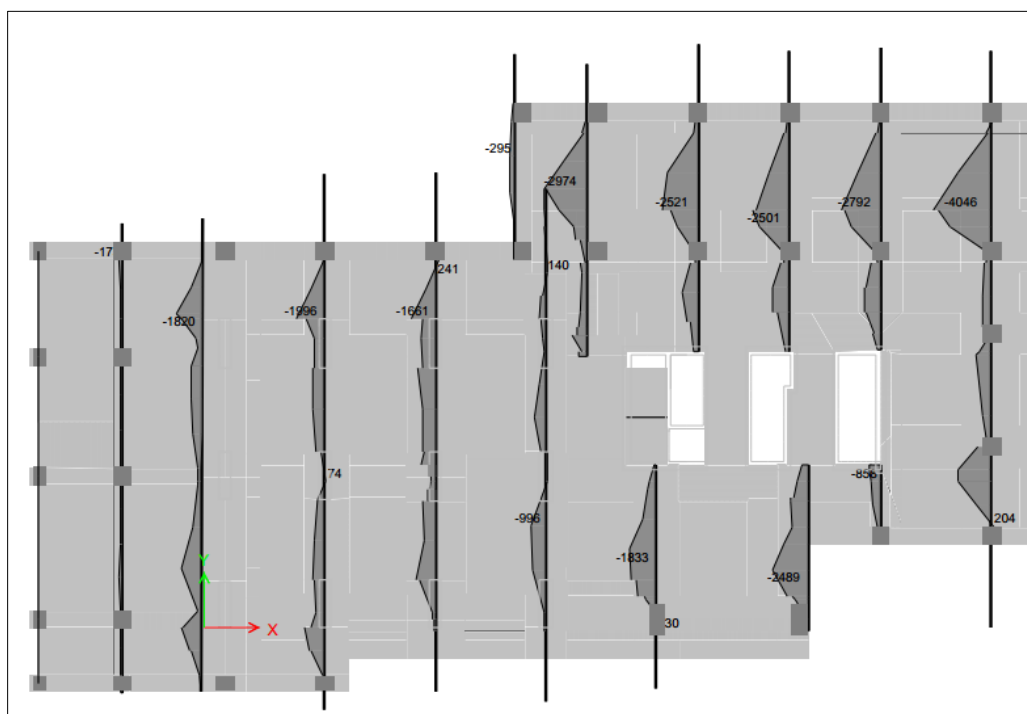
**Hình 10b: Khai báo chênh lún theo phương ngang nhà (Y) – trường hợp Lún 2 (đơn vị: mm)**

## 5.2. Biểu đồ nội lực

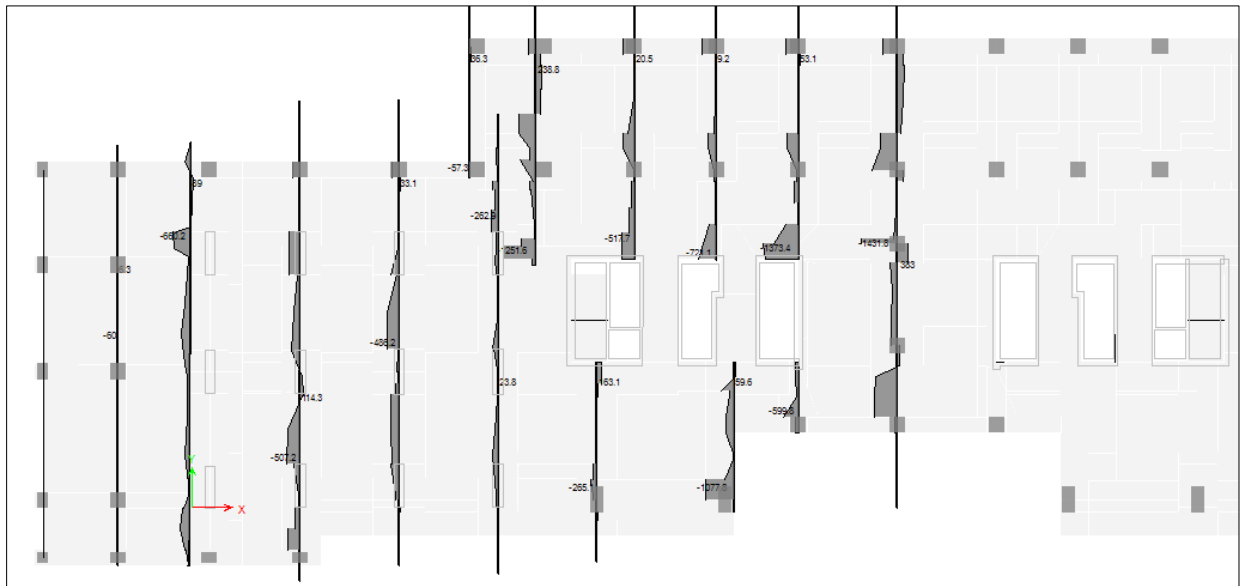
### 5.2.1. Biểu đồ nội lực từ Tổ hợp bao của các tổ hợp tải trọng – không kể đến chuyển vị chênh lún (Bao của Comb1;2;3;4;5;6;7)



