

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NAM CẦN THƠ

ThS. Phạm Văn Nhơn



Bài giảng
THỰC HÀNH THÍ NGHIỆM CÔNG TRÌNH

Trình độ: Đại học

Ngành: Xây dựng công trình

(LƯU HÀNH NỘI BỘ)

Cần Thơ – 2020

Contents

KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG CỦA BÊ TÔNG VÀ CỐT THÉP TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM.....	5
1. Đặt vấn đề	5
2. Nội dung vấn đề	5
2.1. Kiểm định chất lượng bê tông	6
2.2. Kiểm định cốt thép	7
2.2.1. Kiểm tra đường kính cốt thép bằng cách cân trọng lượng:.....	7
2.2.2. Đo đường kính cốt thép vắn (phương pháp xác định đường kính danh nghĩa của cốt thép vắn):	7
2.2.3. Thí nghiệm thép:	8
3. Kết luận.....	8
THỰC HÀNH THÍ NGHIỆM CÔNG TRÌNH.....	10
1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM.....	10
1.1. Thí nghiệm công trình (TNCT):	10
1.2. Mục đích thí nghiệm công trình (TNCT):.....	10
1.3. Ý nghĩa của khảo sát trạng thái ứng suất- biến dạng trong nghiên cứu thực nghiệm công trình.	11
2. KHẢO SÁT DÀN THÉP CHỊU TẢI TRỌNG TĨNH	11
2.1. Mục đích	11
2.2. Yêu cầu	11
2.3. Bố trí hệ dàn.....	11
2.3.1 Cấu tạo, kích thước và đặc trưng hình học tiết diện dàn.....	11
2.3.2 Sơ đồ thí nghiệm (mô phỏng thí nghiệm dùng kích thủy & gối thử 03 hoặc 04 điểm). 12	
2.4. Thiết bị thí nghiệm:.....	13
2.4. Qui trình thí nghiệm.....	14
2.4.1. Kiểm tra và đo lại kích thước các thanh dàn (thước kẹp).	14
2.4.2. Một số ghi chú cần thiết trong tính toán lý thuyết:	15
2.4.3. Nội dung báo cáo:	15
3. THỰC HÀNH THÍ NGHIỆM UỐN BA ĐIỂM DÀN BTCT	17
3.1. Nội dung thí nghiệm:	17
3.2. Cấu tạo và kích thước dầm:.....	17
3.3. Sơ đồ thí nghiệm dầm:	17

3.4.	Thiết bị thí nghiệm:	19
3.5.	Quy trình thí nghiệm đảm:	21
3.6.	Nội dung báo cáo thí nghiệm	22
4.	THÍ NGHIỆM KHẢ NĂNG CHỊU TẢI CỦA ĐÔT CỐNG HỘP BTCT	23
4.1.	Nội dung thí nghiệm	23
4.2.	Cấu tạo và hình mô phỏng cống hộp BTCT	23
4.3.	Thiết bị mô phỏng thí nghiệm.....	23

KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG CỦA BÊ TÔNG VÀ CỐT THÉP TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, ở nhiều nước tỷ lệ xây dựng công trình, nhà cửa bằng bê tông cốt thép lên tới 70-80%. Ở nước ta cho đến nay khi sản lượng thép sản xuất trong nước còn thấp, thì kết cấu bê tông cốt thép đang giữ vai trò chủ đạo trong công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp.

Sở dĩ kết cấu bê tông cốt thép được sử dụng rộng rãi như vậy bởi bê tông có khả năng chịu nén cao, kết hợp với thép làm cốt tạo nên những kết cấu vừa chịu kéo vừa chịu nén tốt trong các kết cấu chịu uốn, nén lệch tâm là những kết cấu chịu lực chính trong công trình.

Chính vì thế việc kiểm định chất lượng bê tông và cốt thép của các công trình rất quan trọng.

2. Nội dung vấn đề

Trước khi kéo, nén mẫu và tiến hành thí nghiệm hiện trường của một công trình, nhất thiết phải kiểm tra:

- Tem dán trên mẫu, các dấu niêm phong.
- Cán bộ kỹ thuật giám sát của Chủ đầu tư kí vào biên bản, sổ giao nhận mẫu.

Phiếu kết quả thí nghiệm do cơ sở thí nghiệm thiết lập theo yêu cầu của các phép thử, nhưng phải có các thông tin và nội dung như sau:

- Tên cơ sở quản lý phòng thí nghiệm;
- Tên và địa chỉ phòng thí nghiệm, mã số LAS-XD (ghi theo quyết định);
- Số hợp đồng kinh tế hoặc văn bản yêu cầu của đơn vị yêu cầu thí nghiệm;
- Tên dự án/công trình/hạng mục công trình được khảo sát, lấy mẫu, thí nghiệm. Đối với các thí nghiệm phục vụ nghiên cứu/tự kiểm tra chất lượng của nhà sản xuất thì ghi rõ mục đích thí nghiệm:
- Tên cán bộ giám sát của Chủ đầu tư trong quá trình lấy mẫu, thí nghiệm;
- Loại mẫu thí nghiệm;
- Tiêu chuẩn và thiết bị thí nghiệm;
- Kết quả thí nghiệm;
- Thời gian lập phiếu kết quả thí nghiệm;
- Chữ ký của: nhân viên thí nghiệm và trưởng phòng thí nghiệm;
- Chữ ký của người có thẩm quyền và dấu pháp nhân của cơ sở quản lý PTN.”

