

CHƯƠNG 1: MỞ ĐẦU

1.1. Giới thiệu

Trong các công trình về cầu dầm liên tục thì việc mô hình hóa và tính toán thiết kế quá trình thi công cầu dầm liên tục là một vấn đề quan trọng vì theo từng quá trình thi công thì sơ đồ tính toán, tải trọng tác dụng cũng như sự liên hợp giữa các mặt cắt là khác nhau. Chính vì lý do đó nhóm nghiên cứu nhận thấy rất cần thiết trong việc mô hình hóa tính toán thiết kế cho mỗi giai đoạn tương ứng vì mỗi giai đoạn là một sơ đồ kết cấu chịu tải trọng khác nhau. Việc tính toán cho từng giai đoạn thi công cụ thể như vậy sẽ giúp cho quá trình thi công được an toàn, xuyên suốt giảm tải được những sự cố công trình.

Từ sự phân tích trên về sự khác biệt nội lực trong từng giai đoạn thi công nhóm nghiên cứu cũng sẽ đề xuất các biện pháp điều chỉnh nội lực : đưa ra các phương án để giảm nội lực tại các vị trí nguy hiểm trong dầm để việc thi công được an toàn.

Một số hình ảnh cầu dầm thép liên tục:



Hình 1: Liên kết các đốt lại thành từng đoạn



Hình 2: Cầu lắp từng đoạn dầm thép lên giàn giáo tạm



Hình 3: Sử dụng liên kết hàn để liên kết các đoạn dầm



Hình 4: Trụ tạm đỡ các dầm thép dọc



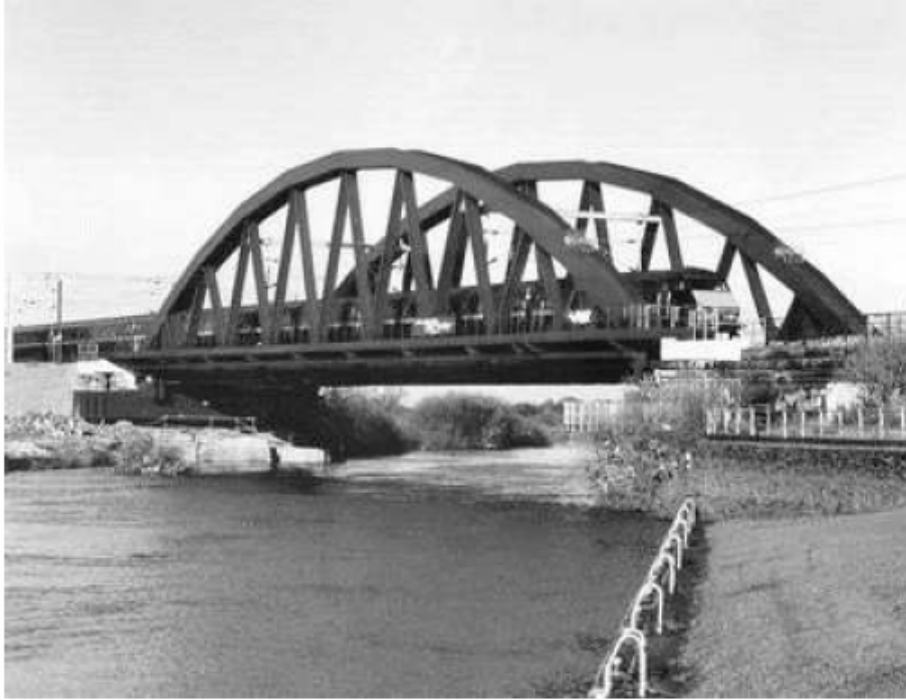
Hình 5: Hệ liên kết dầm dọc – dầm ngang



Hình 6: Một công trình cầu dầm thép nhồi bê tông giồng cầu Đông Trù



Hình 7: Cầu sông Hàn kết cấu dầm và tháp cầu chính bằng thép



Hình 8: Cầu thép liên hợp nhịp giản đơn



Hình 9: Cầu thép liên hợp nhịp giản đơn



Hình 10: Cầu dàn thép liên hợp làn chạy dưới



Hình 11: Cầu dàn thép liên hợp làn chạy dưới, cầu ở Nga



Hình 12: Cầu dàn thép liên hợp làn chạy dưới



Hình 13: Cầu thép liên hợp lòn chạy trên



Hình 14: Cầu thép liên hợp lòn chạy trên



Hình 15: Cầu vòm ống thép nhồi bê tông, cầu Ông Lớn đường Nguyễn Văn Linh



Hình 16: Cầu vòm ống thép nhồi bê tông nhịp giản đơn



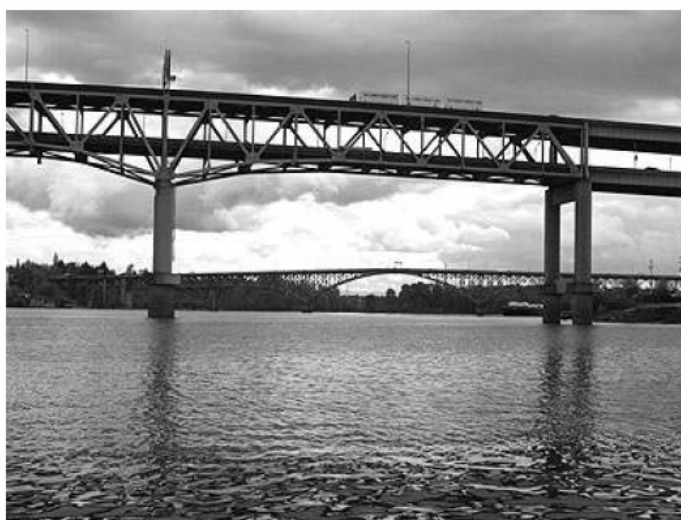
Hình 17: Cầu vòm ống thép nhồi bê tông nhịp liên tục



Hình 18: Cầu dầm dàn thép liên hợp bản bê tông cốt thép nhịp liên tục, cầu Banghwa ở Hàn Quốc



Hình 19: Cầu dầm dàn thép liên hợp bản bê tông cốt thép nhịp liên tục, cầu Eads qua sông Mississippi



Hình 20: Cầu dầm dàn thép liên hợp bản bê tông cốt thép nhịp liên tục, 2 tầng cầu ở Phần Lan



Hình 21: Cầu dầm dàn thép liên hợp bản bê tông cốt thép nhịp liên tục, cầu Quebec
Canada



Hình 22: Cầu cảng ở Sydney, nhịp 503m

1.2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài

Tìm ra phương án tối ưu nhất để điều chỉnh nội lực làm giảm giá trị Môment tại các vị trí nguy hiểm.

Giảm rủi ro và làm cho công trình an toàn trong suốt quá trình thi công.

Phương hướng nghiên cứu :

1.3. Mô hình từng quá trình thi công cầu

Sử dụng phần mềm Midas để mô hình hóa tính toán thiết kế quá trình thi công một cầu dầm liên tục với từng giai đoạn thi công.

Nhập tải trọng tương ứng phù hợp cho từng giai đoạn thi công.

1.4. Xuất kết quả nội lực

Phân tích sự khác biệt về giá trị nội lực tương ứng với mỗi giai đoạn thi công tại các mặt cắt nguy hiểm.

Phân tích các sự thay đổi về tải trọng, về sự liên kết của mặt cắt cho từng giai đoạn thi công để giải thích cho việc khác biệt giá trị nội lực tại các mặt cắt nguy hiểm.

1.5. Mô hình hóa các biện pháp thi công

Nhằm điều chỉnh lại nội lực trong cầu dầm liên tục từ đó hạ bớt các giá trị nội lực ở các vị trí nguy hiểm làm cho quá trình thi công được an toàn.

