

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**BÁO CÁO TÓM TẮT  
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ  
CẤP ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG KẾT CẤU SÀN CHUYỂN  
BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC TRONG NHÀ CAO TẦNG  
TẠI ĐÀ NẴNG**

**Mã số: Đ2013-02-68**

**Chủ nhiệm đề tài: ThS. Lê Viết Thành**

**Đà Nẵng, Tháng 12/2013**

## MỤC LỤC

<b>MỞ ĐẦU</b>	1
<b>Chương 1 TỔNG QUAN VỀ SÀN CHUYỂN VÀ KẾT CẤU SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC</b>	3
1.1 Giới thiệu tổng quan và tính cấp thiết của đề tài	3
1.2 Khái niệm về sàn chuyển và kết cấu sàn chuyển dự ứng lực	3
1.3 Tình hình sử dụng hệ sàn chuyển dự ứng lực vào thực tế xây dựng công trình tại các nước trên thế giới	4
1.4 Tình hình sử dụng hệ sàn chuyển dự ứng lực vào thực tế xây dựng công trình tại Việt Nam nói chung và Đà Nẵng nói riêng	4
<b>Chương 2 CÁC VẤN ĐỀ VỀ THIẾT KẾ SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC VÀ PHƯƠNG HƯỚNG GIẢI QUYẾT</b>	5
2.1 Các vấn đề về thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực và phương hướng giải quyết	5
2.1.1 Vấn đề 1	5
2.1.2 Vấn đề 2	6
2.2 Quy trình thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực	7
2.2.1 Lựa chọn các công cụ phần mềm phổ biến để thiết kế sàn chuyển	7
2.2.2 Đề xuất quy trình thiết kế sàn chuyển bằng bê tông DUL	8
2.3 Ví dụ tính toán một sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực	11
<b>Chương 3 CÁC VẤN ĐỀ VỀ THI CÔNG SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC VÀ PHƯƠNG HƯỚNG GIẢI QUYẾT</b>	15
3.1 Các vấn đề về thi công sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực và phương hướng giải quyết	15
3.1.1 Vấn đề 1	15
3.1.2 Vấn đề 2	17
<b>Chương 4 KINH NGHIỆM THIẾT KẾ SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC CỦA TÁC GIẢ TRONG THỰC TẾ CÔNG TRÌNH</b>	18

4.1 Giới thiệu và nêu kinh nghiệm thiết kế kết cấu sàn chuyển tại công trình khách sạn Novotel Sông Hàn (2 hầm & 38 tầng cao)	18
4.1.1 Giới thiệu về khách sạn Novotel Sông Hàn	18
4.1.2 Giới thiệu kinh nghiệm thiết kế kết cấu sàn chuyển bằng bê tông DUL dùng trong công trình khách sạn Novotel Sông Hàn	19
4.1.3 Kiểm chứng một số kết quả về sàn chuyển công trình khách sạn Novotel Sông Hàn trong thực tế	20
4.2 Giới thiệu và nêu kinh nghiệm thiết kế kết cấu sàn chuyển tại công trình khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng	20
4.2.1 Giới thiệu về khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng	20
4.2.2 Giới thiệu kinh nghiệm thiết kế kết cấu dầm chuyển bằng bê tông dự ứng lực dùng trong công trình khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng	21
4.2.3 Kiểm chứng một số kết quả về sàn chuyển công trình khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng trong thực tế	21
<b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ</b>	21

## MỞ ĐẦU

### 1) Tổng quan về tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước

Ở ngoài nước, việc ứng dụng các giải pháp kết cấu tầng chuyển trong các khối phức hợp cao tầng đã được sử dụng nhiều trên thế giới. Tầng chuyển dùng để chuyển đổi hệ kết cấu từ cột sang vách hay từ vách sang cột, hoặc được dùng khi chân cột phân trên không trùng vị trí với các cột phân dưới. Kết cấu tầng chuyển là dạng kết cấu có tính chất làm việc đặc biệt phức tạp, thường chiếm chi phí rất lớn trong công trình. Công tác thiết kế kết cấu cũng như công tác thi công sản chuyển đặc biệt khó khăn.

Hiện tại, các công ty thiết kế lớn trên thế giới như VSL, Freysinet, ARUP (Mỹ), Thornton Tomasetti (Mỹ),... đã có nhiều nghiên cứu về lý thuyết cũng như cách vận dụng kết cấu tầng chuyển vào thực tế công trình. Tuy nhiên, về lý thuyết thiết kế tầng chuyển bằng bê tông dự ứng lực hiện còn nhiều vấn đề tồn tại chưa được giải quyết thấu đáo. Cũng chưa có phần mềm thương mại nào có thể cho phép phân tích sự làm việc của sàn chuyển dự ứng lực và của tổng thể công trình có dùng sàn chuyển dự ứng lực một cách hoàn chỉnh và tự động. Vì vậy, khi thiết kế tầng chuyển, phần lớn các kỹ sư đang phải chọn cách tính gần đúng, thiên về an toàn và chấp nhận lãng phí tương đối lớn.

Ngoài ra, các công bố của các công ty thiết kế nêu trên về các nghiên cứu của mình cũng chỉ giới hạn ở dạng nêu kết quả thiết kế của mình ở từng công trình cụ thể mà chưa được khái quát, đưa vào các quy phạm thiết kế.

Ở Việt Nam, tính tới thời điểm hiện tại đã có một số khối phức hợp cao tầng có sử dụng tầng chuyển bằng bê tông cốt thép thông thường hoặc bê tông dự ứng lực. Tuy nhiên, số lượng các kỹ sư, chuyên gia thiết kế được loại sản chuyển bằng bê tông dự ứng lực còn rất ít. Tiêu chuẩn Thiết kế của Việt Nam hiện chưa bao gồm dạng kết cấu sàn chuyển bê tông dự ứng lực. Gần như mọi tính toán thiết kế dạng kết cấu này đều bám theo các tài liệu nước ngoài và các nghiên cứu của cá nhân từng tác giả.

### 2) Tính cấp thiết của đề tài

Chủ trương của lãnh đạo thành phố Đà Nẵng hiện nay khuyến khích

các Chủ đầu tư nếu muốn xây nhà cao tầng thì phải là hơn 30 tầng nhằm giúp thành phố Đà Nẵng ngày càng hoành tráng, hiện đại,... để tương xứng với các thành phố lớn khác trên cả nước. Các công trình nhà cao tầng cao trên 30 tầng thường có tổng mức đầu tư lên tới hàng ngàn tỷ đồng, và đồng thời phải đảm nhận nhiều chức năng sử dụng khác nhau như vừa làm khu thương mại, vừa làm khu văn phòng, vừa làm khách sạn,... Để đảm bảo được yêu cầu đảm nhận được nhiều chức năng sử dụng khác nhau như vậy thì bắt buộc cần dùng giải pháp tầng chuyển (transfer story). Công nghệ bê tông dự ứng lực là công nghệ cho phép thực hiện được các kết cấu tầng chuyển phức tạp nhưng chi phí xây dựng không cao. Tuy nhiên, việc thiết kế loại kết cấu sàn chuyển bê tông dự ứng lực thường rất phức tạp, hiện nay các đơn vị thiết kế kết cấu tại Đà Nẵng gần như chưa thực hiện được. Đề tài này sẽ mang tới cho các đơn vị thiết kế kết cấu tại Đà Nẵng các kiến thức, quy trình, kinh nghiệm cho việc thiết kế và thi công loại kết cấu này.

### **3) Mục tiêu của đề tài**

- Nghiên cứu tổng quan việc thiết kế kết cấu các sàn chuyển bê tông dự ứng lực cho các nhà cao tầng trên thế giới và tình hình thiết kế, thi công kết cấu nhà cao tầng tại Đà Nẵng.

- Đưa ra quy trình thiết kế loại kết cấu sàn chuyển bê tông dự ứng lực trong các nhà cao tầng tại Đà Nẵng. Đề xuất và lựa chọn cách kết hợp một số phần mềm để thiết kế dạng kết cấu sàn chuyển cho nhà cao tầng. Phân tích, so sánh kết quả tính toán trên máy và các kết quả đo đạc thực tế ở hiện trường.