Trong quá trình thực hiện thí nghiệm các kết quả thí nghiệm phải được ghi vào nhật ký một cách rõ ràng, đầy đủ, không được tẩy xóa. Thí nghiệm viên, người kiểm tra thí nghiệm, cán bộ giám sát của chủ đầu tư chứng kiến và ký xác nhận vào Nhật ký thí nghiệm.

Phòng thí nghiệm phải thực hiện công tác lưu mẫu và lưu hồ sơ (Nhật ký, biên bản lấy mẫu, biên bản thí nghiệm, kết quả thí nghiệm..) theo quy định.

2.1. Kiểm định chất lượng bê tông

Việc kiểm tra chất lượng bê tông phải làm ngay từ khâu vật liệu đầu và kiểm tra cấp phối, độ sụt của hỗn hợp bê tông và lấy mẫu ngay tại khoảnh đổ để bảo dưỡng như tại công trình sau đó mang đi thí nghiệm nén mẫu.

- Phương pháp lấy mẫu bê tông thí nghiệm theo tiêu chuẩn TCVN 3105 -1993.
- Trong quá trình thi công xây dựng cán bộ giám sát của Chủ đầu tư và cán bộ kỹ thuật thi công của nhà thầu xây dựng phải lấy mẫu bê tông tại hiện trường, cán bộ kỹ thuật của Chủ đầu tư ký xác nhận trên tem và dán lên mẫu ngay sau khi vừa đúc mẫu bê tông (khi bê tông còn ướt). Thí nghiệm ép mẫu bê tông ở tuổi từ 07-28 ngày.
- Mỗi loại cấu kiện bê tông phải lấy một tổ mẫu gồm 03 viên mẫu được lấy cùng một lúc ở cùng một chỗ theo quy định của TCVN 3105-1993. Kích thước viên mẫu 15x15x15cm. Số lượng tổ mẫu được quy định theo khối lượng như sau:
 - + Đối với bê tông khối lớn: cứ 500m³ lấy 01 tổ mẫu khi khối lượng bê tông trong một khối đổ lớn hơn 1000m³ và cứ 250m³ lấy 01 tổ mẫu khi khối lượng bê tông trong một khối đổ ít hơn 1000m³.
 - + Đối với các móng lớn: cứ 100m³ bê tông lấy 01 tổ mẫu nhưng không ít hơn một tổ mẫu cho một khối móng.
 - + Đối với bê tông móng bệ máy có khối lượng đổ lớn hơn 50m³ thì cứ 50 m³ lấy 01 tổ mẫu nhưng vẫn lấy một tổ mẫu khi khối lượng ít hơn 50m³.
 - + Đối với kết cấu khung cột, dầm, sàn cứ 20m³ lấy 01 tổ mẫu, nhưng khi khối lượng ít hơn thì vẫn phải lấy một tổ mẫu cho mỗi loại cấu kiện.
 - + Đối với các kết cấu đơn chiếc khác có khối lượng ít hơn thì vẫn phải lấy một tổ mẫu.
 - + Đối với bê tông nền, mặt đường ô tô, đường băng sân bay... cứ 200m³ lấy 01 tổ mẫu nhưng nếu khối lượng bê tông ít hơn 200 m³ thì vẫn phải lấy một tổ mẫu.

Theo TCVN 4453-95 và 14TCN 59 –2002: “Cường độ bê tông trong công trình theo kết quả kiểm tra được chấp nhận phù hợp với mức thiết kế khi:

- Giá trị trung bình của từng tổ mẫu không nhỏ hơn mức thiết kế và
- Không có mẫu nào trong tổ mẫu có cường độ dưới 85% mức thiết kế.

Cường độ nén của từng viên mẫu bê tông (R) được tính bằng daN/cm² theo công thức:

Trong đó: P – tải trọng phá hoại, daN.

F – diện tích chịu lực nén của viên mẫu, cm².

hệ số tính đổi kết quả thử nén các viên mẫu bê tông kích thước khác viên mẫu chuẩn kích thước 150x150x150mm.

Như vậy theo quy định này đã có chặt chẽ hơn cho cả công tác thi công bê tông và công tác làm thí nghiệm mẫu.

Chất lượng của hỗn hợp bê tông yêu cầu phải đồng đều và đồng thời kỹ thuật lấy mẫu làm thí nghiệm cũng phải đảm bảo.

Các phòng thí nghiệm dùng để thí nghiệm phải có dấu LAS-XD thì kết quả thí nghiệm mới được công nhận.

Nếu kết quả thí nghiệm kiểm tra không đạt yêu cầu; có sự nghi ngờ hoặc số lượng mẫu không đủ theo qui định thì sẽ tiến hành kiểm tra bằng phương pháp thí nghiệm trực tiếp trên cấu kiện bằng các phương pháp sau để thí nghiệm đánh giá, xác định cường độ chất lượng bê tông (theo TCVN 3118-1993).

- Bắn súng bật nảy (theo TCXDVN 162-2004)
- Siêu âm kết hợp bắn súng bật nảy (theo TCXDVN 171:1989)
- Khoan lấy mẫu, nén kiểm tra (theo TCXDVN 236-2005): việc khoan cắt các mẫu bê tông chỉ được tiến hành tại các vị trí đại diện trên kết cấu và cần đảm bảo sau khi lấy mẫu kết cấu không bị giảm khả năng chịu lực. Mẫu khoan, cắt cũng được làm theo từng tổ. Số tổ mẫu cần khoan để kiểm tra được lấy theo qui định nghiệm thu các lô sản phẩm hay các khối đó thông thường là 3 hoặc 6 viên cho một tổ mẫu.