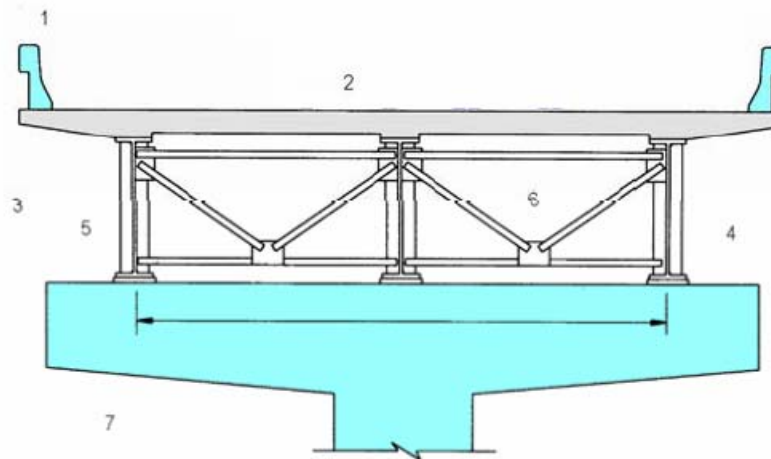
CHƯƠNG 2: Cơ Sở Lý Thuyết Nghiên Cứu

2.1. Cầu dầm thép liên hợp – bản mặt cầu BTCT [1]:

Cầu thép là loại cầu có kết cấu chịu lực chính bằng thép.

Cầu dầm thép có thể thi công nhanh chóng hơn cầu bê tông cốt thép hoặc cầu bê tông cốt thép ứng suất trước, đặc điểm này rất phù hợp với yêu cầu của đường sắt. Cầu dầm thép có thể lắp đặt dễ dàng hơn cầu BTCT trong những điều kiện về địa hình và thời tiết không thuận lợi.

Cầu thép dễ sửa chữa và sửa chữa nhanh hơn cầu BTCT.



Hình 2.1 Mặt cắt ngang của một cầu dầm thép – BTCT liên hợp
1 – Lan can; 2 – Bản mặt cầu; 3 – Dầm thép; 4 – Gối cầu; 5 – Sườn tăng cường đỡ;
6 – Hệ liên kết ngang; 7 – Trụ cầu

2.2. Đặc điểm thi công cầu dầm thép bê tông liên hợp:

Công nghệ thi công cầu dầm thép bê tông liên hợp bao gồm 3 công đoạn chính:

- Lắp dầm thép vào vị trí.
- Căng kích điều chỉnh nội lực.
- Lắp đặt hoặc đổ bê tông bản mặt cầu.

2.2.1. Lắp đặt dầm thép

Đối với các cầu nhịp nhỏ và vừa việc lắp đặt dầm thép có thể thực hiện bằng cần cầu tự hành. Việc lựa chọn loại cầu và phương pháp lắp đặt cần dựa vào đặc điểm kết cấu nhịp và địa hình.

- Với các cầu một nhịp thì có thể bố trí cầu đứng trên nền đất đắp sau đó để lắp đặt các khối dầm. Tùy theo chiều dài nhịp, khả năng nâng và độ với của cầu, dầm thép có thể được lắp đặt từng thanh dầm, hoặc từng phiên ghép lại, mỗi phiên từ hai đến ba, bốn dầm. Sau khi lắp đặt mới tiến hành lắp các liên kết dọc ngang cần thiết.
- Với các cầu nhiều nhịp nằm tại khu vực bãi sông không ngập nước thì có thể dùng cần cầu tự hành hoặc cần cầu dạng cổng chạy dọc theo cầu để lắp đặt các thanh, hoặc các khối dầm giống như lắp đặt cầu dầm bê tông cốt thép lắp ghép và bán lắp ghép.
- Trường hợp cầu nhiều nhịp vượt qua sông nước hoặc cầu một nhịp có chiều dài quá lớn không thể lắp bằng cần cầu tự hành được thì có thể áp dụng phương pháp lắp hẫng, hoặc nửa hẫng như đã nói ở phần trên.

Khi lao lắp dầm thép do chưa có bản bê tông tạo thành liên kết dọc trên nên dầm dễ bị mất ổn định. Vì vậy trong quá trình lao, lắp cầu cần kiểm tra điều kiện ổn định để nếu cần thiết thì phải bố trí thêm các liên kết tạm dọc hoặc ngang. Sau khi bản mặt cầu khô cứng, các liên kết tạm có thể được tháo bỏ.

Sau khi đã lắp xong dầm thép thường dùng cần cầu có thể quay tròn để lắp bản mặt cầu. Nếu lắp mặt cầu ô tô thì thường dùng cần cầu bánh lốp di chuyển dọc. Cần cầu sẽ di chuyển trên các khối đã lắp đặt để đặt các khối sau. Đối với cầu đường sắt thì có thể dùng cần cầu chạy trên ray, khi đó lắp bản mặt đến đâu đặt đường ray, tà vẹt tạm đến đó.

Thông thường theo thiết kế, giữa tấm bản và dầm sau khi lắp cần có một tấm vữa đệm. Để đảm bảo đúng chiều dày của lớp vữa thường dùng các miếng gỗ đệm có chiều dày chuẩn kê giữa bản và dầm. Nếu khi lắp bản ta tiến hành đệm vữa và đổ bê tông mới nổi ngay thì gây bất lợi vì mỗi nổi còn ướt

chưa thể chịu lực, nếu chờ vữa cứng thì mất nhiều thời gian. Để khắc phục tình trạng trên ta có thể thực hiện theo hai phương pháp.

- **Phương pháp 1:** Ở giai đoạn lắp tiến, cần cầu lắp toàn bộ bản lên các tấm gỗ đệm để làm đường công tác. Sau khi lắp xong cầu lùi dần, nhấc từng tấm bản lên, đổ vữa lên mặt dầm thép, lắp lại bản vào vị trí cũ, sau đó đổ bê tông các mối nối và ổ neo. Ưu điểm của phương pháp này là có thể dùng vữa xi măng và bê tông tương đối đặc, nhưng cần cầu phải làm việc quá lâu trên cầu, đồng thời vị trí của bản có thể bị xô dịch khi đặt bản lên lớp vữa ướt.
- **Phương pháp 2:** Để giải phóng cầu nhanh thì sau khi lắp bản trên các tấm đệm gỗ, cầu coi như hoàn thành nhiệm vụ. Việc đổ bê tông các mối nối và ép vữa vào khe dầm qua các cửa sổ đặc biệt, như vậy yêu cầu vữa và bê tông phải có độ dẻo lớn để có thể chảy đầy vào khe. Nhưng nếu dùng một máy ép vữa thì có thể dùng đặc và đảm bảo chất lượng mối nối liên kết và lớp vữa đệm. Bê tông phải đổ liên tục không ngừng tùy tiện, trong mỗi kết cấu mạch ngừng phải bố trí ở những vị trí có lực cắt và mô men uốn nhỏ.

2.2.2. Công tác điều chỉnh nội lực [2], [3], [4]

Để tăng cường hiệu quả của bản bê tông cốt thép, giảm nhẹ sự làm việc của dầm thép, trước khi lắp đặt hoặc đổ toàn khối bản bê tông mặt cầu thường tiến hành công tác điều chỉnh nội lực.

Điều chỉnh nội lực thực chất là tạo sẵn trong kết cấu một trạng thái ngược dấu với nội lực gây ra do tải trọng.

Điều chỉnh nội lực thường thực hiện bằng cách căng dây, hoặc kích dầm. Phương pháp căng, kích, vị trí, số điểm cần kích cũng như định lượng lực kích và chuyển vị cần tuân thủ nghiêm ngặt theo các số liệu thiết kế. Các biện pháp điều chỉnh chính trong cầu thép bê tông liên hợp bao gồm:

2.2.2.1 Điều chỉnh nội lực trong cầu dầm đơn giản thép bê tông liên hợp.

2.2.2.1.1 Điều chỉnh nội lực trên trụ tạm

Để tạo được các điểm kê kích dầm trước khi đổ bản bê tông mặt cầu thì thường phải xây dựng các trụ tạm. Ở các vùng bãi sông không ngập nước và chiều cao trụ không quá lớn thì trụ tạm có thể được cấu tạo như một trụ pale bằng gỗ, hoặc thép, móng trụ tạm có thể được cấu tạo bằng cách xếp đá hộc, rọ đá hay chồng nề gỗ. Trên đỉnh trụ tạm thường bố trí một hệ thống dầm dọc ngang tạo các điểm đặt kích và chêm chèn. Ví dụ cấu tạo trụ tạm để điều chỉnh nội lực.