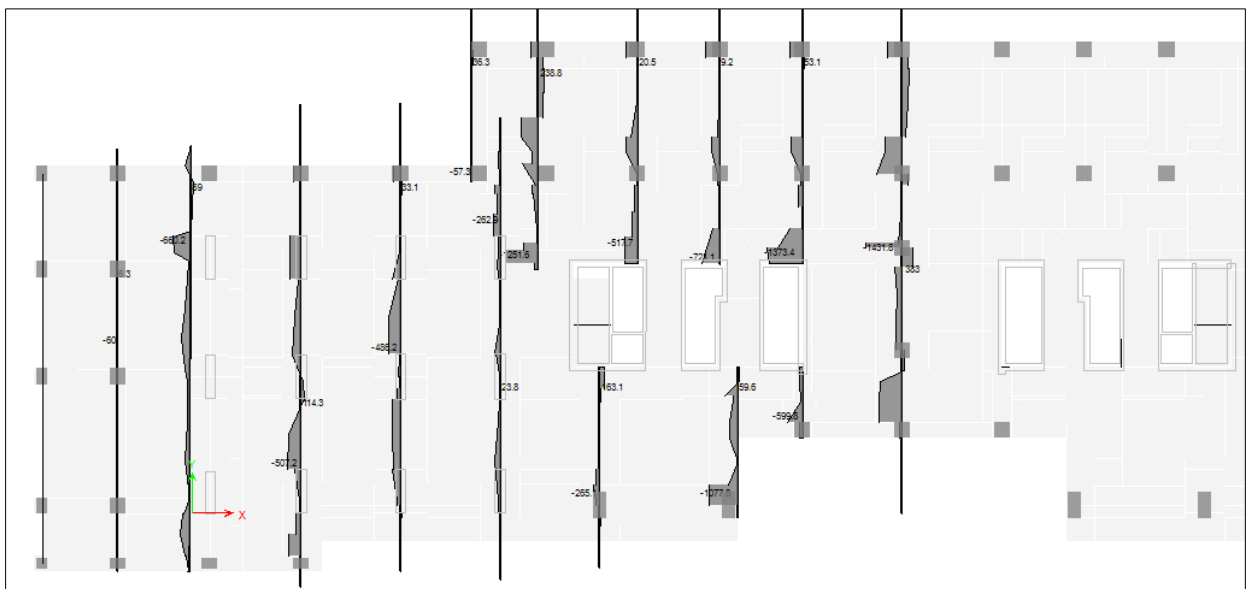
**Hình 11a: Biểu đồ Momen dương lớn nhất (Đơn vị T.m)**