2.2. Kiểm định cốt thép

Thép sử dụng cho công trình phải đảm bảo cường độ, kích thước theo thiết kế.

Trường hợp nhà thầu xây dựng có sự thay đổi cốt thép so với thiết kế (nhóm, số hiệu, đường kính của cốt thép) hoặc thay đổi các kết cấu neo giữ cần phải được sự kiểm định và đồng ý của đơn vị thiết kế trước đó.

2.2.1. Kiểm tra đường kính cốt thép bằng cách cân trọng lượng:

- Khi đưa thép vào sử dụng cần kiểm tra đường kính thực của cốt thép như sau: Cắt 01 đoạn thép dài 1m để cân kiểm tra trọng lượng Q (gam), đường kính thực của cây thép được tính bằng công thức sau:

2.2.2. Đo đường kính cốt thép vằn (phương pháp xác định đường kính danh nghĩa của cốt thép vằn):

- Đường kính danh nghĩa D của cốt thép vằn tương đương với đường kính danh nghĩa của cốt thép tròn trơn có diện tích mặt cắt ngang bằng nhau. Diện tích mặt cắt ngang, khối lượng 1m chiều dài của thanh thép theo đường kính danh nghĩa với khối lượng riêng của thép bằng 7,85g/cm³.

- Lấy một mẫu thép dài đúng 1m được chọn trong lô thép cần kiểm tra, làm sạch mẫu trước khi cân và xác định tiết diện. Sử dụng thiết bị đo cân có thang chia nhỏ để xác định (đến 1/1000kg) để cân mẫu.

- Diện tích mặt cắt ngang F (tính bằng cm^2) của cốt thép được xác định theo khối lượng và chiều dài mẫu quy định tại TCVN1651:1995 theo công thức:

Trong đó: F - là diện tích mặt cắt ngang của thanh thép tính bằng cm^2 .

Q – là khối lượng của mẫu cốt thép vẫn tính bằng g

L - là chiều dài mẫu tính bằng cm . 7,85 là khối lượng riêng của thép tính bằng g/cm^3 . So sánh kết quả với tiêu chuẩn thép.

- Xác định đường kính danh nghĩa (có hai phương pháp):

- + Xác định bằng phương pháp tra bảng theo TCVN 1651-2008 từ F và Q đã xác định được.

- + Xác định bằng công thức:

2.2.3. Thí nghiệm thép:

- Thường thì khi nào có thép mới về hoặc thay bằng loại thép khác thì lấy mẫu hoặc thép khối lượng lớn thì cứ khoảng 10, 20 tấn lấy 1 tổ mẫu - 1 tổ thường gồm 4 đoạn thép cắt tại 4 cây thép bất kì, mỗi đoạn dài 0.9m, 3 đoạn đem thí nghiệm, 1 đoạn để lưu lại.

- Các chỉ tiêu cơ lý khi thí nghiệm thép:

- + Giới hạn chảy, giới hạn bền;

- + Độ giãn dài;

- + Đường kính thực đo;

- + Uốn nguội;

- Quy định thép khi thí nghiệm có đạt yêu cầu hay không đạt thì bạn xem thêm các tiêu chuẩn: TCVN 1651-2008, JIS G3112-2004, TCVN 197-2002, TCVN 198-85.

Kết quả thí nghiệm và kiểm tra thép là cơ sở để nghiệm thu thép xây dựng.

3. Kết luận

Quản lý chất lượng vật liệu là một trong những công tác quan trọng quyết định đến chất lượng của công trình xây dựng. Điều này đã được quy định cụ thể trong Luật xây dựng, các nghị định, thông tư về quản lý chất lượng xây dựng hiện hành. Về cơ bản tất cả các loại vật liệu trước khi đưa vào sử dụng đều phải kiểm tra về sự phù hợp với thiết kế được duyệt cũng như được chủ đầu tư và nhà thầu tư vấn giám sát đồng ý. Việc kiểm tra phải được thực hiện tại phòng thí nghiệm hợp chuẩn, có đủ chức năng thực hiện các phép thử cần thiết để xác định sự phù hợp về chất lượng của vật liệu sử dụng trong công trình xây dựng.

Như vậy, khi đã chọn được vật liệu sử dụng theo yêu cầu chất lượng, yêu cầu về kiến trúc cũng như đã lựa chọn được đơn vị thí nghiệm hợp chuẩn để tiến hành thí nghiệm thì một điều nữa cần quan tâm đến là áp dụng các tiêu chuẩn phù hợp và phương pháp thí nghiệm có độ chính xác cao.

Tài liệu tham khảo

1. Tiêu chuẩn TCVN 3105-1993: hỗn hợp bê tông nặng và bê tông
2. Tiêu chuẩn TCVN 3118-1993: bê tông nặng, phương pháp xác định cường độ nén.
3. Tiêu chuẩn TCVN 1651-2008: thép cốt bê tông và lưới thép hàn.

THỰC HÀNH THÍ NGHIỆM CÔNG TRÌNH

1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

Nghiên cứu thực nghiệm là một phương pháp cảm thụ trực tiếp để nhận được các tín hiệu, thông tin và hình ảnh của một hiện tượng, một quá trình, một vật thể, được gọi chung là đối tượng nghiên cứu.