Trụ tạm được cấu tạo bằng các cột đứng tiết diện I liên kết với nhau thành một khung không gian, chân trụ được kê lên các dầm I đặt nằm để tăng diện tiếp xúc với nền đá hộc dày 30-50 cm. Trên đỉnh trụ bố trí các I dọc và trên I dọc bố trí một cặp I ngang tạo điểm kê kích và chêm chèn dầm. Kích thường được đặt vào dầm ngang ở khoảng giữa hai dầm chủ, như vậy chỉ một kích có thể nâng được hai dầm.

Trường hợp nhịp cầu vượt lòng sông ngập nước, trụ tạm có thể kê lên nền cọc, lồng đá, cũi đá. Đối với các cầu nhịp lớn, có dùng trụ tạm làm biện pháp hỗ trợ để lao hoặc lắp hẫng dầm thép thì tốt nhất là sử dụng chính các trụ tạm để điều chỉnh nội lực trước khi đổ bản bê tông.

2.2.2.1.2 Điều chỉnh nội lực qua hệ thanh căng

Việc điều chỉnh nội lực trên các trụ tạm thì thuận lợi cho các nhịp cầu dẫn, cầu cạn hoặc khi tận dụng được các trụ tạm trong lao lắp dầm thép. Khi cầu vượt qua các sông sâu, nước chảy xiết và với các cầu nhịp thì việc xây dựng các trụ tạm trở nên không kinh tế, tốn thời gian và làm mất ưu điểm của cầu thép bê tông liên hợp là có thể thi công không cần giàn giáo, trụ tạm. Trong các trường hợp trên có thể thay thế trụ tạm bằng một hệ thanh căng, hoặc khung chữ A.

Hệ thanh căng thường được cấu tạo bằng thép góc, U, I ghép lại thành tiết diện hộp. Vì các dầm đặc thường có nhiều dầm chủ, để dễ kích và giảm số lượng kích thì nên bố trí sao cho cứ một điểm kích, kích được hai dầm chủ.

Để minh họa ta có thể lấy ví dụ hệ thanh căng điều chỉnh nội lực của cầu Bến Chang ở huyện Lập Thạch tỉnh Vĩnh Phúc làm minh họa. Hệ được thiết kế để điều chỉnh nội lực cho dầm thép bê tông liên hợp nhịp 28m, mặt cắt ngang cầu khổ 4m dùng 4 thanh I 800, dầm bê tông và bản mặt cầu cao 60cm.

Điều chỉnh nội lực bằng thanh căng có ưu điểm là làm việc ổn định, không chịu ảnh hưởng của điều kiện sông nước, địa hình và địa chất, thủy văn của khu vực cầu qua, có thể chế tạo thành bộ chuyên dụng, dùng lại nhiều lần, tuy nhiên việc lắp đặt và tháo dỡ các kết cấu nằm dưới cầu thường khó thực hiện bằng các phương tiện cơ giới và gây phức tạp cho việc vận chuyển từ nhịp này sang nhịp khác.

2.2.2.1.3 Điều chỉnh nội lực bằng dây văng

Để khắc phục các khó khăn trong việc tháo lắp và vận chuyển các thanh căng, việc kích điều chỉnh nội lực và biến dạng trong dầm thép có thể thực hiện trong mặt cầu bằng biện pháp sau đây:

Sau khi lao xong dầm thép, trên đỉnh các trụ lắp các khung dạng tháp cầu treo. Trên đỉnh khung lắp đặt các dây văng, đầu trên neo vào đỉnh tháp đầu dưới neo vào dầm cứng. Các dây văng được cấu tạo bằng thanh thép tròn hai đầu có ren răng, hoặc bằng thép hình ở giữa có nối với êcu, quay tăng đơ hoặc kích đẩy nâng chiều cao cột. Phương pháp này rất có hiệu quả khi thi công các hệ nhiều nhịp và khi các nhịp được thi công đồng thời. Khi thi công từng nhịp độc lập, để tránh hiện tượng gây mômen âm cho các

nhịp đã đổ bê tông, có thể dùng một dây căng phụ neo vào đầu dầm đối diện.

2.2.2.1.4 Điều chỉnh nội lực bằng giá kích [2].

Có thể dùng biện pháp căng kích trong từng nhịp riêng biệt thông qua một giá kích dạng chữ A. Trên nguyên tắc dựng một giàn tam giác, lấy dầm chủ làm biên dưới, tạo thêm hai thanh biên trên có dạng chữ A. Chân giá chữ A được liên kết khớp tại hai đầu dầm. Từ đỉnh giá và các nút có thể bố trí các dây thép, đầu ren răng bu lông để có thể căng kích dầm theo các chuyển vị thiết kế. Trường hợp cần căng kéo với các lực lớn có thể bố trí một tầng đỡ trên các dây căng hoặc bố trí các kích dầu, trực tiếp kích vào các dầm chủ hoặc dầm ngang.

Phương pháp kích dầm bằng giá kích có ưu điểm so với các phương pháp khác trên những điểm sau:

- Công tác lắp dựng và tháo dỡ giá kích hoàn toàn được thực hiện trên mặt cầu trên hệ dầm chủ đã được lắp đặt trước, do đó việc lắp giá kích đơn giản và kinh tế.
- Khớp nối giữa dầm chủ và giá kích được đặt cao hơn bản bê tông (*để dễ đổ bê tông và tháo dỡ giá kích*) tạo thêm mômen âm có lợi cho công nghệ điều chỉnh.
- Tất cả công tác được thực hiện trong từng nhịp riêng biệt, không ảnh hưởng đến nội lực và biến dạng của các nhịp lân cận.
- Sau khi kích đủ cao độ, tiến hành khóa hãm, đổ bê tông, khi bê tông đông cứng ta tháo giá kích, chuẩn bị điều chỉnh nhịp tiếp theo.

2.2.2.2 Điều chỉnh nội lực trong các cầu dầm liên tục [2].

Trong cầu dầm liên tục thép bê tông liên hợp, bản mặt cầu nằm trong khu vực bị kéo do mô men âm nên việc điều chỉnh nội lực để tạo cho bản chịu nén trước, dưới tác dụng của tĩnh tải, tránh các vết nứt của

bản mặt cầu trên trụ, đồng thời tăng cường khả năng chịu mômen dương tại tiết diện giữa nhịp.

Việc điều chỉnh nội lực trong dầm liên tục có thể thực hiện dễ dàng bằng cách kích các gối của các trụ trung gian, tạo một biểu đồ mômen âm trước trong dầm thép, giảm mômen dương ở giữa nhịp. Sau khi bê tông khô cứng và tháo kích, các nội lực này sẽ truyền vào bản bê tông.

Nếu không kích điều chỉnh, dầm thép sẽ chịu mômen do trọng lượng bản thân và bản bê tông cốt thép là M_t . Khi kích dầm tại hai gối trung gian, sẽ tạo được một biểu đồ mômen âm có trị số là $M_{đc}$. Dưới tác dụng của M_t và $M_{đc}$, mômen âm tại gối tăng, mômen dương tại giữa nhịp giảm. Sau khi bê tông khô cứng và tháo kích, sẽ phát sinh biểu đồ $M_{hạkích} = -M_{đc}$. Mômen do hạ kích mang dấu dương do tiết diện liên hợp chịu sẽ gây ứng suất nén trước trong bản bê tông, có tác dụng giảm ứng suất kéo trong bản tại tiết diện gối và giảm ứng suất trong dầm thép tại tiết diện giữa nhịp do hoạt tải và từ biến co ngót.

Điều chỉnh nội lực dầm liên tục liên hợp : Khi dầm liên hợp liên tục làm việc, ở các gối trung gian xuất hiện moment âm. Điều này có thể dẫn đến việc xuất hiện vết nứt ở bản bê tông. Việc điều chỉnh ứng suất được áp dụng để nâng cao tính chống nứt của bản Bê tông cốt thép trong vùng chịu moment âm cũng như để tiết kiệm thép.

2.3. Điều chỉnh nội lực bằng cách kích nâng gối trung gian

Đối với sơ đồ 2 và 3 nhịp thì nên dùng phương pháp kích thẳng đứng bên dưới, tựa trên trụ cố định làm phương pháp chính để tạo ứng suất và điều chỉnh ứng suất.