- Vận dụng các nghiên cứu trong đề tài vào thiết kế kết cấu sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực trong các công trình thực tế tại Đà Nẵng.

### **4) Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu**

#### Cách tiếp cận:

- Tổng hợp các nghiên cứu trong và ngoài nước về lĩnh vực thiết kế sàn chuyển dự ứng lực.

- Nghiên cứu các công cụ phần mềm thiết kế kết cấu đang được dùng phổ biến tại Việt Nam có thể ứng dụng vào thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực như SAP2000, ADAPT-BUILDER, ETABS.

- Xây dựng quy trình thiết kế sàn chuyển dự ứng lực.

#### Phương pháp nghiên cứu:

- Nghiên cứu lý thuyết: Mô hình hóa các kết cấu thật sử dụng sàn chuyển dự ứng lực để phân tích bằng các phần mềm trên máy tính để lấy các số liệu về trạng thái ứng suất-biến dạng của kết cấu.

- Áp dụng thực tế: Tiến hành áp dụng các tính toán nêu trên vào thực tế thiết kế công trình. Trong quá trình xây dựng và sử dụng công trình, tiến hành đo đạc biến dạng của kết cấu để so sánh với các kết quả tính toán lý thuyết đã nêu.

### **5) Nội dung nghiên cứu**

Nội dung nghiên cứu gồm:

- **Chương 1:** Tổng quan về sàn chuyển và cách thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực

- **Chương 2:** Các vấn đề về thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực và phương hướng giải quyết.

- **Chương 3:** Các vấn đề về thi công sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực và phương hướng giải quyết.

- **Chương 4:** Kinh nghiệm thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực của tác giả trong thực tế công trình

- **Kết luận và kiến nghị**

## **Chương 1      TỔNG QUAN VỀ SÀN CHUYỂN VÀ KẾT CẤU SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC**

### **1.1 Giới thiệu tổng quan và tính cấp thiết của đề tài**

### **1.2 Khái niệm về sàn chuyển và kết cấu sàn chuyển dự ứng lực**

Hệ sàn tại nơi có sự chuyển đổi hệ lưới kết cấu nhịp nhỏ phía trên xuống hệ lưới kết cấu nhịp lớn phía dưới (hoặc ngược lại) gọi là hệ sàn chuyển (transfer slab).

Như vậy, hệ sàn chuyển là hệ sàn trong công trình có các chân cột hay vách ở các tầng trên nó cắm trực tiếp vào và không tiếp tục đi tới móng.

Hệ sàn chuyển có thể bằng kết cấu thép, kết cấu bê tông, hoặc kết cấu

bê tông dự ứng lực. Với các hệ sàn chuyển bằng kết cấu thép thường được dùng dưới dạng các dầm chuyển bằng thép. Với các hệ sàn chuyển bằng kết cấu bê tông hay bê tông dự ứng lực, hệ sàn chuyển có thể dùng kết cấu dạng tấm sàn chuyển (transfer plate) hay hệ lưới dầm chuyển (transfer beam).

Sàn chuyển dự ứng lực là sàn chuyển có bố trí cáp dự ứng lực, trong đó các bó cáp dự ứng lực được đưa vào nhằm giảm chiều dày của tấm sàn chuyển (hay chiều cao của dầm chuyển), giảm lượng cốt thép trong hệ sàn chuyển mà vẫn đảm bảo được các yêu cầu về tính chịu lực của kết cấu sàn chuyển. Trong đề tài này, chúng tôi tập trung nghiên cứu các loại kết cấu tấm sàn chuyển và dầm chuyển bằng bê tông cốt thép có sử dụng các bó cáp dự ứng lực.

### **1.3 Tình hình sử dụng hệ sàn chuyển dự ứng lực vào thực tế xây dựng công trình tại các nước trên thế giới**

Hiện tại, sàn chuyển được sử dụng rộng rãi trong thực tế xây dựng công trình trên thế giới. Gần như tất cả các công trình cao tầng phức hợp đa chức năng của Mỹ, của Úc, của các nước từ châu Âu tới châu Á đều sử dụng sàn chuyển, trong đó sàn chuyển dự ứng lực chiếm đa số. Lý thuyết tính toán và công cụ thiết kế loại sàn chuyển dự ứng lực này cũng có những bước phát triển lớn.

Nhìn chung các nước trên thế giới đang sử dụng rộng rãi giải pháp sàn chuyển dự ứng lực trong các khối phức hợp cao tầng nhằm giảm giá thành xây dựng sàn chuyển.

Dù sàn chuyển dự ứng lực đã và đang được dùng rộng rãi trong các công trình trên khắp thế giới, tuy nhiên, do quá trình thiết kế và thi công gặp quá nhiều vấn đề phức tạp nên hiện nay trên thế giới, người ta vẫn phải đang tiếp tục hoàn thiện thêm về lý thuyết và quy trình thiết kế sàn chuyển dự ứng lực. Đồng thời, hiện nay vẫn chưa có một phần mềm nào đủ sức giải quyết một cách trọn vẹn bài toán thiết kế sàn chuyển dự ứng lực. Thay vào đó, tại các công ty tư vấn quốc tế, người ta vẫn phải chia nhỏ bài toán thiết kế sàn chuyển dự ứng lực ra thành nhiều bài toán nhỏ, giải quyết từng bài toán rồi dùng kinh nghiệm của mình để kết nối các kết quả lại để đưa ra phương án thiết kế sử dụng vào xây dựng công trình.

## **1.4 Tình hình sử dụng hệ sàn chuyển dự ứng lực vào thực tế xây dựng công trình tại Việt Nam nói chung và Đà Nẵng nói riêng**

Trong vòng khoảng 10 năm trở lại đây, tại Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh đã bắt đầu có vài số công trình có sử dụng kết cấu sàn chuyển dự ứng lực. Tuy nhiên, việc thiết kế và trực tiếp thi công phần kết cấu sàn chuyển dự ứng lực ở đa số các công trình này đều do các công ty quốc tế như VSL, Freysinet, Arup,... đảm nhận.

Riêng ở Đà Nẵng, tính tới thời điểm tháng 5 năm 2010, mặc dù có 2 công trình có dùng sàn chuyển bằng kết cấu bê tông cốt thép là Azura, Mercure Đảo Xanh đã được xây dựng nhưng chưa có công trình nào dùng sàn chuyển bằng kết cấu bê tông dự ứng lực. Tính tới nay, Tại Đà Nẵng cũng chỉ mới có 3 công trình có dùng sàn chuyển bê tông dự ứng lực là khách sạn Novotel Sông Hàn (38 tầng), khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng (27 tầng) và mới đây là Vũ trường Phương Đông (9 tầng).

## **Chương 2 CÁC VẤN ĐỀ VỀ THIẾT KẾ SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC VÀ PHƯƠNG HƯỚNG GIẢI QUYẾT**

### **2.1 Các vấn đề về thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực và phương hướng giải quyết**

Việc thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực trên thế giới và tại Việt Nam tính tới thời điểm hiện tại cho thấy hiện vẫn còn nhiều vấn đề phức tạp. Theo tác giả, để có thể thiết kế được loại sàn này, các kỹ sư thiết kế kết cấu cần phải hiểu rõ và có phương hướng giải quyết các vấn đề như sau:

#### **2.1.1 Vấn đề 1**

*+ Nội dung vấn đề:*

Do trong quá trình thi công sàn chuyển ta phải đổ bê tông thành nhiều lớp, và thi công các tầng phía trên tầng chuyển sau đó làm tải trọng dồn lên sàn tầng liên tục. Do vậy, trạng thái nội lực, ứng suất và biến dạng trong sàn chuyển cũng thay đổi liên tục theo giai đoạn thi công.

Ngoài ra, có quá nhiều yếu tố cả thụ động lẫn chủ động trong quá trình thi công sàn ảnh hưởng tới trạng thái ứng suất-biến dạng của sàn. Do vậy,



hiện tại chưa có phần mềm nào đủ sức bao trùm toàn bộ các công đoạn thiết kế sản chuyển và chưa thể tự động chọn được phương án kết cấu sản chuyển một cách tối ưu.