**Hình 11b: Biểu đồ Momen âm lớn nhất (Đơn vị T.m)**

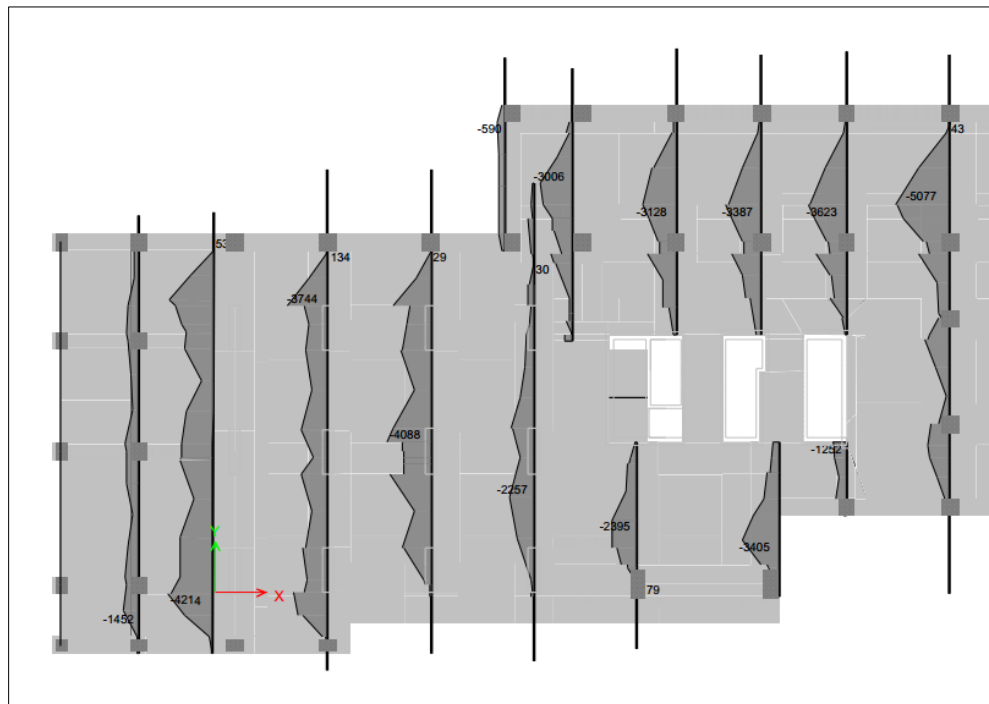


Hình 11c: Biểu đồ Lực cắt max (Đơn vị T)



Hình 11d: Biểu đồ Lực cắt min (Đơn vị T)

5.2.2. Biểu đồ nội lực Tổ hợp Bao của các tổ hợp: Comb1A; Comb1B, Comb1C, Comb1D)



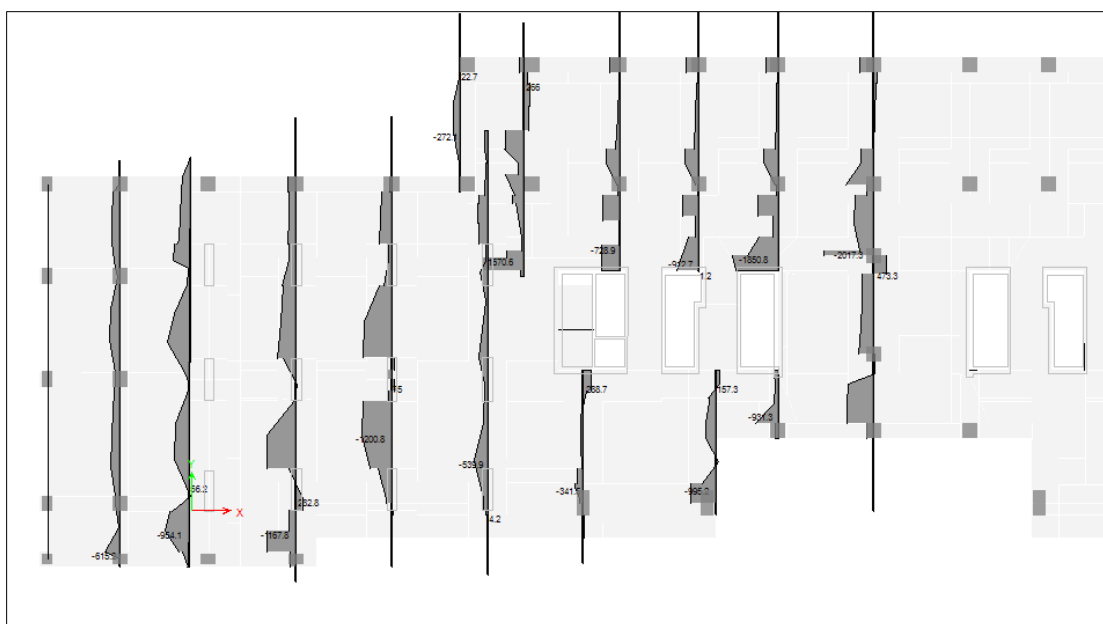
Hình 12a: Biểu đồ Momen dương lớn nhất (Đơn vị T.m)