Đối tượng nghiên cứu trong ngành xây dựng là vật liệu, là kết cấu công trình. Những qui luật và giá trị về sự phân bố ứng suất, biến dạng, trạng thái làm việc, cách thức phá hoại của đối tượng nghiên cứu không chỉ hỗ trợ cho quá trình nghiên cứu, tính toán mà có thể còn thay thế được lời giải của các bài toán phức tạp do khó hay không thể tìm ra lời giải bằng lý thuyết.

1.1. Thí nghiệm công trình (TNCT):

Là những thí nghiệm để kiểm tra các phương pháp tính toán (so sánh giữa lý thuyết và thực nghiệm) hay để kiểm tra sự làm việc của công trình.

TNCT được thực hiện trên những vật thí nghiệm có kích thước và hình dạng trong phạm vi rất rộng rãi. Cụ thể là vật thí nghiệm có thể là kết cấu thật hay là một bộ phận của kết cấu thật, được gọi là **đối tượng nguyên hình** hay vật thí nghiệm có thể là một mô hình, được gọi là **đối tượng mô hình**.

Mô hình là mẫu vật thí nghiệm mà hình dạng, kích thước của nó là hình dạng, kích thước của công trình thực được thu nhỏ lại; vật liệu của mô hình cũng có thể cùng loại hay khác loại so với kết cấu thực; tải trọng tác dụng lên mô hình phải cùng loại với tải trọng tác dụng lên công trình thực.

1.2. Mục đích thí nghiệm công trình (TNCT):

Thí nghiệm cơ học cổ điển chỉ cung cấp số liệu riêng biệt trên các mẫu vật nhỏ, còn về ứng xử của vật liệu khi làm việc cùng nhau trong cùng một kết cấu là mơ hồ.

Ứng xử này phụ thuộc:

- Hình dạng kết cấu.
- Kích thước kết cấu.
- Tương tác giữa các ứng suất đa chiều.
- Can thiệp của các vật liệu khác nhau (BTCT, BTCT Ứng lực trước,...)
- Ảnh hưởng của các liên kết khác nhau (hàn, bu lông, khớp nối.)

➔ cần thí nghiệm trên kích thước thực dưới các điều kiện tải trọng khác nhau.

➔ thiết lập được giả thiết giá trị về tuổi thọ và sức chịu tải của kết cấu.

1.3. Ý nghĩa của khảo sát trạng thái ứng suất- biến dạng trong nghiên cứu thực nghiệm công trình.

Thực nghiệm công trình thực chất là khảo sát sự biến động của trạng thái ứng suất-biến dạng của công trình. Trạng thái ứng suất-biến dạng nhận được từ thí nghiệm phản ánh đầy đủ trạng thái và khả năng làm việc thực tế của đối tượng khảo sát để từ đó xác định tính chất và giá trị của nội lực sẽ hình thành trong quá trình chịu tải của đối tượng khảo sát. Kết quả nhận được từ thí nghiệm sẽ giải quyết được các vấn đề cơ bản sau đây:

- Giá trị và hình ảnh của sự phân bố nội lực của đối tượng thí nghiệm để từ đó có biện pháp thiết kế phù hợp.
- Đánh giá được khả năng và mức độ làm việc thực tế của đối tượng khảo sát, từ đó rút ra được các tiêu chuẩn cho việc kiểm tra độ bền, độ cứng và độ ổn định của đối tượng.
- Dự đoán tuổi thọ của công trình do khi thí nghiệm đã đo đạc được sự biến động và tốc độ phát triển của ứng suất-biến dạng cũng như những khuyết tật, ví dụ như khe nứt, xuất hiện trong quá trình làm việc của đối tượng.

Đánh giá được sự đúng đắn của lý thuyết tính và thiết kế công trình: thông thường khi thiết kế hay tính toán thường dựa vào những giả thiết mà những giả thiết này thường có xu hướng đơn giản hóa những hiện tượng, trạng thái làm việc của đối tượng khảo sát, ví dụ như giả thuyết vật liệu là đàn hồi lý tưởng, giả thuyết bỏ qua các lực ma sát, lực cản của môi trường vì nhỏ....)

2. KHẢO SÁT DÀN THÉP CHỊU TẢI TRỌNG TĨNH

2.1. Mục đích

Kiểm chứng sự phù hợp giữa lý thuyết và thực nghiệm

- Ứng suất trong các thanh dàn
- Độ võng và chuyển vị của dàn

2.2. Yêu cầu

- Đo biến dạng tại một số thanh đại diện trong dàn.
từ đó tính ứng suất và nội lực.
- Đo độ võng tại một số vị trí trên dàn.
- So sánh kết quả đo thực nghiệm và tính toán lý thuyết.