+ Phương hướng giải quyết:

Cần xây dựng quy trình thiết kế sản chuyển và lựa chọn các phần mềm tương ứng sau cho có khả năng phân tích kết cấu nhà cao tầng bằng bê tông dự ứng lực có xét tới giai đoạn thi công. Các phần mềm phổ biến tại Việt Nam có khả năng thiết kế nhà cao tầng bê tông dự ứng lực theo giai đoạn thi công có thể kể tới là SAP2000, Midas Gen,... Tuy nhiên, khả năng phân tích của các phần mềm này vẫn còn nhiều giới hạn, chưa thể giải quyết đồng thời tất cả mọi vấn đề trong kết cấu sản chuyển bằng dự ứng lực.

Do vậy, người thiết kế cần phải kết hợp các phần mềm nói trên (SAP, Midas Gen) với một số phần mềm chuyên dụng khác như ADAPT, SAFE 12,... để giải quyết bài toán thiết kế công trình có sản chuyển bằng bê tông dự ứng lực. Ngay cả các công ty thiết kế lớn và các hãng phần mềm lớn trên thế giới.

Việc đề nghị một số phần mềm và nêu quy trình thiết kế sản chuyển chính là một nội dung quan trọng trong đề tài này.

## **2.1.2 Vấn đề 2**

+ Nội dung vấn đề:

Trong quá trình thiết kế sản chuyển bằng bê tông dự ứng lực, việc xây dựng mô hình để phản ánh đúng trạng thái nội lực, ứng suất và biến dạng của sản chuyển và chủ động chọn cách bố trí, thi công căng cáp theo từng giai đoạn để can thiệp một cách có lợi nhất vào trạng thái nội lực, ứng suất và biến dạng của sản nhằm tạo ra một sản chuyển an toàn và tiết kiệm là hết sức phức tạp.

Đồng thời, với công trình có dùng sản chuyển, việc tính toán khả năng chịu lực ngang của nó cũng cần phải quan tâm đặc biệt. Do vậy, ngoài các vấn đề cục bộ liên quan tới phương án bố trí cáp trong sản chuyển, ta còn phải giải quyết nhiều vấn đề liên quan tới tổng thể kết cấu công trình.

+ Phương hướng giải quyết:

Dù hiện nay có rất nhiều phần mềm có thể phân tích sự làm việc của

kết cấu bê tông dự ứng lực. Tuy nhiên, tất cả các phần mềm này chỉ có thể thực hiện được bài toán kiểm tra kết cấu chứ không thể tự động lựa chọn các thông số kỹ thuật cho các bộ cấp dự ứng lực theo hướng tối ưu kết cấu. Đối với sàn chuyển lại càng phức tạp hơn vì chưa có phần mềm nào bao trùm được dù chỉ là bài toán kiểm tra kết cấu. Vì vậy, trong việc thiết kế sàn chuyển, kinh nghiệm và kiến thức nhìn nhận về cách ứng xử của kết cấu của người kỹ sư thiết kế lại là công cụ quan trọng nhất.

Trong thực hành thiết kế sàn chuyển, do sàn chuyển thường có chiều dày lớn đến nỗi độ cứng chống uốn của nó là vô cùng lớn hơn so với độ cứng chống uốn của các cột phía dưới và các vách cứng phía trên sàn chuyển. Nên nhiều tác giả (Zhang, 2003) đề nghị bỏ qua cả biến dạng uốn ngoài mặt phẳng của nó và biến dạng màng trong mặt phẳng của nó, có nghĩa là coi tấm sàn là một khối cứng hoàn toàn. Tuy nhiên, trong thực tế tấm sàn chuyển vẫn có biến dạng uốn cục bộ, và trong một số trường hợp thì ảnh hưởng của biến dạng này là không thể bỏ qua.

## **2.2 Quy trình thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực**

### **2.2.1 Lựa chọn các công cụ phần mềm phổ biến để thiết kế sàn chuyển**

Tác giả đã nghiên cứu khá nhiều phần mềm phổ biến ở Việt Nam như SAP2000, ETABS2000, Midas Civil và Midas Gen, CSC Orion, SAFE12, Adapt Builder, Adapt PT, Schoeck BOLE,... cũng như tham khảo các tài liệu ở trong và ngoài nước để rà soát khả năng của các phần mềm, từ đó lựa chọn các phần mềm có thể sử dụng để thực hiện bài toán thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực.

Từ đó tác giả rút ra nhận định là các công ty thiết kế lớn và uy tín vẫn dùng Adapt Builder để tính sàn chuyển. Điều quan trọng là trạng thái nội lực-biến dạng cũng như cách căng kéo cáp trong sàn chuyển lại liên quan đến quá trình xây dựng và làm việc của tổng thể công trình, do vậy, các kỹ sư thiết kế sàn chuyển bê tông dự ứng lực phải có cách kết hợp Adapt Builder (chỉ tính được cho một sàn riêng lẻ) với một phần mềm phân tích tổng thể kết cấu khác

Một giải pháp kết hợp mà hãng Adaptsoft đã chọn là kết hợp Adapt Builder với phần mềm Etabs. Hãng này (Adaptsoft) đã soạn một mô-đun

phần mềm có tên là “Adapt Integration console” để đọc dữ liệu và kết quả của từng sàn riêng lẻ xuất ra từ việc giải kết cấu tổng thể bằng Etabs.

Tuy nhiên, vì trong Etabs lại không được trang bị phần tử cáp (tendon) nên với công trình có quá nhiều tầng xây trên sàn chuyển, nếu ta bỏ qua cáp trong mô hình Etabs thì đôi lúc nội lực sẽ quá lớn làm cho lượng cốt thép trong các cấu kiện cột, vách, dầm và sàn lớn theo tương ứng (so với yêu cầu thực tế). Do vậy, theo tác giả thì ta cần phải kết hợp thêm với SAP2000 để giải quyết vấn đề này.

Như đã nêu ở đầu chương, với phần mềm SAP2000, khi thiết kế công trình có cáp dự ứng lực bằng SAP2000, để có thể phân tích đủ các yếu tố của bài toán sàn chuyển thì ta phải khai báo các bó cáp dự ứng lực ở dạng “element” và chia rất mịn các phần tử thanh và tấm. Điều này khiến cho việc phân tích kết cấu trong SAP tốn rất nhiều thời gian mà theo kinh nghiệm thực tế của tác giả thì đa số các trường hợp là bị treo máy hoặc cho các kết quả sai.

Do vậy, ta cần kết hợp sử dụng giữa ETABS2000, Adapt Builder và SAP2000 để tính toán sàn chuyển bằng bê tông DUL. Điều này cho phép ta phát huy thế mạnh của từng phần mềm, và hạn chế các nhược điểm của chúng.

## **2.2.2 Đề xuất quy trình thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực**

### + Thiết lập bài toán:

Xây dựng quy trình gồm các bước tính toán thiết kế kết cấu sàn chuyển cho một khối phức hợp cao tầng (khoảng 25 tầng trở lên). Khối phức hợp có khoảng 5 tầng công cộng dùng lưới cột nhịp lớn và khoảng trên 20 tầng điển hình sử dụng hệ lưới cột (vách) nhịp nhỏ. Sàn chuyển là tấm sàn dùng để chuyển tiếp từ hệ lưới cột nhịp lớn của khối công cộng bên dưới sang hệ kết cấu nhịp nhỏ của các tầng điển hình bên trên. Do trên sàn chuyển có trên 20 tầng nên tải trọng ở các chân cột (vách) của khối điển hình bên trên tác dụng trực tiếp lên sàn chuyển là rất lớn. Để đảm bảo trước hết điều kiện chống chọc thủng sàn thì sàn chuyển sẽ phải có độ dày ít nhất là trên 1,5 m.

Với các sàn chuyển có chiều dày lớn đến trên 1,5 m, nếu thi công đổ bê tông cùng một lúc thì hệ thống cây chống, cốp-pha là rất tốn kém, chưa kể

khả năng có thể nứt sàn do việc thi công bê tông khối lớn gây ra. Vì vậy, thực tế thi công buộc ta phải chia ra nhiều đợt đổ bê tông, mỗi đợt dày khoảng từ 0,5 tới 1 m sao cho các lớp bê tông được thi công trước bên dưới sẽ trở thành cốt-pha tự mang cho các lớp bê tông thi công ở các đợt sau phía trên.