Trình tự thực hiện.

- Lắp dầm thép.
- Nâng dầm thép ở vị trí trụ giữa nhờ hệ thống kích.
- Tiến hành đổ bê tông bản mặt cầu.
- Sau khi bê tông đông cứng, hạ dầm thép xuống vị trí trụ giữa.

Nguyên tắc tính toán :

- Ta cần phải tính toán mức độ nâng gôì để giảm bớt, triệt tiêu ứng suất kéo hoặc tạo ra ứng suất nén trong vùng chịu moment âm.
- Ngoài ra cần chú ý đến ảnh hưởng của hiện tượng từ biến, nó gây ra các nội lực phụ trong kết cấu. Hiện tượng này làm giảm hiệu lực của việc điều chỉnh ứng suất.
- Phương pháp điều chỉnh ứng suất này không hiệu quả bằng biện pháp kéo cốt thép dự ứng lực bản. Mức độ tạo ứng suất trước khó xác định hơn. Ngoài ra nó còn đòi hỏi những điều kiện lý tưởng về gôì bởi nó rất nhạy với bất kỳ một sự lún lệch nào ở vị trí gôì.

2.3.1. Điều chỉnh ứng suất bằng cách căng cáp dự ứng lực trong bản

Nhờ hệ thống cáp trong bản bê tông, ta có thể tạo được một ứng suất nén trong bản bê tông. Cần phải đảm bảo rằng bản bê tông được bố trí đầy đủ cốt thép trong các vùng neo cáp. Kinh nghiệm cho thấy thường xuất hiện vết nứt ở những vùng này, ngày nay có xu hướng tạo ứng lực trên suốt chiều dài cầu khi điều kiện cho phép. Tùy theo phương pháp xây dựng có hai kiểu tạo dự ứng lực.

Biện pháp tạo dự ứng lực trước khi liên kết thép và bê tông.

Trong trường hợp này bản bê tông chưa liên kết với dầm thép, toàn bộ dự ứng lực tác dụng vào mặt cắt bê tông. Sau khi liên kết thép bê tông hình thành, một bộ phận dự ứng lực sẽ truyền sang mặt cắt liên hợp do ảnh hưởng của từ biến gây ra sự xuất hiện moment phụ trong kết cấu siêu tĩnh.

Biện pháp dự ứng lực sau khi liên kết thép và bê tông.

Biện pháp này thường sử dụng với những cầu có bản bê tông đổ tại chỗ. Ưu điểm của biện pháp này là tạo ra trong kết cấu một trạng thái ứng suất đối lập với trạng thái ứng suất gây ra bởi tải trọng. Tuy nhiên dự ứng lực sử dụng trong trường hợp này lớn hơn do nó tác dụng trực tiếp vào mặt cắt liên hợp.

2.3.2. Một số giải pháp khác

Trong những vùng chịu moment âm, sẽ dỡ bỏ neo liên kết. Mặt cắt làm việc tại vùng chịu moment âm khi đó chỉ còn mặt cắt dầm thép. Mặt cắt bê

tông không tham gia chịu uốn vì vậy bản bê tông tránh được tình trạng làm việc chịu kéo. Để thay thế khả năng chịu lực của bản bê tông cần tăng cường mặt cắt dầm thép ở những vị trí này.

Chấp nhận việc xuất hiện vết nứt trong bê tông vùng chịu kéo. Mặt cắt làm việc còn lại là mặt cắt dầm thép và mặt cắt cốt thép dọc trong bản bê tông. Mặt cắt bê tông coi như không tham gia chịu lực. Trong trường hợp này cần cấu tạo một lớp chống thấm tốt để tránh hiện tượng rỉ cốt thép.

CHƯƠNG 3: MÔ HÌNH HÓA DỮ LIỆU BÀI TOÁN

3.1. Số liệu ban đầu :

Một cầu dầm thép bản liên hợp liên tục ba nhịp:

$l_1 = 24000 \text{ mm}$, $l_2 = 38000 \text{ mm}$, $l_3 = 38000 \text{ mm}$

Số dầm chính	: $N_b = 4 \text{ dầm}$
Khoảng cách giữa hai dầm chính	: $S = 3000 \text{ mm}$
Phần cánh hẫng	: $S_k = 1500 \text{ mm}$
Chiều rộng lan can trái/phải	: $500/500 \text{ mm}$
Số lề bộ hành	: 0
Chiều rộng phần người đi	: 0
Chiều rộng phần xe chạy (PXC)	: 11000 mm
Tổng bề rộng ngang cầu	: 12000 mm
Chiều dày lớp phủ	: 90 mm

Bản mặt cầu với chiều dày Bản mặt cầu:

Bản kê : $t_s = 250 \text{ mm}$

(theo 22TCN 272-05 , 9.7.1.1 thì chiều dày bản mặt cầu tối thiểu là 175 mm)

Bản hẫng : $t_s = 275 \text{ mm}$

Chiều cao cổ bản : $t_h = 50 \text{ mm}$

Cường độ chịu nén của Bê tông : $f_c' = 28.2 \text{ MPa}$

Giới hạn chảy của cốt thép BMC : $f_y = 390 \text{ MPa}$

Trọng lượng thể tích:

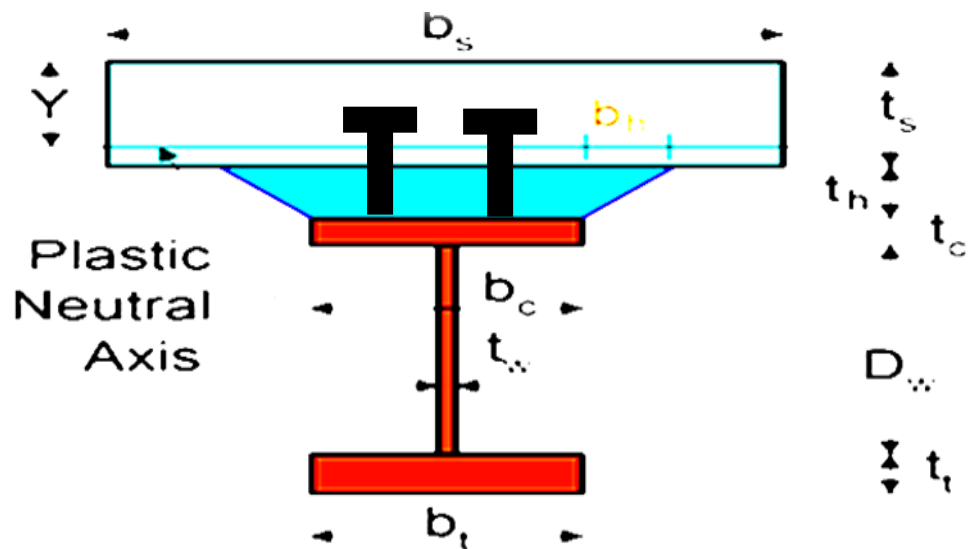
Bê tông thường : $W_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$

Bê tông cốt thép : $W_{RC} = 2500 \text{ Kg/m}^3$

Lớp phủ : $W_{FWS} = 2250 \text{ Kg/m}^3$

Thép : $W_s = 7850 \text{ Kg/m}^3$

Dầm thép: Kích thước mặt cắt ngang dầm thép và dầm liên hợp



Hình 3.1-1 Mặt cắt ngang kết cấu liên hợp

Biên trên	: $t_c = 30 \text{ mm}$	$b_c = 400 \text{ mm}$
Bụng dầm	: $t_w = 15 \text{ mm}$	$D_w = 1520 \text{ mm}$
Biên dưới	: $t_t = 50 \text{ mm}$	$b_t = 600 \text{ mm}$
Bản mặt cầu	: $t_s = 250 \text{ mm}$	$b_s = 3000 \text{ mm}$
Module đàn hồi	: $E_s = 200000 \text{ MPa}$	
Giới hạn chảy của thép	: $F_y = 345 \text{ MPa}$	
Cường độ chịu kéo min	: $F_u = 400 \text{ MPa}$	
Chiều cao dầm thép	: $H_0 = t_c + D_w + t_t = 1600 \text{ mm}$	
Chiều cao dầm liên hợp	: $H_1 = t_c + D_w + t_t + t_s + t_h = 1900 \text{ mm}$	

Kiểm tra kích thước mặt cắt ngang [5], [6].