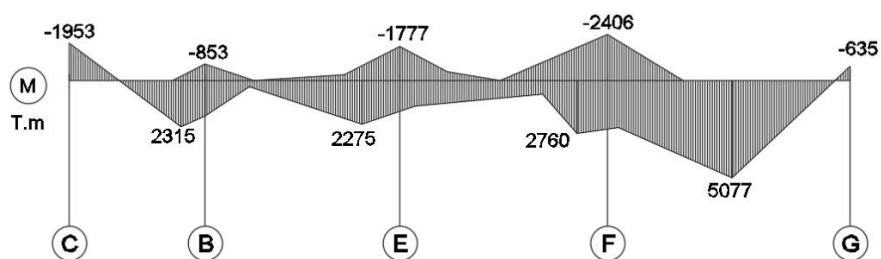
Hình 12b: Biểu đồ Momen âm lớn nhất (Đơn vị T.m)



Hình 12c: Biểu đồ Lực cắt max (Đơn vị T)



Hình 12d: Biểu đồ Lực cắt min (Đơn vị T)



Hình 13: Biểu đồ Momen tổng hợp của 2 tổ hợp Bao

### 5.3. Thiết kế dầm chuyển

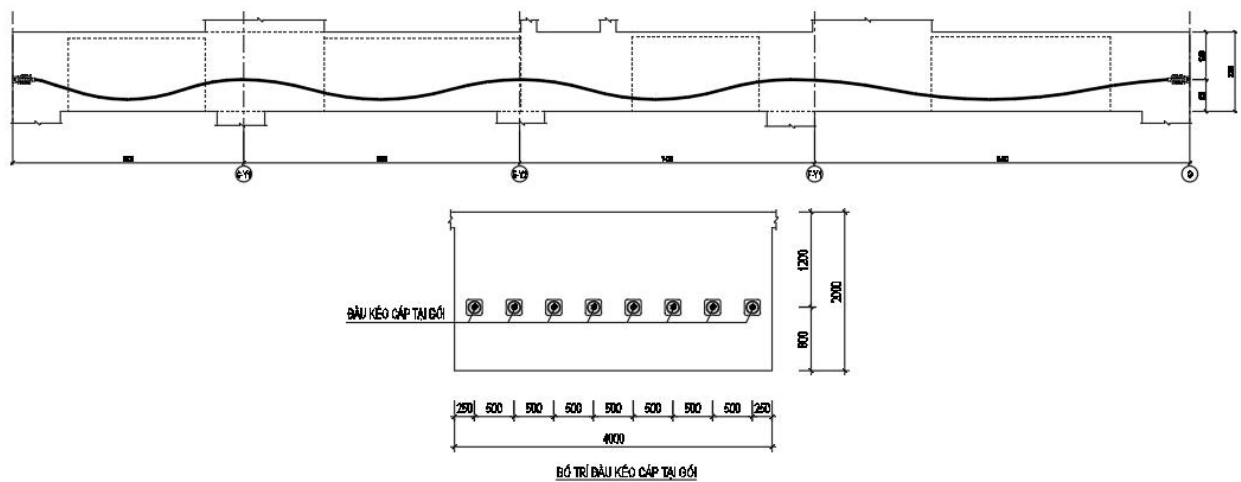
Bê tông cấp độ bền B40; Cốt thép dọc CB500-V có  $R_s = R_{sc} = 435\text{Mpa}$

Cốt thép đai CB400-V có  $R_{sw} = 290\text{ Mpa}$

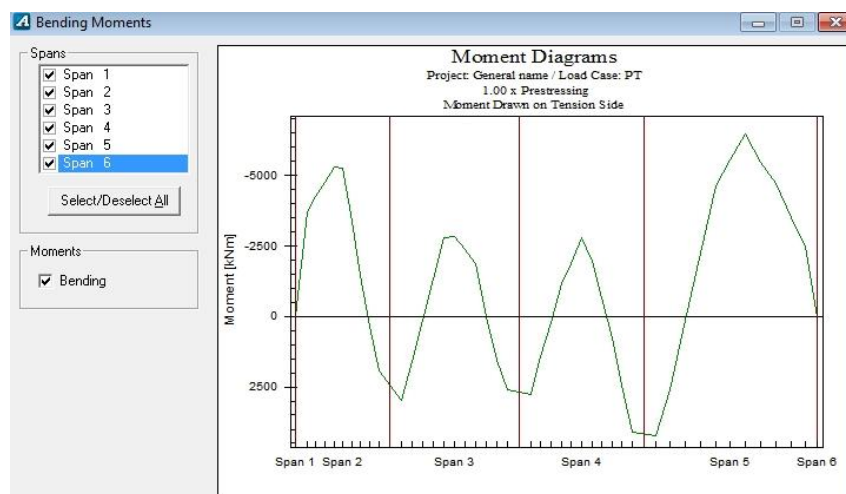
Cáp ULT có cường độ kéo đứt  $f_{pu} = 1860\text{ Mpa}$

Trong phần thiết kế này lựa chọn phần cáp ULT chịu 10-15% nội lực dầm, phần còn lại do thép thường chịu.