+ Đề xuất quy trình thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực:

Đề xuất của tác giả để thực hiện thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực cho bài toán đã nêu ở trên theo các bước như sau:

**Bước 1:** vì sức nặng của các tầng phía trên sàn chuyển lại chính là ngoại lực tác dụng lên sàn chuyển nên đầu tiên ta xây dựng mô hình phần công trình này trong ETABS (gọi là model 1) để từ đó rút được trị số tải trọng ở các chân cột của phần trên (chính là phản lực trong mô hình đang xét) truyền lên sàn chuyển. Chi tiết hơn ta nên xây dựng đồ thị biểu diễn sự tăng tải trọng ở các chân cột tầng trên theo quá trình xây dựng. (nếu phần phía trên có n tầng giống nhau, thì cứ xây thêm mỗi tầng thì tải trọng ở chân cột tầng trên lại tăng thêm  $100/n$  %).

**Bước 2:** lập trong Adapt builder mô hình sàn chuyển chịu toàn bộ các tải trọng của các tầng phía trên (DL và LL bằng tổng DL và LL tương ứng của các tầng phía trên) rồi kiểm tra điều kiện chống chọc thủng sàn. Giả định rằng với mọi chiều dày sàn chuyển ta đều có thể đưa vào một lượng cáp tương ứng để thỏa mãn điều kiện chịu uốn thì chiều dày sàn chuyển chủ yếu do điều kiện chống chọc thủng quyết định. Ta thay đổi chiều dày sàn cho đến khi điều kiện chống chọc thủng được thỏa mãn (với phương án có đặt cốt thép chống chọc thủng). Ví dụ chiều dày sàn chuyển xác định được là  $h_{\text{sàn}} = 3$  m. Trong quy trình này, tác giả đề nghị sử dụng phần mềm “Schoeck BOLE” để kiểm toán bài toán chọc thủng sàn chuyển.

**Bước 3:** Vì chiều dày sàn sẽ được đổ bê tông thành 2 lớp riêng lẻ: lớp đầu tiên phía dưới dày  $h_1$  khoảng 1 m trong đó có căng cáp sao cho đủ chịu được trọng lượng của lớp bê tông thứ 2 (dày bằng  $h_2 = h_{\text{sàn}} - h_1$ ) mà không cần thêm cây chống để đỡ dưới sàn. Do vậy, trong Adapt builder, ta điều chỉnh lại mô hình ở bước 2 có độ dày sàn là  $h_1$  chịu DL là trọng lượng của lớp bê tông dày  $h_2$  (tất nhiên không xét đến trọng lượng của các tầng xây trên sàn chuyển) và LL là hoạt tải (thi công) trên sàn chuyển rồi thiết kế cáp

cho lớp 1.

**Bước 4:** Sau khi có cách đặt cáp sàn cho lớp 1 (dưới cùng), ta xây dựng mô hình sàn trong adapt builder với chiều dày sàn, có cáp trong lớp  $h_1$  để thiết kế cáp trong lớp  $h_2$  cho đến khi thỏa mãn điều kiện chịu uốn của sàn chuyển.

**Bước 5:** Ở thời điểm này, nếu ta căng cáp hết một lúc các bó cáp trong lớp  $h_2$  thì điều kiện service và strength sẽ đạt, nhưng điều kiện init sẽ không đạt được. Do vậy, ta phải có phương án chia các bó cáp trong lớp  $h_2$  thành nhiều nhóm phục vụ cho nhiều đợt kéo cáp khác nhau. Với mỗi đợt kéo cáp thứ  $k$  thì ta phải xây dựng một bài toán tương ứng trong Adapt builder với các thông số như sau:

Về mô hình: gồm tấm sàn có chiều dày bằng chiều dày tổng thể của sàn chuyển, trong đó có các bó cáp của lần sắp kéo và của tất cả các lần đã kéo trước đó.

Về tải trọng: Giả sử trước lần kéo đang xét (lần kéo thứ  $k$ ), tổng số tầng đã xây dựng trên sàn chuyển trước đó là  $n_1$  và ta đã kéo tất cả  $k-1$  lần trước đó, gọi số tầng dự định xây tiếp sau khi kéo đang xét là  $n_2$ . Bài toán xây dựng trong Adapt Builder như sau:

Trường hợp tải trọng (Loadcase):

- Selfweight: trọng lượng bản thân sàn chuyển.
- DL1: tổng DL của các tầng đã được xây trên sàn chuyển ( $n_1$  tầng) trước lần căng kéo cáp đang xét (lần căng kéo cáp thứ  $k$ , và các lực trong trường hợp tải trọng này được nhập vào mô hình ở dạng các lực tập trung ở vị trí chân cột của các tầng trên sàn chuyển)
- DL2: tổng DL của các tầng sắp được kéo sau lần căng cáp đang xét ( $n_2$  tầng).
- LL: tổng LL của ( $n_1+n_2$ ) tầng.
- Prestress: tổng lực căng cáp của ( $k-1$ ) lần đã căng cộng với lần căng thứ  $k$ .

Các tổ hợp tải trọng (Load combination)

- Trạng thái init: gồm (Selfweight+DL1+1,1\*Prestress)

- Trạng thái service: gồm:  $(\text{Selfweigth} + \text{DL1} + \text{Prestress}) + \text{DL2} + \text{LL}$
- Trạng thái strength: gồm:  
 $(\text{Selfweigth} + \text{DL1} + \text{Prestress}) + 1,4 * \text{DL2} + 1,6 * \text{LL}$ .

Vấn đề đặt ra là cần chia làm mấy lần kéo cáp để bất cứ thời điểm nào trong quá trình xây dựng, sàn chuyển vẫn an toàn? → Ta phải tiếp tục làm như sau:

(i) Chọn một số bó cáp trong lớp  $h_2$  để căng kéo sao cho điều kiện init được thỏa mãn. Sau đó chọn số tầng xây trên sàn chuyển sao cho tải trọng các sàn này truyền vào thỏa mãn điều kiện service. Ta có được đợt kéo thứ nhất của các cáp trong lớp  $h_2$ .

(ii) tiếp tục chọn tiếp các bó cáp trong lớp  $h_2$  để căng kéo tiếp sao cho điều kiện init kế tiếp được thỏa mãn. Sau đó chọn số tầng xây tiếp theo trên sàn chuyển sao cho tải trọng các sàn này truyền vào thỏa mãn điều kiện service kế tiếp. Ta có được đợt kéo thứ hai của các cáp trong lớp  $h_2$

Và cứ như vậy cho đến khi tất cả các tầng nhà xây trên sàn chuyển được xây dựng xong.

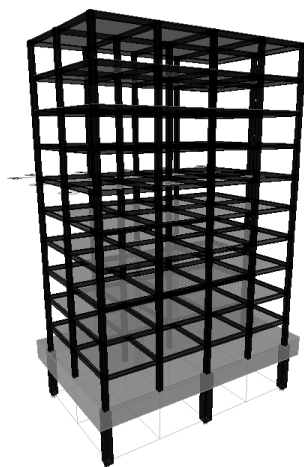
**Bước 6:** Xây dựng mô hình trong SAP, mô tả đúng theo quá trình thi công xây dựng các tầng phía trên sàn chuyển và quá trình căng kéo cáp trong sàn để kiểm tra lại kết quả thiết kế sàn chuyển và tính toán lượng thép thường trong toàn kết cấu chịu đủ mọi loại tải trọng.

+ Nhân xét về quy trình:

Quy trình này đã kết hợp cả 4 phần mềm chuyên dụng là ETABS2000, SAP2000, Adapt Builder và Schoeck BOLE để phối hợp tính toán nhằm giải quyết toàn bộ các vấn đề phức tạp của việc thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực.