Điều kiện 1:

$$b_f \geq \frac{D_w}{6}$$

+ Biên trên	: $b_c = 400 \text{ mm}$
+ Chiều cao vách	: $D_w = 1520 \text{ mm}$

$$\Rightarrow D_w/6 = 253.333 \text{ mm}$$

\Rightarrow thỏa điều kiện 1

- + Biên dưới : $b_t = 600 \text{ mm}$
 + Chiều cao vách : $D_w = 1520 \text{ mm}$
 $\Rightarrow D_w/6 = 253.333 \text{ mm}$

\Rightarrow *thỏa điều kiện 1*

Điều kiện 2:

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq 12$$

- + Biên trên : $b_c = 400 \text{ mm}$
 + Chiều cao biên trên : $t_c = 30 \text{ mm}$
 $\Rightarrow b_c/2t_c = 6.67$

\Rightarrow *thỏa điều kiện 2*

- + Biên dưới : $b_t = 600 \text{ mm}$
 + Chiều cao biên dưới : $t_t = 50 \text{ mm}$
 $\Rightarrow b_t/2t_t = 6$

\Rightarrow *thỏa điều kiện 2*

Điều kiện 3:

$$t_f \geq 1.1t_w$$

- + Chiều cao biên trên : $t_c = 30 \text{ mm}$
 + chiều dày vách : $t_w = 15 \text{ mm}$
 $\Rightarrow 1.1t_w = 16.5 \text{ mm}$

\Rightarrow *thỏa điều kiện 3*

- + Chiều cao biên dưới : $t_t = 50 \text{ mm}$
 + chiều dày vách : $t_w = 15 \text{ mm}$
 $\Rightarrow 1.1t_w = 16.5 \text{ mm}$

\Rightarrow *thỏa điều kiện 3*

Xác định bề rộng bản cánh dầm hữu hiệu (TCN 4.6.2.6) [5], [6].

Lấy chiều dài nhịp hữu hiệu của dầm $l = 38000 \text{ mm}$

- a) **Đối với bề rộng bản cánh dầm hữu hiệu của các dầm giữa có thể lấy trị số nhỏ nhất trong các trị số sau:**

$1/4$ chiều dài nhịp hữu hiệu : 9500 mm

12 lần độ dày trung bình của bản cộng với số lớn nhất của bề dày bản bụng dầm và $1/2$ bề rộng bản cánh trên của dầm.

$$12 \times 250 + \text{Max}(15, 400/2) = 3200 \text{ mm}$$

Khoảng cách giữa hai dầm chính: 3000 mm

\Rightarrow Bề rộng bản cánh hữu hiệu của dầm giữa $b_s = 3000 \text{ mm}$

- b) **Đối với bề rộng bản cánh dầm hữu hiệu của các dầm biên có thể lấy bằng $1/2$ bề rộng hữu hiệu của dầm trong kê bên, cộng thêm trị số nhỏ nhất của:**

$1/8$ lần chiều dài nhịp hữu hiệu : $(1/8) \times 38000 = 4750 \text{ mm}$

6 lần độ dày trung bình của bản cộng với số lớn hơn giữa $1/2$ độ dày bản bụng dầm hoặc $1/4$ bề rộng của bản cánh trên của dầm chính, hoặc:

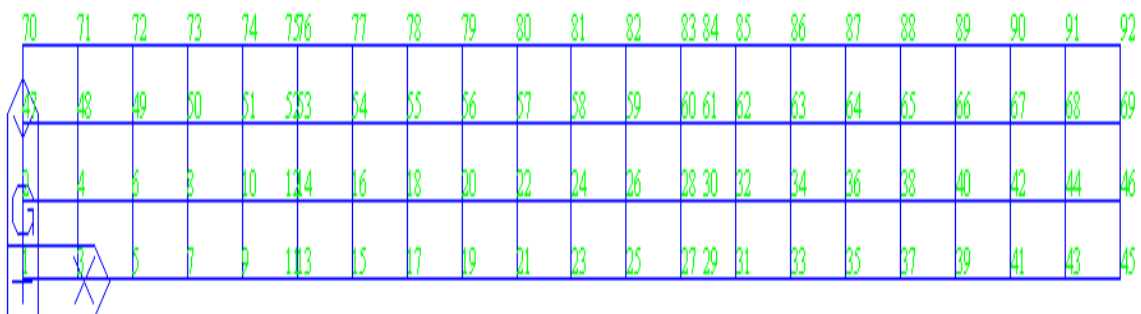
$$6 \times 250 + \max(1/2 \times 15; 1/4 \times 400) = 1600 \text{ mm}$$

Bề rộng của phần hằng : 1500 mm

\Rightarrow Bề rộng của bản cánh hữu hiệu đối với dầm biên là $b_s = 3000 \text{ mm}$

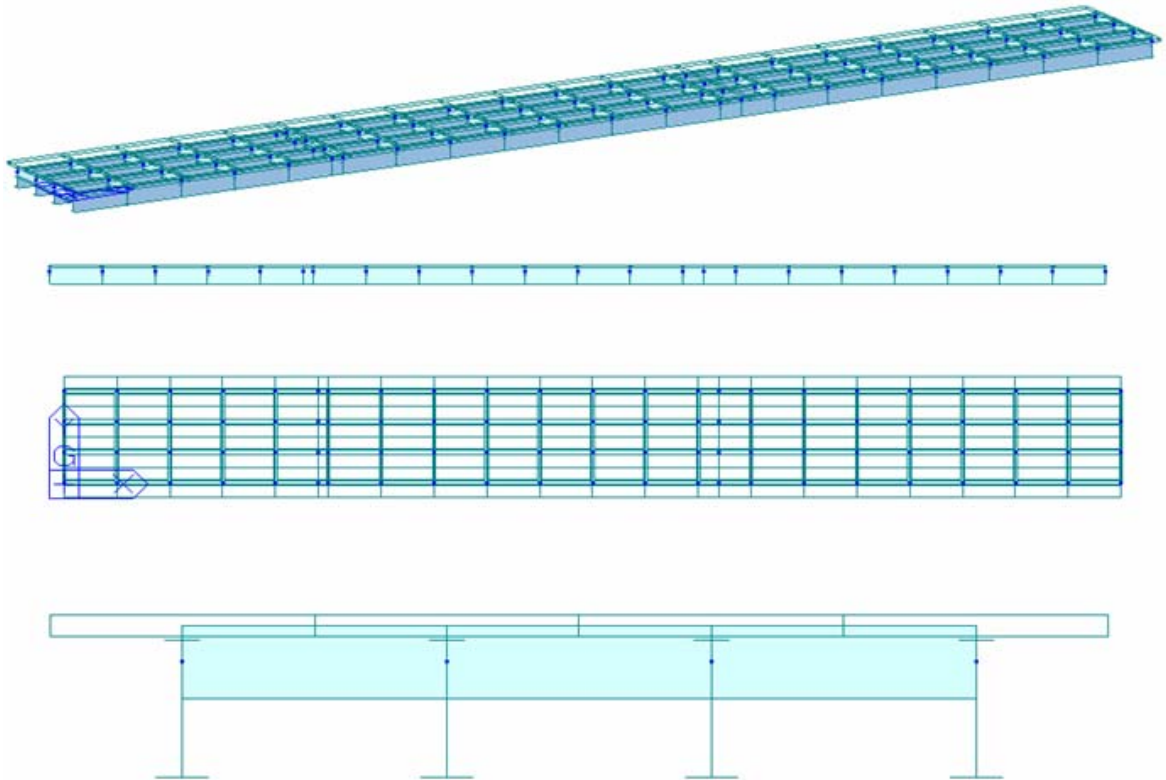
3.2. Mô hình hóa bài toán:

Mô hình hóa các nút và số hiệu nút của kết cấu:



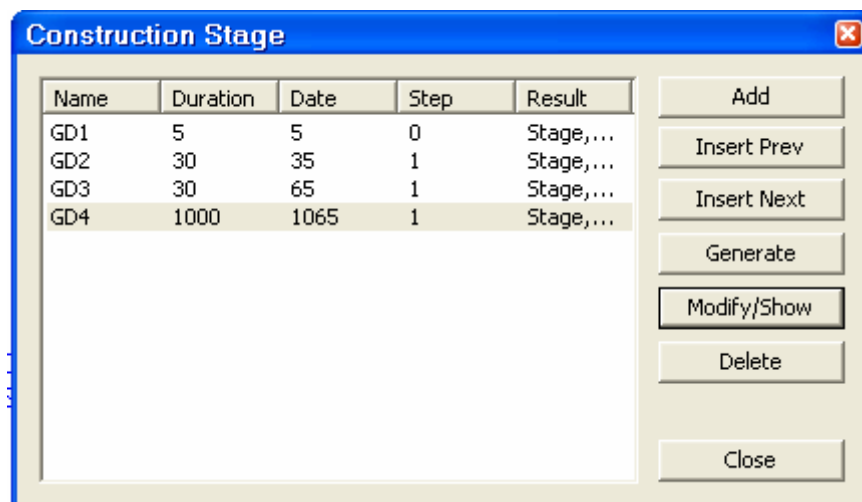
Hình 3.2-1 Mô hình hóa các nút và số hiệu nút của kết cấu

Mặt đứng, mặt bằng và mặt cắt của công trình:

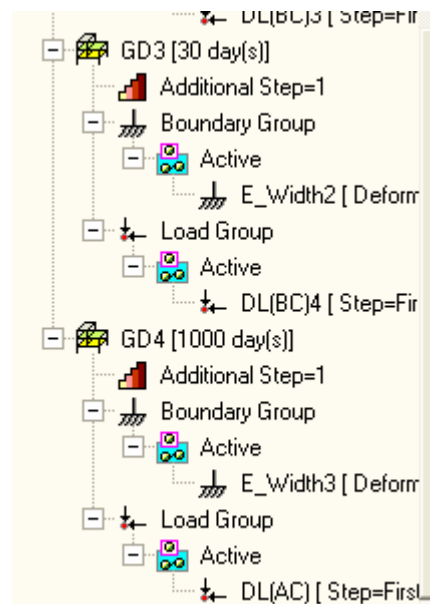
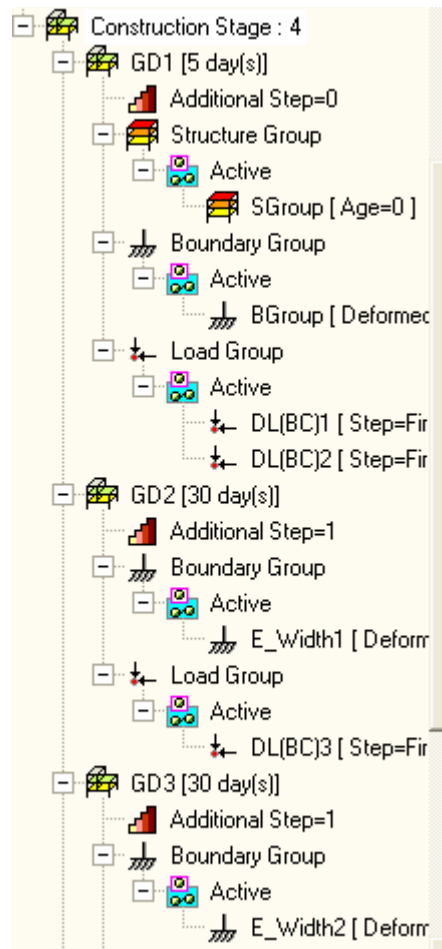


Hình 3.2-2 Mặt đứng, mặt bằng và mặt cắt của công trình

Mô hình hóa các giai đoạn trong Midas:



Hình 3.2-3 Hộp thoại Construction stage mô hình hóa các giai đoạn trong Midas



Hình 3.2-4 Các bước mô hình hóa các giai đoạn trong Midas

Compose Construction Stage

Stage
 Stage :
 Name :
 Duration : day(s)

Additional Steps
 Day :
 (Example: 1, 3, 7, 14)

Step	Day

Auto Generation
 Step Number :

Save Result
☒ Stage ☒ Additional Steps

Current Stage Information...

Element | Boundary | Load

Group List

DL(BC)3
DL(BC)4
DL(AC)

Activation
 Active Day : day(s)
 Group List

Name	Day
DL(BC)1	First
DL(BC)2	First

Deactivation
 Inactive Day : day(s)
 Group List

Name	Day

OK Cancel Apply

Hình 3.2-5 Thiết lập các thông số các giai đoạn trong Midas

Bảng 1- Xuất kết quả nội lực giai đoạn 1:

Elem	Load	Stage	Part	Shear-z (kN)	Moment-y (kN·m)
1.00	Summation	GD1	I[1]	-325.26	-0.82
1.00	Summation	GD1	J[3]	-169.23	1,235.40
2.00	Summation	GD1	I[2]	-325.71	0.97
2.00	Summation	GD1	J[4]	-169.68	1,239.44
3.00	Summation	GD1	I[3]	-168.07	1,234.46
3.00	Summation	GD1	J[5]	-12.05	1,684.76
4.00	Summation	GD1	I[4]	-167.41	1,240.48

4.00	Summation	GD1	J[6]	-11.38	1,687.44
5.00	Summation	GD1	I[5]	-12.01	1,683.85
5.00	Summation	GD1	J[7]	144.02	1,353.82
6.00	Summation	GD1	I[6]	-9.51	1,688.38
6.00	Summation	GD1	J[8]	146.51	1,345.89
7.00	Summation	GD1	I[7]	143.78	1,353.04
7.00	Summation	GD1	J[9]	299.80	244.08
8.00	Summation	GD1	I[8]	149.30	1,346.65
8.00	Summation	GD1	J[10]	305.33	210.06
9.00	Summation	GD1	I[9]	300.05	243.50
9.00	Summation	GD1	J[11]	424.87	-1,206.35
10.00	Summation	GD1	I[10]	310.58	210.56
10.00	Summation	GD1	J[12]	435.40	-1,281.38
11.00	Summation	GD1	I[11]	-128.24	-1,340.60
11.00	Summation	GD1	J[13]	-123.25	-1,214.85
12.00	Summation	GD1	I[12]	-124.07	-1,287.84
12.00	Summation	GD1	J[14]	-119.07	-1,166.27
13.00	Summation	GD1	I[13]	-120.16	-1,215.06
13.00	Summation	GD1	J[15]	-95.19	-676.68
14.00	Summation	GD1	I[14]	-114.51	-1,166.13
14.00	Summation	GD1	J[16]	-89.53	-656.03
15.00	Summation	GD1	I[15]	-90.34	-676.89
15.00	Summation	GD1	J[17]	-65.37	-287.61
16.00	Summation	GD1	I[16]	-87.23	-655.85
16.00	Summation	GD1	J[18]	-62.26	-282.12
17.00	Summation	GD1	I[17]	-60.65	-287.81
17.00	Summation	GD1	J[19]	-35.67	-47.03
18.00	Summation	GD1	I[18]	-59.56	-281.94
18.00	Summation	GD1	J[20]	-34.58	-46.59