Với dầm tiết diện  $400 \times 200\text{cm}$ , lựa chọn cáp 15,2mm bố trí 8 bó cáp, mỗi bó 12 sợi 15,2 bố trí như hình:



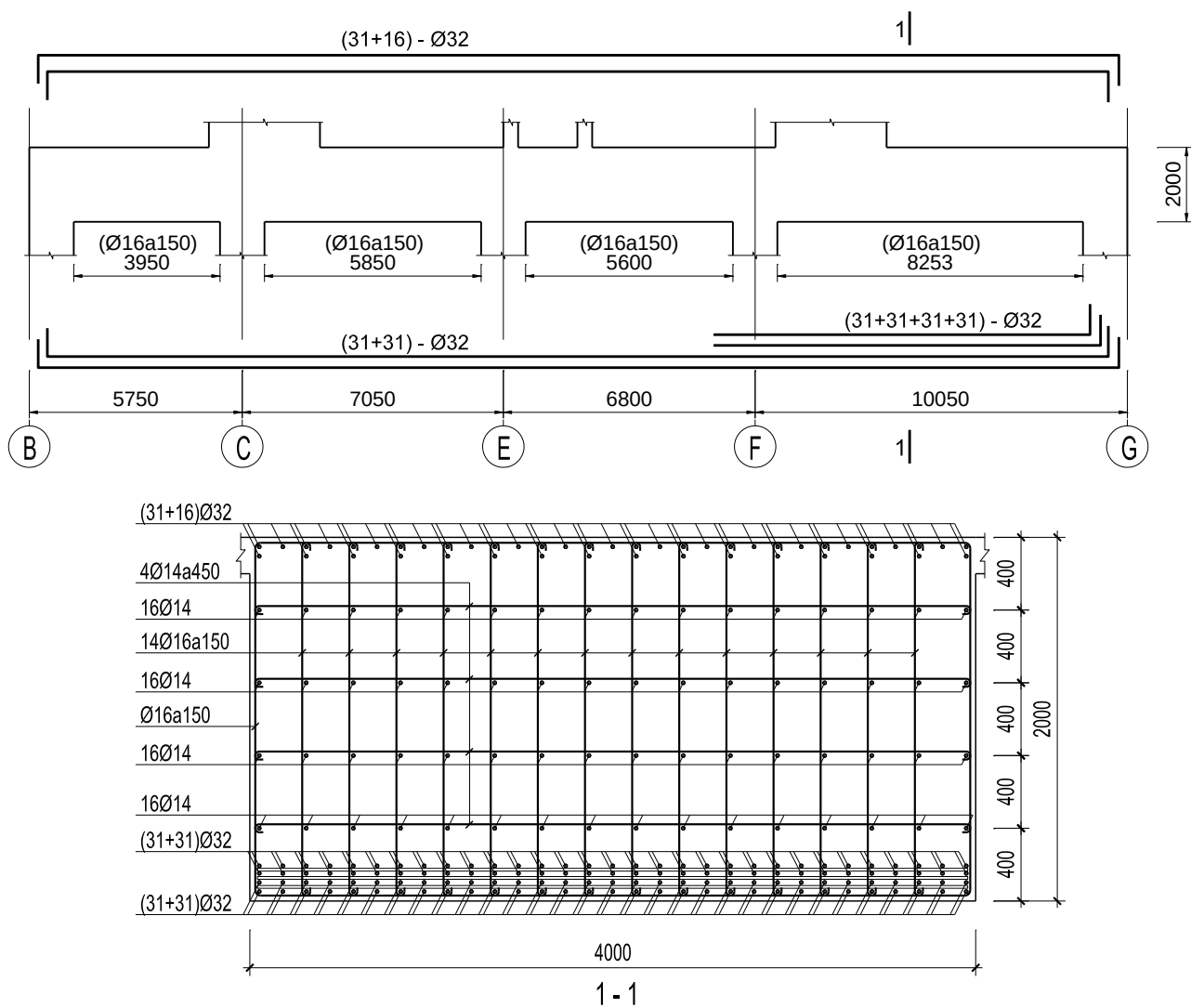
**Hình 14: Sơ đồ bố trí cáp ULT**



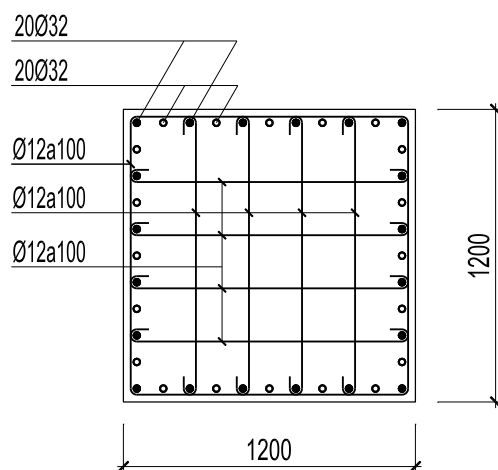
**Hình 15: Nội lực do cáp ULT**

Nội lực thiết kế cho thép thường sẽ lấy từ biểu đồ nội lực tổng hợp trừ đi phần cáp ULT tác dụng ngược.



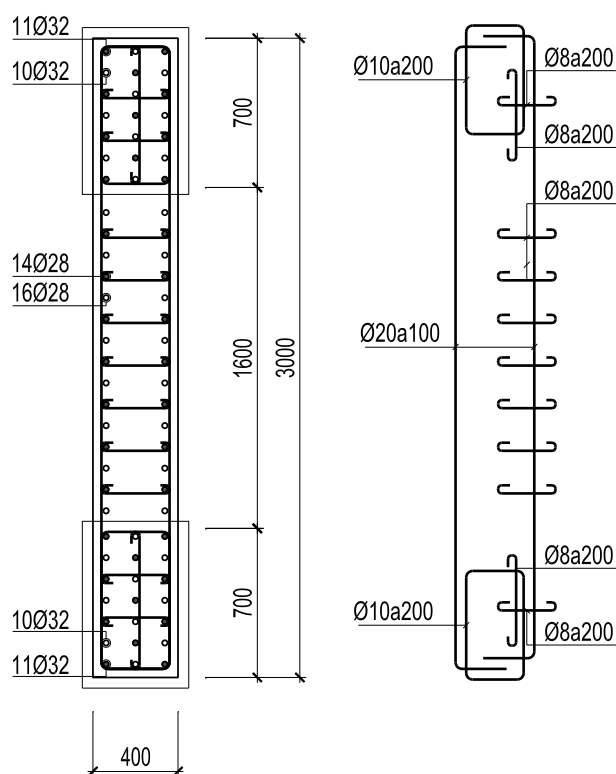


Hình 16: Bố trí cốt thép thường



Hình 17a: Bố trí cốt thép Cột 120x120cm tầng dưới dầm chuyên

Đối với cột, vách dưới tầng chuyển cần phải tính toán khả năng chịu cắt. Để an toàn hơn ở những tầng này nên bố trí cốt đai ngoài và nhiều đai nhánh cùng bước và khoảng cách a100 (a150) – khi đó khả năng chịu nén của cột được tăng đáng kể do hiệu ứng bó.



**Hình 17b: Bố trí cốt thép Vách V30x200cm tầng ngay trên dầm chuyển**

Các Cột, Vách ngay trên tầng chuyển có lực cắt rất lớn và tương đối khó khăn trong việc thiết kế cốt thép chịu cắt. Thông thường, tiết diện Vách ngay trên tầng chuyển có tiết diện (chiều dày lớn hơn so với tầng trên nó). Như trong ví dụ, vách tầng 6 tiết diện 40x300cm; vách tầng 7 tiết diện 30x300cm

## 6. Tổng kết

Dầm chuyển có vị trí rất quan trọng trong tổng thể công trình, ảnh hưởng đến nhiều cấu kiện khác. Do đó, khi tính toán dầm chuyển cần xem xét đầy đủ các yếu tố hưởng và thiết kế cấu tạo dầm chuyển cần có độ an toàn nhất định.

Trên đây là quy trình Thiết kế dầm chuyển do công ty CDC soạn thảo, mang tính chất tham khảo cho các kỹ sư kết cấu khi thực hành thiết kế dầm chuyển.