### 2.3 Ví dụ tính toán một sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực

Để cụ thể hóa các nội dung nêu trong quy trình thiết kế sàn chuyển dự ứng lực đã đề xuất ở mục 2.2, tác giả xét bài toán ví dụ sau



đây:

+Bài toán ví dụ:

Xét một nhà 11 tầng gồm 1 tầng công cộng nhịp lớn, 10 tầng chung cư nhịp nhỏ xây phía trên có mặt bằng các tầng như hình 2-5. Trong đó chiều cao tầng 1 (nhịp 10x12m) là 5 m (trong đó chiều dày sàn chuyển dự tính là 2 m), các tầng điển hình có chiều cao là 3m.

Dự tính mặt bằng bố trí cáp trong sàn chuyển như hình vẽ 2-6. Các bố cáp dự ứng lực trong sàn có thể bố trí 1 lớp hay nhiều lớp tùy theo kết quả tính toán yêu cầu.

Áp dụng các bước thiết kế sàn chuyển đã nêu trong mục 2-2 cụ thể như sau:

**Bước 1:** lập mô hình của riêng phần kết cấu ở trên sàn chuyển trong ETABS2000 (gọi là model01) để tính toán chọn sơ bộ tiết diện cho các cấu kiện của phần kết cấu này. Sau đó lập bảng phản lực ở chân cột thu được từ model01 để truyền tác dụng lên sàn chuyển.

Từ model01, ta có bảng phản lực ở các chân cột tương ứng với tất cả 10 tầng nhà đã được xây dựng phía trên sàn chuyển. Vì tất cả các tầng nhà ở trên sàn chuyển đều giống nhau nên cứ xây thêm mỗi tầng thì tải trọng tại chân cột truyền lên sàn chuyển tăng thêm 10%.

Bảng tải trọng chân cột như trong hình vẽ (đơn vị: KN-m), trong đó nút số 2 tương ứng chân cột A2,A4,C2,C4; nút số 6 tương ứng với B1,B5; nút số 7 tương ứng B2,B4; nút số 8 tương ứng B3.

**Bước 2:** Lập mô hình sàn chuyển trong Adapt Builder để xác định chiều dày của sàn chuyển theo điều kiện chống chọc thủng sàn.

Support Reactions									
Edit View									
Support Reactions									
	Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
▶	BASE	2	COMB1	-0.23	23.80	2126.59	-23.313	-0.247	0.000
	BASE	6	COMB1	18.34	0.00	2220.16	0.000	17.988	0.000
	BASE	7	COMB1	-0.56	0.00	3500.48	0.000	-0.505	0.000
	BASE	8	COMB1	0.00	0.00	3545.17	0.000	0.000	0.000

**Nội lực chân cột trên sàn chuyển**

Khi khảo sát ví dụ này trong Adapt builder, ta thấy điều kiện chống

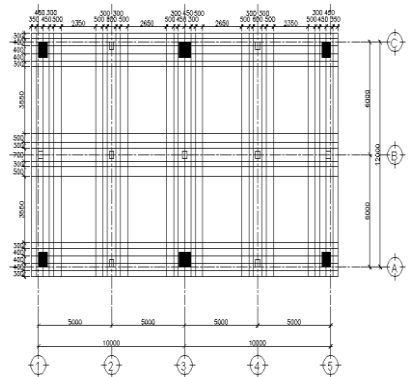
chọc thủng sàn đóng vai trò điều kiện quyết định đến chiều dày của sàn chuyển. Thật vậy, trong ví dụ đang xét, để thỏa mãn điều kiện chống chọc thủng sàn (theo BS8110) thì chiều dày sàn phải lên đến 2200 mm. Với chiều dày này thì độ võng lớn nhất của sàn khi không có cấp dự ứng lực mới chỉ ở mức 5,3 mm.

Để xác nhận kết quả kiểm tra chống chọc thủng sàn của Adapt là chính xác, ta tiến hành khảo sát bài toán này bằng phần mềm kiểm tra chọc thủng chuyên dụng là “Schöck-Software”, Kết quả tính toán xác nhận chiều dày sàn phải là 2200 mm thì mới thỏa mãn điều kiện chống chọc thủng sàn.

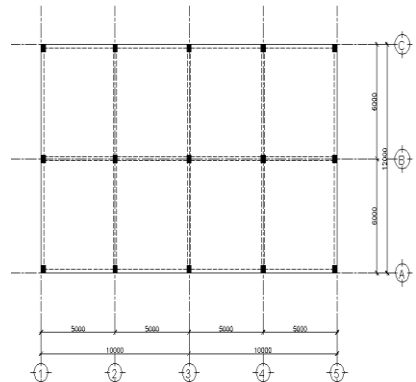
**Bước 3:** Với chiều dày sàn là 2200 mm đã chọn, để giảm bớt chi phí cho hệ thống cây chống và cốp-pha sàn chuyển, ta sẽ thi công đổ bê tông và căng kéo cáp thành 2 lớp riêng lẻ. Lớp dưới được thi công trước và bố trí cáp sao cho sau khi căng kéo xong thì nó có thể trở thành cốp pha để thi công lớp phía trên. Lập mô hình trong Adapt builder để xác định chiều dày lớp dưới là  $h_1$ .

Chiều dày lớp bê tông thứ nhất ( $h_1$ ) được chọn chủ yếu dựa vào yêu cầu thỏa mãn điều kiện chống chọc thủng của lớp sàn thứ nhất khi chịu tải trọng thi công lớp bê tông thứ 2 bên trên nó. Ta lần lượt cho chiều dày lớp thứ nhất và kiểm tra điều kiện chống chọc thủng. Cuối cùng tìm được chiều dày cần thiết nhỏ nhất của lớp bê tông sàn dưới cùng là 1200 mm thì mới đảm bảo được yêu cầu chống chọc thủng đã nêu.

Chọn chiều dày lớp bê tông đổ đầu tiên dày  $h_1=1200$  mm thì tổng chiều



MẶT BẰNG BỐ TRÍ KẾT CẤU SÀN TẦNG 1  
TỶ LỆ: 1/100



MẶT BẰNG BỐ TRÍ KẾT CẤU SÀN TẦNG ĐIỂN HÌNH  
TỶ LỆ: 1/100

**Mặt bằng tầng bên dưới và bên**



dày các lớp bê tông đổ lần 2 là:  $h_2=h-h_1=2200-1200=1000$  mm. Suy ra trọng lượng của các lớp đổ sau tác dụng lên lớp bê tông đổ trước là:  $1,0 \cdot 25=25$  KN/m<sup>2</sup>. Hoạt tải thi công phân bố trên mặt sàn là: 4 KN/m<sup>2</sup> → Xây dựng mô hình sàn chuyển dày 1200 mm chịu tải trọng phân bố đều DL=25 KN/m<sup>2</sup> và LL=4 KN/m<sup>2</sup>.

Khi giải mô hình này trong Adapt builder, ta có chuyển vị cực đại ứng khi thi công đổ bê tông lớp thứ 2 (khi đã tháo cốp pha dưới lớp 1) là 3,55 mm thỏa mãn các yêu cầu đề ra.

**Bước 4:** Tiếp tục xây dựng trong Adapt builder mô hình sàn chuyển với chiều dày 2200 mm, có sẵn các lớp cáp đã bố trí trong bước 3. Từ mô hình ở bước 3, ta đặt thêm các lớp cáp trong lớp bê tông phía trên (dày 1000 mm) và tính toán với toàn bộ tải trọng do các tầng phía trên sàn chuyển truyền xuống. Tải trọng truyền lên mô hình này gồm tải trọng do các tầng phía trên truyền xuống dưới dạng là các lực tập trung ở chân cột, cộng với tải trọng phân bố trên sàn chuyển DL=1,5 KN/m<sup>2</sup> và LL=4 KN/m<sup>2</sup>.

Với mô hình như vậy, dù không bố trí thêm cáp ở lớp bê tông đổ phía trên thì độ võng của sàn chuyển chỗ lớn nhất cũng chỉ là 4,16 mm (service) và 1,1 mm (initial). Do vậy trong ví dụ này ta không cần bố trí cáp cho lớp thứ 2 và cũng không cần phải căng kéo cáp theo tiến độ thi công các tầng trên sàn chuyển (do ngay lúc chưa xây tầng nào nhưng đã kéo xong cáp 100% thì sàn cũng không bị võng lên). Do vậy, ta thông qua bước 5 mà đi thẳng vào bước 6 “xây dựng mô hình tổng thể trong SAP để tính toán kết cấu”.