19.00	Summation	GD1	I[19]	-31.39	-47.22
19.00	Summation	GD1	J[21]	-6.41	47.28
20.00	Summation	GD1	I[20]	-31.36	-46.41
20.00	Summation	GD1	J[22]	-6.38	47.92
21.00	Summation	GD1	I[21]	-2.52	47.09
21.00	Summation	GD1	J[23]	22.46	-2.77
22.00	Summation	GD1	I[22]	-2.77	48.09
22.00	Summation	GD1	J[24]	22.21	-0.51
23.00	Summation	GD1	I[23]	25.97	-2.95
23.00	Summation	GD1	J[25]	50.95	-195.26
24.00	Summation	GD1	I[24]	26.19	-0.35
24.00	Summation	GD1	J[26]	51.17	-193.76
25.00	Summation	GD1	I[25]	53.90	-195.43
25.00	Summation	GD1	J[27]	78.88	-527.39
26.00	Summation	GD1	I[26]	55.71	-193.61
26.00	Summation	GD1	J[28]	80.69	-534.60
27.00	Summation	GD1	I[27]	81.10	-527.56
27.00	Summation	GD1	J[29]	91.09	-699.75
28.00	Summation	GD1	I[28]	85.96	-534.46
28.00	Summation	GD1	J[30]	95.95	-716.37
29.00	Summation	GD1	I[29]	-125.35	-699.75
29.00	Summation	GD1	J[31]	-110.37	-346.17
30.00	Summation	GD1	I[30]	-129.35	-716.37
30.00	Summation	GD1	J[32]	-114.37	-350.79
31.00	Summation	GD1	I[31]	-107.99	-346.32
31.00	Summation	GD1	J[33]	-83.01	131.18
32.00	Summation	GD1	I[32]	-109.25	-350.66
32.00	Summation	GD1	J[34]	-84.27	133.15
33.00	Summation	GD1	I[33]	-79.88	131.04

33.00	Summation	GD1	J[35]	-54.90	468.00
34.00	Summation	GD1	I[34]	-79.91	133.27
34.00	Summation	GD1	J[36]	-54.93	470.37
35.00	Summation	GD1	I[35]	-51.27	467.87
35.00	Summation	GD1	J[37]	-26.30	661.79
36.00	Summation	GD1	I[36]	-51.07	470.49
36.00	Summation	GD1	J[38]	-26.09	663.39
37.00	Summation	GD1	I[37]	-22.44	661.66
37.00	Summation	GD1	J[39]	2.54	711.39
38.00	Summation	GD1	I[38]	-22.46	663.50
38.00	Summation	GD1	J[40]	2.52	713.35
39.00	Summation	GD1	I[39]	6.43	711.26
39.00	Summation	GD1	J[41]	31.41	616.66
40.00	Summation	GD1	I[40]	6.12	713.47
40.00	Summation	GD1	J[42]	31.10	620.42
41.00	Summation	GD1	I[41]	35.10	616.52
41.00	Summation	GD1	J[43]	60.08	378.57
42.00	Summation	GD1	I[42]	34.90	620.54
42.00	Summation	GD1	J[44]	59.88	383.59
43.00	Summation	GD1	I[43]	63.18	378.44
43.00	Summation	GD1	J[45]	88.15	0.12
44.00	Summation	GD1	I[44]	64.27	383.71
44.00	Summation	GD1	J[46]	89.25	-0.11
45.00	Summation	GD1	I[47]	-327.04	0.13
45.00	Summation	GD1	J[48]	-171.01	1,245.26
46.00	Summation	GD1	I[48]	-169.43	1,245.46
46.00	Summation	GD1	J[49]	-13.40	1,702.52
47.00	Summation	GD1	I[49]	-7.64	1,702.69
47.00	Summation	GD1	J[50]	148.39	1,350.81

48.00	Summation	GD1	I[50]	153.13	1,350.92
48.00	Summation	GD1	J[51]	309.15	195.23
49.00	Summation	GD1	I[51]	307.79	195.37
49.00	Summation	GD1	J[52]	432.61	-1,285.42
50.00	Summation	GD1	I[70]	-335.66	-0.29
50.00	Summation	GD1	J[71]	-179.64	1,287.96
51.00	Summation	GD1	I[71]	-169.67	1,287.67
51.00	Summation	GD1	J[72]	-13.65	1,745.96
52.00	Summation	GD1	I[72]	-6.33	1,745.76
52.00	Summation	GD1	J[73]	149.70	1,387.33
53.00	Summation	GD1	I[73]	157.40	1,387.24
53.00	Summation	GD1	J[74]	313.42	210.19
54.00	Summation	GD1	I[74]	324.28	210.13
54.00	Summation	GD1	J[75]	449.10	-1,336.64
55.00	Summation	GD1	I[52]	-120.68	-1,288.16
55.00	Summation	GD1	J[53]	-115.68	-1,169.98
56.00	Summation	GD1	I[53]	-115.64	-1,169.76
56.00	Summation	GD1	J[54]	-90.66	-654.01
57.00	Summation	GD1	I[54]	-87.30	-653.86
57.00	Summation	GD1	J[55]	-62.33	-279.79
58.00	Summation	GD1	I[55]	-59.40	-279.65
58.00	Summation	GD1	J[56]	-34.43	-45.07
59.00	Summation	GD1	I[56]	-31.24	-44.93
59.00	Summation	GD1	J[57]	-6.26	48.80
60.00	Summation	GD1	I[57]	-2.68	48.94
60.00	Summation	GD1	J[58]	22.30	-0.11
61.00	Summation	GD1	I[58]	26.28	0.02
61.00	Summation	GD1	J[59]	51.25	-193.80
62.00	Summation	GD1	I[59]	55.79	-193.67

62.00	Summation	GD1	J[60]	80.77	-535.09
63.00	Summation	GD1	I[60]	86.04	-534.96
63.00	Summation	GD1	J[61]	96.04	-717.05
64.00	Summation	GD1	I[75]	-131.76	-1,334.07
64.00	Summation	GD1	J[76]	-126.77	-1,204.80
65.00	Summation	GD1	I[76]	-119.47	-1,204.94
65.00	Summation	GD1	J[77]	-94.49	-670.03
66.00	Summation	GD1	I[77]	-90.01	-670.15
66.00	Summation	GD1	J[78]	-65.03	-282.56
67.00	Summation	GD1	I[78]	-60.38	-282.69
67.00	Summation	GD1	J[79]	-35.40	-43.22
68.00	Summation	GD1	I[79]	-31.12	-43.34
68.00	Summation	GD1	J[80]	-6.14	49.80
69.00	Summation	GD1	I[80]	-2.23	49.68
69.00	Summation	GD1	J[81]	22.74	-1.60
70.00	Summation	GD1	I[81]	26.26	-1.70
70.00	Summation	GD1	J[82]	51.24	-195.44
71.00	Summation	GD1	I[82]	54.19	-195.54
71.00	Summation	GD1	J[83]	79.17	-528.92
72.00	Summation	GD1	I[83]	81.38	-529.02
72.00	Summation	GD1	J[84]	91.38	-701.78
73.00	Summation	GD1	I[61]	-129.37	-717.05
73.00	Summation	GD1	J[62]	-114.39	-351.40
74.00	Summation	GD1	I[62]	-109.27	-351.30
74.00	Summation	GD1	J[63]	-84.29	132.62
75.00	Summation	GD1	I[63]	-79.93	132.73
75.00	Summation	GD1	J[64]	-54.95	469.94
76.00	Summation	GD1	I[64]	-51.09	470.04
76.00	Summation	GD1	J[65]	-26.11	663.04

77.00	Summation	GD1	I[65]	-22.48	663.14
77.00	Summation	GD1	J[66]	2.50	713.09
78.00	Summation	GD1	I[66]	6.10	713.20
78.00	Summation	GD1	J[67]	31.08	620.25
79.00	Summation	GD1	I[67]	34.88	620.35
79.00	Summation	GD1	J[68]	59.86	383.51
80.00	Summation	GD1	I[68]	64.25	383.62
80.00	Summation	GD1	J[69]	89.23	-0.10
81.00	Summation	GD1	I[84]	-125.40	-701.78
81.00	Summation	GD1	J[85]	-110.41	-348.07
82.00	Summation	GD1	I[85]	-108.03	-348.16
82.00	Summation	GD1	J[86]	-83.05	129.56
83.00	Summation	GD1	I[86]	-79.93	129.47
83.00	Summation	GD1	J[87]	-54.95	466.65
84.00	Summation	GD1	I[87]	-51.32	466.56
84.00	Summation	GD1	J[88]	-26.34	660.71
85.00	Summation	GD1	I[88]	-22.48	660.62
85.00	Summation	GD1	J[89]	2.50	710.58
86.00	Summation	GD1	I[89]	6.39	710.49
86.00	Summation	GD1	J[90]	31.37	616.10
87.00	Summation	GD1	I[90]	35.06	616.02
87.00	Summation	GD1	J[91]	60.03	378.28
88.00	Summation	GD1	I[91]	63.13	378.19
88.00	Summation	GD1	J[92]	88.11	0.09
89.00	Summation	GD1	I[1]	-1.77	0.36
89.00	Summation	GD1	J[2]	3.23	-1.83
90.00	Summation	GD1	I[2]	-3.35	-1.56
90.00	Summation	GD1	J[47]	1.65	0.99
91.00	Summation	GD1	I[47]	4.23	0.79