2.3. Bố trí hệ dàn

2.3.1 Cấu tạo, kích thước và đặc trưng hình học tiết diện dàn

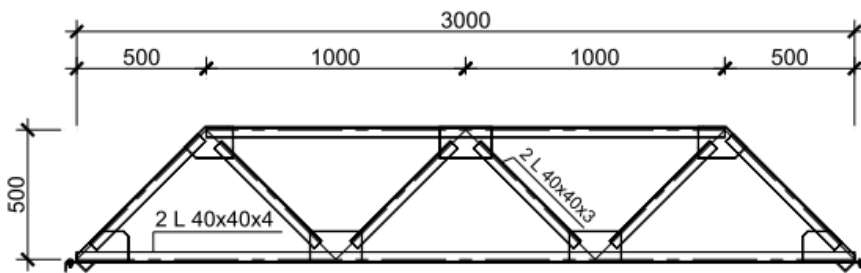
- Các thanh cánh trên, cánh dưới, thanh xiên đầu dàn: $L40 * 40 * 4$
Đặc trưng của thép góc: $F = 3.08 * 2 = 6.16 \text{ cm}^2$; $J_x = 4.58 \text{ cm}^4$
- Các thanh bụng: $L40 * 40 * 3$

Đặc trưng của thép góc: $F = 2.35 \times 2 = 4.70 \text{ cm}^2$; $J_x = 3.55 \text{ cm}^4$

- Mô-đun đàn hồi của thép: $E_s = 210\,000 \text{ N/mm}^2$ Bố trí kích thước các thanh dàn như hình 1:

Kích thước 5 đốt (1m)/đốt = 5m.

Chiều cao 0.5

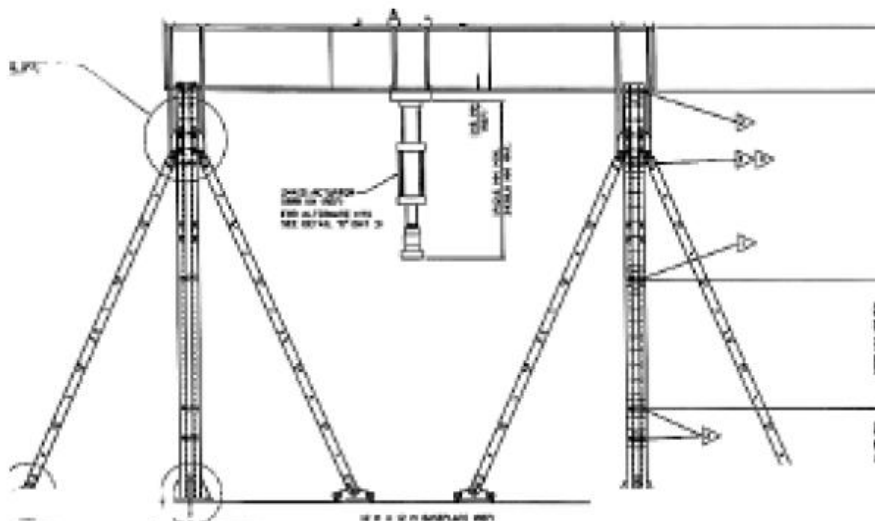


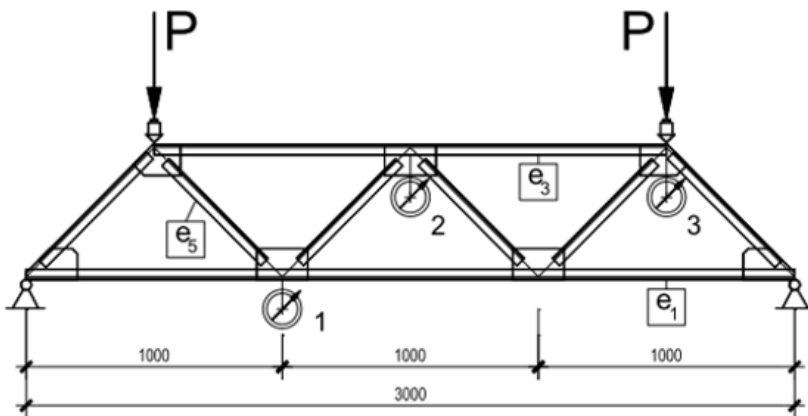
Kích thước hình học và tiết diện dàn

2.3.2 Sơ đồ thí nghiệm (mô phỏng thí nghiệm dùng kích thủy & gối đỡ 03 hoặc 04 điểm)



MTS Frame Dynamic Fatigue Structural Testing System (by Hydraulic Actuator) for Civil & Architectural Engineering





Sơ đồ vị trí lắp đặt dụng cụ đo chuyển vị và biến dạng

Lưu ý: Vị trí đo biến dạng và độ võng thay đổi theo từng nhóm

2.4. Thiết bị thí nghiệm:

- Khung gia tải + Kích thủy lực MTS - Mỹ ($P_{max} = 365 \text{ kN}$) + Hệ bơm thủy lực Cao Áp + Bộ điều khiển + Bộ thu thập dữ liệu thử (Data Logger - HBM)
- Đầu đo chuyển vị/dịch chuyển tuyến tính LVDT (Linear variable Displacement Transducer)



Hệ thống thu thập dữ liệu / HBM.1-MX1615-PAKAP -
Loại 16 kênh



- Cảm biến điện trở đo chuyển vị (Strain Gauge) / HBM.K-CLY4-0060-1-120-4-010-N



Khung gia tải + Kích thủy lực MTS - Mỹ ($P_{max} = 365 \text{ kN}$) + Hệ bơm thủy lực Cao Áp + Bộ điều khiển + Bộ thu thập dữ liệu thử (Data Logger - HBM)

2.4. Quy trình thí nghiệm

2.4.1. Kiểm tra và đo lại kích thước các thanh dầm (thước kẹp).

1. Kiểm tra và đo lại kích thước các thanh dầm (thước kẹp).
2. Bố trí các sensor đo độ võng.
3. Điều khiển kích thủy lực để áp đặt 2 tải tập trung lên cánh trên dầm.
4. Gia tải từng cấp tăng dần tùy theo giá trị đã cho từng nhóm (Bảng 1).
5. Trong quá trình thí nghiệm. tại cuối mỗi cấp tải (sau 3 phút). các giá trị độ võng và biến dạng sẽ được ghi lại.
6. Thực hiện tổng cộng 2-3 vòng đo lặp để lấy giá trị trung bình. Thời gian cho phép dầm nghỉ khoảng 15 phút giữa các vòng đo lặp (thời gian để dầm trở về trạng thái ban đầu).