**Bước 5:** Không cần thực hiện trong ví dụ này.

**Bước 6:** Xây dựng mô hình tổng thể trong SAP2000, trong đó có mô tả các lớp cáp dự ứng lực để tính toán nội lực, tính toán cốt thép cho các cấu kiện cột, vách, dầm, sàn trong toàn bộ công trình.

Ghi chú: trong ví dụ đơn giản này, do số tầng trên sàn chuyển không quá nhiều nên tải trọng từ các tầng phía trên dồn xuống sàn chuyển không lớn. Vì vậy, ta không cần bố trí các lớp cáp dự ứng lực trong lớp bê tông ở phía trên mà sàn vẫn đảm bảo được các yêu cầu chịu lực. Nhờ vậy, ta có thể bỏ qua được một số bước tính toán phức tạp như trong quy trình thiết kế

đã nêu.

### **Chương 3      CÁC VẤN ĐỀ VỀ THI CÔNG SÀN CHUYỂN BẢNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC VÀ PHƯƠNG HƯỚNG GIẢI QUYẾT**

#### **3.1 Các vấn đề về thi công sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực và phương hướng giải quyết**

Tính tới thời điểm hiện tại, việc thi công sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực cho thấy hiện vẫn còn nhiều vấn đề phức tạp. Theo tác giả, để có thể thiết kế được loại sàn này, các kỹ sư thiết kế kết cấu cần phải hiểu rõ và có phương hướng giải quyết các vấn đề như sau:

##### **3.1.1 Vấn đề 1**

###### + Nội dung vấn đề:

Thông thường, kích thước của sàn chuyển rất lớn. Khi thiết kế sàn chuyển không chỉ cần thỏa mãn điều kiện chịu uốn mà đặc biệt quan trọng là còn phải thỏa mãn khả năng chống lực cắt và chọc thủng sàn. Do vậy sàn chuyển thường có chiều dày lớn (từ 1 tới 5 m).

Do chiều dày sàn chuyển thường rất lớn như vậy nên nếu thi công bê tông sàn chuyển cùng một lần sẽ gặp các vấn đề sau đây:

- Cần xử lý vấn đề nhiệt thủy hóa xi măng khi đổ bê tông khối lớn.
- Cần phải thiết kế hệ thống ván khuôn-đà giáo rất phức tạp để đủ sức chống đỡ sức nặng của sàn chuyển (thường có khi lên đến trên 3000 m<sup>2</sup> bê tông).

###### + Phương hướng giải quyết:

Để giảm chi phí cho hệ thống cây chống và cốp-pha thi công sàn chuyển, người ta thường chia công tác đổ bê tông sàn chuyển thành nhiều đợt thi công, mỗi đợt đổ bê tông với khối lượng không quá lớn, thông thường với chiều dày khoảng trên dưới 1 m. Sau mỗi đợt đổ bê tông, chờ sau khi bê tông các lớp vừa đổ đã đạt cường độ thiết kế, người ta tiến hành căng kéo cáp và dùng chính các lớp bê tông đã thi công xong ở bên dưới làm đáy cốp-pha tự mang cho các lớp bê tông sắp đổ ở phía trên.

Tuy nhiên, với sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực, khi muốn thi công riêng biệt từng lớp sàn thì ta phải có cách bố trí cáp sao cho các bó cáp phải nằm trọn vẹn trong một lớp sàn nào đó nhằm đảm bảo an toàn cho các bó cáp.

Với các lớp sàn chuyển có chiều dày lớn, để giảm khả năng nứt bê tông do ảnh hưởng của lượng nhiệt thủy hóa xi-măng khi đổ bê tông khối lớn, chúng ta có thể áp dụng bổ sung riêng lẻ hay đồng thời một số biện pháp như sau:

Sử dụng cốt thép được tính toán để chống nứt cho sàn chuyển khi chịu ảnh hưởng của lượng nhiệt thủy hóa xi-măng khi đổ bê tông khối lớn.

- Làm lạnh cốt liệu của bê tông hoặc dùng các loại phụ gia phù hợp để giảm tỷ lệ xi-măng trong cấp phối bê tông.
- Lắp đặt các đường ống bơm nước lạnh để làm mát bê tông.
- Nhờ giải pháp đổ bê tông nhiều lớp mà ta có thể phần nào giảm được chi phí cho hệ thống đà giáo cốp-pha chống đỡ sàn chuyển.

Tuy nhiên, việc đổ bê tông sàn chia thành nhiều lớp riêng biệt cũng làm phát sinh vấn đề cần giải quyết là phải có cách để liên kết các lớp bê tông mới của lớp sàn đổ sau với bê tông cũ của lớp sàn đã đổ trước đó lại với nhau thành một khối sàn làm việc một cách thống nhất. Mặc dù việc liên kết bê tông mới với bê tông cũ nếu trên một phạm vi nhỏ có thể được giải quyết một cách hoàn hảo nhờ sử dụng phụ gia kết dính chuyên dụng như Sika-dual 732 nhưng đối với trường hợp thi công sàn chuyển thì không khả thi vì diện tích cần tạo kết dính là quá lớn (có thể lên tới trên 1000 m<sup>2</sup>). Nếu sử dụng Sika-dual 732 cho mặt sàn lớn như ở trường hợp sàn chuyển lớn như vậy thì giá thành quá cao, đồng thời thời gian quét Sika-dual không kịp để đổ bê tông.

Thay vào đó, trong trường hợp sàn chuyển, để liên kết các lớp bê tông ta có thể dùng đồng thời bộ giải pháp là:

- Thiết kế cốt thép phân bố theo phương vuông góc với sàn để liên kết các lớp sàn được đổ bê tông khác thời điểm với nhau. Các thanh thép này vừa dùng để nâng đỡ các lớp cốt thép phía trên của sàn (giống như trong trường hợp cốt thép giá theo phương đứng

của đài móng)

- Ngay lúc đổ xong một lớp bê tông sàn, tiến hành rải 1 lớp bột đặc chủng của hãng Sika là Rugasol-C để tạo nhám bề mặt của lớp bê tông vừa đổ. Với sàn được rải Sika Rugasol-C này, sau khi đông cứng chỉ cần quét đi là đã có bề mặt bê tông đủ nhám để liên kết tốt hơn với lớp bê tông sắp đổ phía trên.
- Sử dụng loại phụ gia kết dính rẽ tiền hơn Sika-dual 732 là Sika-latex để đổ lên bề mặt lớp bê tông sàn cũ để kết dính với bê tông mới.

Thực tế cho thấy, khi dùng kết hợp các giải pháp nêu trên, các lớp sàn chuyển đã được liền khối như một khối sàn thống nhất.

### 3.1.2 Vấn đề 2

+ Nội dung vấn đề:

Với sàn chuyển bằng bê tông cốt thép thông thường, sau khi sàn đủ chịu lực thì tiếp tục xây các tầng phía trên không mà gặp vấn đề gì. Trái lại, với sàn chuyển dự ứng lực, việc chống đỡ sức nặng các tầng phía trên chủ yếu là do lực cân bằng (balance loading) trong cáp đảm nhiệm. Do sức nặng của các tầng phía trên truyền xuống sàn tăng dần theo quá trình xây dựng nên lực cân bằng trong cáp cũng phải tăng dần để tương ứng theo. Nếu ngay sau khi xây xong sàn chuyển mà ta kéo đủ cáp để đạt 100% tổng lực cân bằng thì sàn sẽ bị nứt ngay do hiện tượng overbalance.

+ Phương hướng giải quyết:

Để giải quyết vấn đề nêu trên, việc kéo cáp trong sàn chuyển phải được chia làm một số lần. Quy trình thi công như sau:

- Đổ bê tông lớp dưới cùng của sàn chuyển.
- Sau khi lớp bê tông dưới cùng đạt cường độ, lần căng đầu tiên được thực hiện với toàn bộ hay một số bó cáp trong lớp sàn chuyển dưới cùng tới mức độ nào đó sao cho đủ sức chịu được sức nặng của các lớp sàn chuyển được thi công kế tiếp. Sau đó bơm vữa rồi tháo cốp pha.
- Đổ bê tông các lớp phía trên tiếp theo của sàn chuyển.

- Chờ khi các lớp bê tông vừa đổ phía trên đạt cường độ, tiến hành căng kéo tiếp một số bó hay tới mức độ nào đó sao cho chịu được một số n1 tầng (ví dụ 10 tầng) thì công tiếp theo mà không bị overbalance ngay lúc kéo cáp. Nếu điều kiện overbalance ngay lúc kéo cáp không thỏa mãn thì ta phải bổ xung một số cốt thép phụ để chống nứt do bực sàn.
- Xây tiếp n1 tầng tiếp theo.
- Tiếp tục kéo các bó còn lại hay kéo tăng lực các bó đã kéo trước đó sao cho đủ chịu được một số n2 tầng (ví dụ 9 tầng) thì công tiếp theo mà không bị overbalance. Nếu điều kiện overbalance ngay lúc kéo tiếp không thỏa mãn thì ta phải bổ sung một số cốt thép phụ để chống nứt do bực sàn.

Và cứ thế tiếp tục cho đến khi chất đủ số tầng của công trình.

Ngoài ra, trong sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực thường dùng các bó cáp tròn từ 7 tao trở lên.

## **Chương 4 KINH NGHIỆM THIẾT KẾ SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC CỦA TÁC GIẢ TRONG THỰC TẾ CÔNG TRÌNH**

Quá trình nghiên cứu của tác giả về sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực đã bắt đầu từ năm 2008. Tính tới thời điểm hiện tại, tác giả đã trực tiếp chủ trì thiết kế 5 công trình nhà cao tầng có dùng sàn chuyển dự ứng lực, trong đó tiêu biểu nhất có thể kể tới 2 công trình cao tầng đã thi công là khách sạn Novotel Sông Hàn và khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng.

Trong chương này, tác giả tập trung giới thiệu về đặc điểm công trình, các kinh nghiệm thiết kế thực tế và kết quả thu nhận được về kết cấu sàn chuyển rút ra từ 2 công trình nêu trên.

### **4.1 Giới thiệu và nêu kinh nghiệm thiết kế kết cấu sàn chuyển tại công trình khách sạn Novotel Sông Hàn**

#### **4.1.1 Giới thiệu về khách sạn Novotel Sông Hàn**

Khách sạn Novotel Sông Hàn xây tại số 36 đường Bạch Đằng, Đà Nẵng. Công trình này là một tòa nhà cao 155,4 m gồm 2 tầng hầm, 2 tầng

lững và 38 tầng cao với gần 70000 m<sup>2</sup> sàn xây dựng với tổng mức đầu tư lên tới trên 1500 tỷ đồng. Với công năng là một khối phức hợp đáp ứng nhiều chức năng sử dụng khác nhau,... công trình này có đủ tất cả các đặc điểm khiến cho việc thiết kế kết cấu trở nên phức tạp. Nhằm đáp ứng các yêu cầu bố trí không gian tối ưu trong công trình, các kiến trúc sư của công ty Msystem (Hồng-Kông) bắt buộc phải có 2 lần chuyển đổi hệ thống kết cấu để chuyển đổi từ hệ cột sang hệ vách và từ hệ vách sang lại hệ cột.

#### **4.1.2 Giới thiệu kinh nghiệm thiết kế kết cấu sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực dùng trong công trình khách sạn Novotel Sông Hàn**

Với yêu cầu kiến trúc như đã nêu ở phần trên, tác giả đã sử dụng giải pháp tấm sàn chuyển dự ứng lực dày 1,6 m cho lần chuyển đổi từ cột sang vách ở tầng 7, và dùng giải pháp chuyển đổi mềm (không dùng sàn chuyển) từ dạng kết cấu vách sang lại hệ cột ở tầng 30.

Với kết cấu tấm sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực có chiều dày lên tới 1,6 m, nhằm giảm chi phí và độ phức tạp cho hệ thống cây chống và cốp-pha sàn chuyển, tác giả đã quyết định sẽ tổ chức thi công thành 2 đợt đổ bê tông như sau:

+ Đợt 1: Đổ bê tông lớp dưới dày 800 mm, sau đó căng toàn bộ các bó cáp lớp dưới tới 100% lực thiết kế rồi tháo cốp-pha. Lúc đó lớp bê tông bên dưới đã có thể đáp ứng yêu cầu làm lớp cốp-pha tự mang cho khi đổ lớp bê tông phía trên.

+ Đợt 2: Đổ tiếp bê tông lớp trên dày 800 mm và hoàn thành công tác thi công bê tông tấm sàn chuyển. Sau đó, tiếp tục căng các bó cáp còn lại trong tầng chuyển theo tiến độ thi công các tầng phía trên tầng chuyển.

Để liên kết 2 lớp bê tông bên dưới và bên trên được thi công tại 2 thời điểm khác nhau, tác giả đã dùng đồng thời bộ giải pháp là:

- Thiết kế cốt thép phân bố theo phương vuông góc với sàn để liên kết các lớp sàn được đổ bê tông khác thời điểm với nhau.
- Ngay lúc đổ xong một lớp bê tông sàn, tiến hành rải 1 lớp bột đặc chủng của hãng Sika là Rugasol-C để tạo nhám bề mặt của lớp bê tông vừa đổ. sau khi bê tông sàn lớp dưới đông cứng chỉ cần quét đi là đã có bề mặt bê tông đủ nhám để liên kết tốt hơn với lớp bê

tông sắp đồ phía trên.

- Sử dụng loại phụ gia kết dính rẽ tiền hơn Sika-dual 732 là Sika-latex để đổ lên bề mặt lớp bê tông sàn cũ để kết dính với bê tông mới.

Trong kết cấu sàn chuyển của công trình Novotel Sông Hàn, tác giả đã sử dụng các bó cáp tròn 12 tào đặt trong các ống ghen tròn. Việc căng kéo các bó cáp này được tiến hành với các kích kéo bó 250 tấn.

Quá trình thiết kế toàn bộ kết cấu công trình khách sạn Novotel Sông Hàn nói chung, và thiết kế sàn chuyển nói riêng được tác giả tiến hành theo các quy trình đã nêu ở chương 2. Công cụ phần mềm để phân tích tổng thể kết cấu là phần mềm SAP2000, công cụ phân tích chuyên sâu về sàn chuyển dự ứng lực là phần mềm Adapt Builder, việc kiểm toán khả năng chọc thủng của sàn bằng phần mềm Schoeck BOLE. Các tính toán cụ thể được nêu trong thuyết minh thiết kế công trình.

#### **4.1.3 Kiểm chứng một số kết quả về sàn chuyển công trình khách sạn Novotel Sông Hàn trong thực tế**

Theo tính toán của tác giả, sau khi công trình được xây dựng hoàn chỉnh, thì độ võng trong sàn chuyển ở trạng thái này lớn nhất đạt tới 5,17 mm, và độ võng lớn nhất đạt tới 0,04 mm.

Kết quả quan trắc thực tế cho thấy độ võng hiện tại của sàn chuyển tại thời điểm này là 4 mm. Kết quả này là nhỏ hơn so với độ võng tính toán (5,17 mm). Theo tác giả, lý do dẫn đến độ võng hiện tại nhỏ hơn độ võng tính toán có thể là:

- Trị số hoạt tải trên sàn chưa đạt tới giá trị tính toán.
- Lượng cốt thép khá lớn trong sàn (fi32a100) có thể làm sàn cứng hơn so với khi tính toán trong phần mềm.

Tuy nhiên, việc so sánh giữa kết quả quan trắc độ võng so với độ võng tính toán của sàn chuyển cũng cho thấy sàn hiện đang trong tình trạng làm việc an toàn.

#### **4.2 Giới thiệu và nêu kinh nghiệm thiết kế kết cấu sàn chuyển tại công**

## **trình khách sạn Mừng Thanh Đà Nẵng (1 hầm & 27 tầng cao)**

### **4.2.1 Giới thiệu về khách sạn Mừng Thanh Đà Nẵng**

Khách sạn Mừng Thanh Đà Nẵng xây tại giao lộ của đường Ngô Quyền và Triệu Việt Vương, quận Sơn Trà, Đà Nẵng. Công trình này là một tòa nhà cao 100 m gồm 1 tầng hầm và 27 tầng cao với gần 34000 m<sup>2</sup> sàn xây dựng.