Bảng Giá trị thực nghiệm biến dạng và độ võng

P_i (kG/cm ²)	Biến dạng ε_i (X10 ⁻⁶)			Độ võng δ_i (mm)				
	ε_3	ε_5	ε_9	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5
0.00								
12.5								
25.0								
37.5								
50.0								
62.5								
75.0								
....								

2.4.2. Một số ghi chú cần thiết trong tính toán lý thuyết:

1. Xác định ứng suất σ_i của thanh dãn thứ i theo công thức trong Cơ học Kết cấu/SAP 2000:
 $\sigma_i = N_i/A_i$
2. Xác định biến dạng ε_i theo công thức của Hooke: $\varepsilon_i = \sigma_i/E$
3. Tính độ võng δ_i theo lý thuyết đã học trong Cơ học kết cấu/SAP 2000
4. Tải trọng P tác dụng lên dầm được xác định: $P = 0.5p(\pi D^2/4)$.
Trong đó p (kG/cm²) là áp suất gia tải của kích thủy lực.

2.4.3. Nội dung báo cáo:

- a. Mục đích thí nghiệm
- b. Cấu tạo và kích thước dầm thép (loại thép. cường độ. đặc trưng hình học)
- c. Thiết bị thí nghiệm (tên. thông số kỹ thuật....)
- d. Sơ đồ thí nghiệm và các vị trí đo biến dạng ε và độ võng δ
- e. Qui trình thí nghiệm
- f. Tính giá trị trung bình của ε_i và δ_i theo từng cấp gia tải P_i
- g. Xác định ứng suất. biến dạng và độ võng theo lý thuyết (Phần mềm kết cấu SAP 2000. ...).
Vẽ đồ thị biểu diễn kết quả thí nghiệm đo tải trọng - biến dạng ($P - \varepsilon$) cho 5 vị trí strain gages ($\varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_5, \varepsilon_7, \varepsilon_9$) và so sánh với kết quả lý thuyết ở bước g (bước 7).
- h. So sánh kết quả đo tải trọng-biến dạng ($P - \varepsilon$) giữa 2 strain gages $\varepsilon_2, \varepsilon_3$ và rút ra kết luận.

- i. Vẽ đồ thị biểu diễn kết quả thí nghiệm đo tải trọng - độ võng ($P - \varepsilon$) cho 4 – 5 vị trí đồng hồ đo ($\delta_2, \delta_3, \delta_5, \delta_7, \delta_9$) và so sánh với kết quả lý thuyết ở bước g (bước 7).
- j. Nhận xét và quan sát khác.

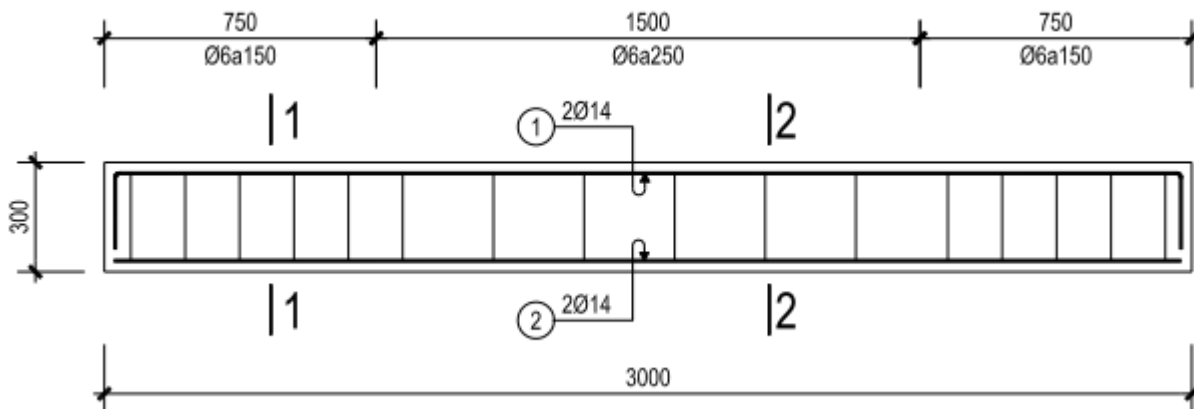
3. THỰC HÀNH THÍ NGHIỆM UỐN BA ĐIỂM DÀM BTCT

3.1. Nội dung thí nghiệm:

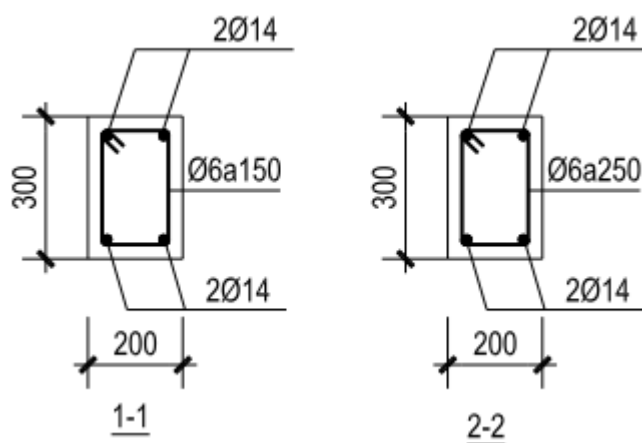
Khảo sát ứng xử của dầm BTCT. Dầm BTCT được gia tải bởi 1 lực tập trung theo một giá trị cho trước. Thiết lập các quan hệ tải trọng - độ võng ($P - \Delta$) và moment uốn - biến dạng ($M - \varepsilon$) của dầm BTCT và so sánh số liệu thực đo với kết quả tính toán lý thuyết.