Là một khách sạn cao cấp, tầng hầm và thêm 5 tầng phía dưới bố trí các khối dịch vụ công cộng... yêu cầu không gian càng rộng lớn càng tốt. Các tầng phía trên (từ tầng 5 tới mái) là các tầng phòng ngủ không cần không gian lớn. Do vậy, giải pháp kết cấu hợp lý nhất cho 3 cột ở vị trí E-3, E-4, E-5 nằm trên các dầm chuyên trục 3, 4, 5 ở sàn tầng 5. Như vậy sàn tầng 5 trở thành nơi chuyển tiếp của 2 hệ cột khác nhau với các dầm chuyên dự ứng lực có độ cao dầm lên tới 2,0 m.

### **4.2.2 Giới thiệu kinh nghiệm thiết kế kết cấu dầm chuyên bằng bê tông dự ứng lực dùng trong công trình khách sạn Mừng Thanh Đà Nẵng**

Các dầm chuyên nằm ở khung ngang, là nơi tiếp thu tải trọng chính từ các chân cột của 22 tầng phía trên truyền xuống, được thiết kế với tiết diện 2400x2000. Các bó cáp trong dầm chuyên được thiết kế gồm 2 lớp và dùng các bó cáp tròn 12 tao. Tác giả đã thiết kế theo hướng giải pháp đổ bê tông 1 đợt cho toàn bộ hệ dầm và sàn chuyên này. Quá trình thiết kế toàn bộ kết cấu dầm chuyên ở khách sạn này được tác giả tiến hành theo các quy trình đã nêu ở chương 2. Các tính toán cụ thể được nêu trong thuyết minh thiết kế công trình.

### **4.2.3 Kiểm chứng một số kết quả về sàn chuyên công trình khách sạn Mừng Thanh Đà Nẵng trong thực tế**

Theo tính toán, sau khi công trình được xây dựng hoàn chỉnh thì độ võng trong dầm chuyên ở trạng thái này lớn nhất đạt tới 11,6 mm.

Kết quả quan trắc thực tế cho thấy độ võng hiện tại của sàn chuyên tại thời điểm thi công xong phần thô là 10 mm. Kết quả này là nhỏ hơn so với



độ võng tính toán (11,6 mm). Tuy nhiên, việc so sánh giữa kết quả quan trắc độ võng so với độ võng tính toán của sàn chuyển cũng cho thấy dầm chuyển hiện đang trong tình trạng làm việc an toàn.

## **KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

Đề tài nghiên cứu này đã thực hiện được các nội dung sau:

- Nghiên cứu tổng quan việc thiết kế kết cấu các sàn chuyển bê tông dự ứng lực cho các nhà cao tầng trên thế giới và tình hình thiết kế, thi công kết cấu nhà cao tầng tại Đà Nẵng.
- Đưa ra quy trình thiết kế loại kết cấu sàn chuyển bê tông dự ứng lực trong các nhà cao tầng tại Đà Nẵng. Đề xuất và lựa cách kết hợp một số phần mềm để thiết kế dạng kết cấu sàn chuyển cho nhà cao tầng. Phân tích, so sánh kết quả tính toán trên máy và các kết quả đo đạc thực tế ở hiện trường, cụ thể là ở công trình khách sạn Novotel Sông Hàn và khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng.
- Vận dụng các nghiên cứu trong đề tài vào thiết kế kết cấu sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực trong các công trình thực tế mà tác giả đã trực tiếp chủ trì thiết kế kết cấu tại Đà Nẵng là công trình khách sạn Novotel Sông Hàn và khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng. Hiện cả 2 công trình này đều đã xây dựng xong và đã được đem vào sử dụng, góp phần làm đẹp thêm cho thành phố Đà Nẵng.

Tuy nhiên, do tính phức tạp của bài toán thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực, tác giả chưa thể xem xét đến các yếu tố là:

- Ảnh hưởng của cốt thép thường làm thay độ cứng của cấu kiện dầm chuyển và sàn chuyển.
- Vấn đề từ biến của bê tông sàn chuyển và dầm chuyển cũng chưa được nghiên cứu đầy đủ.

Ngoài ra, tác giả cũng nhận thấy là quy trình thiết kế sàn chuyển mà đề tài đã đề xuất còn có quá nhiều bước thủ công trong quá trình phối hợp sử dụng các phần mềm, gây khó khăn cho các kỹ sư thiết kế. Do vậy, trong hướng nghiên cứu sau này, tác giả sẽ xem xét thêm đến 2 yếu tố nêu trên, đồng thời mong muốn được kết hợp với các chuyên gia phần mềm để xây

dựng một phần mềm giải quyết một cách trọn gói tất cả các vấn đề về thiết kế sàn chuyên bằng bê tông dự ứng lực.

**Cơ quan chủ trì**

**Chủ nhiệm đề tài**

**Ths. Lê Viết Thành**

<b>MỞ ĐẦU</b>	1
<b>Chương 1 TỔNG QUAN VỀ SÀN CHUYỂN VÀ KẾT CẤU SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC</b>	3
1.1 Giới thiệu tổng quan và tính cấp thiết của đề tài	3
1.2 Khái niệm về sàn chuyển và kết cấu sàn chuyển dự ứng lực	3
1.3 Tình hình sử dụng hệ sàn chuyển dự ứng lực vào thực tế xây dựng công trình tại các nước trên thế giới	4
1.4 Tình hình sử dụng hệ sàn chuyển dự ứng lực vào thực tế xây dựng công trình tại Việt Nam nói chung và Đà Nẵng nói riêng	5
<b>Chương 2 CÁC VẤN ĐỀ VỀ THIẾT KẾ SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC VÀ PHƯƠNG HƯỚNG GIẢI QUYẾT</b>	5
2.1 Các vấn đề về thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực và phương hướng giải quyết	5
2.1.1 Vấn đề 1	5
2.1.2 Vấn đề 2	6
2.2 Quy trình thiết kế sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực	7
2.2.1 Lựa chọn các công cụ phần mềm phổ biến để thiết kế sàn chuyển	7
2.2.2 Đề xuất quy trình thiết kế sàn chuyển bằng bê tông DUL	8
2.3 Ví dụ tính toán một sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực	11
<b>Chương 3 CÁC VẤN ĐỀ VỀ THI CÔNG SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC VÀ PHƯƠNG HƯỚNG GIẢI QUYẾT</b>	15
3.1 Các vấn đề về thi công sàn chuyển bằng bê tông dự ứng lực và phương hướng giải quyết	15
3.1.1 Vấn đề 1	15
3.1.2 Vấn đề 2	17
<b>Chương 4 KINH NGHIỆM THIẾT KẾ SÀN CHUYỂN BẰNG BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC CỦA TÁC GIẢ TRONG THỰC TẾ CÔNG TRÌNH</b>	18

4.1 Giới thiệu và nêu kinh nghiệm thiết kế kết cấu sàn chuyển tại công trình khách sạn Novotel Sông Hàn (2 hầm & 38 tầng cao)	18
4.1.1 Giới thiệu về khách sạn Novotel Sông Hàn	18
4.1.2 Giới thiệu kinh nghiệm thiết kế kết cấu sàn chuyển bằng bê tông DUL dùng trong công trình khách sạn Novotel Sông Hàn	19
4.1.3 Kiểm chứng một số kết quả về sàn chuyển công trình khách sạn Novotel Sông Hàn trong thực tế	20
4.2 Giới thiệu và nêu kinh nghiệm thiết kế kết cấu sàn chuyển tại công trình khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng	20
4.2.1 Giới thiệu về khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng	21
4.2.2 Giới thiệu kinh nghiệm thiết kế kết cấu dầm chuyển bằng bê tông dự ứng lực dùng trong công trình khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng	21
4.2.3 Kiểm chứng một số kết quả về sàn chuyển công trình khách sạn Mường Thanh Đà Nẵng trong thực tế	21
<b>KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ</b>	<b>22</b>