3.2. Cấu tạo và kích thước dầm:

Dầm bê tông cốt thép có chiều dài 3m, tiết diện chữ nhật 200 * 300 mm.



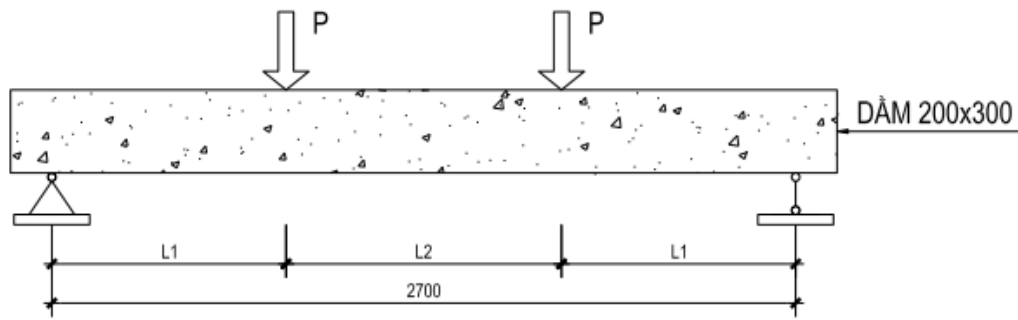
Dầm bê tông cốt thép



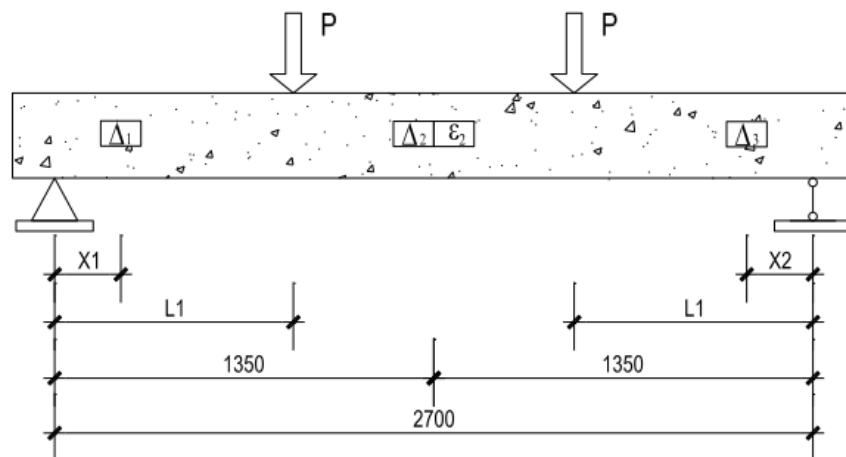
Mặt cắt dầm bê tông cốt thép.

3.3. Sơ đồ thí nghiệm dầm:

Dầm được đặt trên 2 gối tựa đơn cách nhau $L = 2.7\text{ m}$ chịu lực tập trung theo sơ đồ. Quy trình gia tải đã phân cho từng nhóm.



Sơ đồ gia tải



Sơ đồ vị trí lắp đặt dụng cụ đo chuyển vị và biến dạng

Thí nghiệm đo chuyển vị tại 3 vị trí: cách mép cố định khoảng X_1 , cách mép di động X_2 và ở giữa dầm. Tại giữa dầm ta đo biến dạng, từ đó tính ứng suất để kiểm tra so sánh với lý thuyết. **Lưu ý:** Vị trí đo biến dạng và độ võng (X_1 , X_2) thay đổi theo từng nhóm.



Hệ thống gia tải

3.4. Thiết bị thí nghiệm:

- Khung gia tải (Việt Nam) + Kích thủy lực MTS - Mỹ ($P_{max} = 365 \text{ kN}$ - Compression Mode & 240 kN - Tension Mode) + Hệ bơm thủy lực Cao Áp + Bộ điều khiển + Data Logger HBM



- Các sensor đo độ võng dầm.
- Hệ thống đo lực (Load cells) đã được tích hợp lên kích thủy lực



3.5. Quy trình thí nghiệm dầm:

- Kiểm tra và đo lại kích thước dầm: b , h , L_1 , L
- Điều khiển hệ khung gia tải để áp đặt 1 tải tập trung lên mặt trên dầm bằng kích thủy lực (phụ thuộc sơ đồ thí nghiệm của từng nhóm)
- Áp tải $P < 3 \text{ kN}$ vài lần để khử biến dạng dư trong dầm
- Đo độ võng
- Kiểm tra các thiết bị đo lực
- Trong quá trình thí nghiệm, tại mỗi cấp tải trọng cần ghi các giá trị đã phân cho các nhóm

3.6. Nội dung báo cáo thí nghiệm

- a. Xác định mục đích thí nghiệm
- b. Mô tả cấu tạo kích thước đầm BCTC và sơ đồ thí nghiệm
- c. Mô tả chi tiết thiết bị thí nghiệm (tên, thông số kỹ thuật)
- d. Mô tả qui trình thí nghiệm tải lặp
- e. Dùng excel vẽ đồ thị tải trọng - độ võng ($P_{tb} - \Delta_2$)
- f. Dùng excel lập bảng kê các giá trị đo tại các đỉnh gia tải. vẽ đồ thị mô tả các quan hệ giữa đại lượng này $\Rightarrow$ so sánh + nhận xét.
- g. So sánh các kết quả lý thuyết SBVL (Δ_{2a}). Lý thuyết BTCT (Δ_{2b}) và số liệu thực đo (Δ_2). khi tải trọng thay đổi. Kết quả lý thuyết nào phù hợp với kết quả thực nghiệm hơn? Giải thích tại sao?
- h. Nhận xét và các quan sát khác (nếu có).

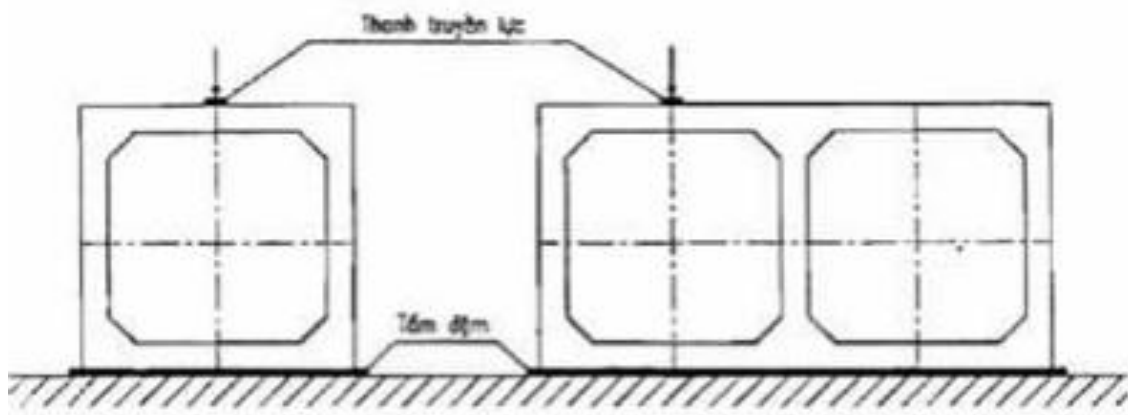
4. THÍ NGHIỆM KHẢ NĂNG CHỊU TẢI CỦA ĐÓT CỐNG HỘP BTCT

4.1. Nội dung thí nghiệm

Khảo sát ứng xử cống hộp áp dụng cho sản phẩm cống hộp bê tông cốt thép đúc sẵn đơn (1 khoang) và đôi (2 khoang) dùng trong các công trình đường cống ngầm, cống thoát nước, cống dẫn nước thải không có áp, và có thể dùng lắp đặt hệ thống dây điện ngầm..

Thiết lập các quan hệ tải trọng - độ võng ($P - \Delta$) và môment uốn - biến dạng ($M - s$) của cống hộp BTCT và so sánh số liệu thực đo với kết quả tính toán lý thuyết.

4.2. Cấu tạo và hình mô phỏng cống hộp BTCT



4.3. Thiết bị mô phỏng thí nghiệm



: Bảng quy đổi các đơn vị đo áp suất chuẩn quốc tế

To ► From ▼	psi	mbar	bar	atm	Pa	kPa	MPa	mmH ₂ O	in.H ₂ O	mmHg	in.Hg	kg/cm ²
psi	1	68.95	0.0689	0.0681	6895	6.895	0.006895	703.8	27.71	51.715	2.036	0.0704
mbar	0.0145	1	0.001	0.000967	100	0.100	0.0001	10.21	0.402	0.75	0.0295	0.00102
bar	14.504	1000	1	0.987	100000	100	0.1	10210	401.9	750.1	29.53	1.02
atm	14.7	1013.25	1.01325	1	101325	101.325	0.1013	10343	407.2	760.0	29.92	1.033
Pa	0.000145	0.01	0.00001	0.00001	1	0.001	0.000001	0.102	0.00402	0.0075	0.000295	0.00001
kPa	0.14504	10.0	0.01	0.00987	1000	1	0.001	102.07	4.019	7.5	0.295	0.0102
MPa	145.04	10000	10	9.87	1000000	1000	1	101971.6	4014.6	7500.6	295.3	10.2
mmH ₂ O	0.001421	0.098	0.000098	0.000097	9.8	0.0098	0.0000098	1	0.0394	0.0735	0.00289	0.0001
in.H ₂ O	0.0361	2.488	0.002488	0.00246	248.8	0.2488	0.00025	25.4	1	1.866	0.0735	0.00254
mmHg	0.01934	1.333	0.001333	0.001316	133.3	0.1333	0.00013	13.61	0.536	1	0.0394	0.00136
in.Hg	0.4912	33.86	0.03386	0.03342	3386	3.386	0.00386	345.7	13.61	25.4	1	0.0345
kg/cm ²	14.22	980.7	0.9807	0.968	98067	98.067	0.0981	10010	394.1	735.6	28.96	1

Bảng quy đổi các đơn vị đo áp suất chuẩn quốc tế