91.00	Summation	GD1	J[70]	9.23	-19.39
92.00	Summation	GD1	I[3]	-1.16	-0.10
92.00	Summation	GD1	J[4]	3.84	-4.11
93.00	Summation	GD1	I[4]	1.56	-4.11
93.00	Summation	GD1	J[48]	6.56	-16.29
94.00	Summation	GD1	I[48]	4.97	-16.11
94.00	Summation	GD1	J[71]	9.97	-38.51
95.00	Summation	GD1	I[5]	-0.04	-0.02
95.00	Summation	GD1	J[6]	4.96	-7.40
96.00	Summation	GD1	I[6]	3.09	-7.43
96.00	Summation	GD1	J[49]	8.09	-24.20
97.00	Summation	GD1	I[49]	2.32	-24.24
97.00	Summation	GD1	J[72]	7.32	-38.71
98.00	Summation	GD1	I[7]	0.24	-0.10
98.00	Summation	GD1	J[8]	5.24	-8.31
99.00	Summation	GD1	I[8]	2.44	-8.36
99.00	Summation	GD1	J[50]	7.44	-23.18
100.00	Summation	GD1	I[50]	2.70	-23.17
100.00	Summation	GD1	J[73]	7.70	-38.77
101.00	Summation	GD1	I[9]	-0.25	0.15
101.00	Summation	GD1	J[10]	4.75	-6.60
102.00	Summation	GD1	I[10]	-0.50	-6.50
102.00	Summation	GD1	J[51]	4.50	-12.51
103.00	Summation	GD1	I[51]	5.86	-12.44
103.00	Summation	GD1	J[74]	10.86	-37.52
104.00	Summation	GD1	I[13]	-3.08	-0.24
104.00	Summation	GD1	J[14]	1.91	1.52
105.00	Summation	GD1	I[14]	-2.65	1.27
105.00	Summation	GD1	J[53]	2.34	1.74

106.00	Summation	GD1	I[53]	2.30	1.70
106.00	Summation	GD1	J[76]	7.30	-12.70
107.00	Summation	GD1	I[15]	-4.84	-0.04
107.00	Summation	GD1	J[16]	0.15	6.99
108.00	Summation	GD1	I[16]	-2.14	7.01
108.00	Summation	GD1	J[54]	2.85	5.94
109.00	Summation	GD1	I[54]	-0.51	5.94
109.00	Summation	GD1	J[77]	4.49	-0.03
110.00	Summation	GD1	I[17]	-4.72	0.03
110.00	Summation	GD1	J[18]	0.27	6.70
111.00	Summation	GD1	I[18]	-2.42	6.71
111.00	Summation	GD1	J[55]	2.57	6.49
112.00	Summation	GD1	I[55]	-0.35	6.49
112.00	Summation	GD1	J[78]	4.65	0.05
113.00	Summation	GD1	I[19]	-4.28	0.00
113.00	Summation	GD1	J[20]	0.72	5.35
114.00	Summation	GD1	I[20]	-2.51	5.35
114.00	Summation	GD1	J[56]	2.49	5.38
115.00	Summation	GD1	I[56]	-0.71	5.38
115.00	Summation	GD1	J[79]	4.29	0.00
116.00	Summation	GD1	I[21]	-3.90	0.00
116.00	Summation	GD1	J[22]	1.10	4.19
117.00	Summation	GD1	I[22]	-2.51	4.19
117.00	Summation	GD1	J[57]	2.49	4.22
118.00	Summation	GD1	I[57]	-1.09	4.22
118.00	Summation	GD1	J[80]	3.91	0.00
119.00	Summation	GD1	I[23]	-3.51	0.00
119.00	Summation	GD1	J[24]	1.48	3.04
120.00	Summation	GD1	I[24]	-2.50	3.03

120.00	Summation	GD1	J[58]	2.50	3.04
121.00	Summation	GD1	I[58]	-1.48	3.04
121.00	Summation	GD1	J[81]	3.51	0.00
122.00	Summation	GD1	I[25]	-2.95	-0.03
122.00	Summation	GD1	J[26]	2.04	1.33
123.00	Summation	GD1	I[26]	-2.50	1.32
123.00	Summation	GD1	J[59]	2.50	1.31
124.00	Summation	GD1	I[59]	-2.04	1.33
124.00	Summation	GD1	J[82]	2.95	-0.03
125.00	Summation	GD1	I[27]	-2.22	0.04
125.00	Summation	GD1	J[28]	2.77	-0.79
126.00	Summation	GD1	I[28]	-2.50	-0.77
126.00	Summation	GD1	J[60]	2.50	-0.77
127.00	Summation	GD1	I[60]	-2.78	-0.79
127.00	Summation	GD1	J[83]	2.22	0.04
128.00	Summation	GD1	I[31]	-2.38	0.01
128.00	Summation	GD1	J[32]	2.62	-0.34
129.00	Summation	GD1	I[32]	-2.50	-0.34
129.00	Summation	GD1	J[62]	2.50	-0.34
130.00	Summation	GD1	I[62]	-2.62	-0.34
130.00	Summation	GD1	J[85]	2.38	0.02
131.00	Summation	GD1	I[33]	-3.13	-0.02
131.00	Summation	GD1	J[34]	1.87	1.87
132.00	Summation	GD1	I[34]	-2.50	1.86
132.00	Summation	GD1	J[63]	2.50	1.86
133.00	Summation	GD1	I[63]	-1.87	1.87
133.00	Summation	GD1	J[86]	3.13	-0.03
134.00	Summation	GD1	I[35]	-3.63	0.00
134.00	Summation	GD1	J[36]	1.37	3.39

135.00	Summation	GD1	I[36]	-2.50	3.39
135.00	Summation	GD1	J[64]	2.50	3.39
136.00	Summation	GD1	I[64]	-1.37	3.39
136.00	Summation	GD1	J[87]	3.63	0.00
137.00	Summation	GD1	I[37]	-3.86	0.00
137.00	Summation	GD1	J[38]	1.13	4.09
138.00	Summation	GD1	I[38]	-2.50	4.09
138.00	Summation	GD1	J[65]	2.50	4.09
139.00	Summation	GD1	I[65]	-1.13	4.09
139.00	Summation	GD1	J[88]	3.86	0.00
140.00	Summation	GD1	I[39]	-3.89	0.00
140.00	Summation	GD1	J[40]	1.11	4.18
141.00	Summation	GD1	I[40]	-2.50	4.18
141.00	Summation	GD1	J[66]	2.50	4.18
142.00	Summation	GD1	I[66]	-1.11	4.18
142.00	Summation	GD1	J[89]	3.89	0.00
143.00	Summation	GD1	I[41]	-3.69	-0.01
143.00	Summation	GD1	J[42]	1.30	3.58
144.00	Summation	GD1	I[42]	-2.50	3.57
144.00	Summation	GD1	J[67]	2.50	3.57
145.00	Summation	GD1	I[67]	-1.30	3.58
145.00	Summation	GD1	J[90]	3.69	-0.01
146.00	Summation	GD1	I[43]	-3.10	0.00
146.00	Summation	GD1	J[44]	1.90	1.80
147.00	Summation	GD1	I[44]	-2.50	1.81
147.00	Summation	GD1	J[68]	2.50	1.81
148.00	Summation	GD1	I[68]	-1.90	1.80
148.00	Summation	GD1	J[91]	3.10	0.00
149.00	Summation	GD1	I[45]	-2.06	-0.04

149.00	Summation	GD1	J[46]	2.94	-1.35
150.00	Summation	GD1	I[46]	-2.50	-1.40
150.00	Summation	GD1	J[69]	2.49	-1.39
151.00	Summation	GD1	I[69]	-2.94	-1.36
151.00	Summation	GD1	J[92]	2.05	-0.02

Bảng 2 - Giá trị Mô men tại gối 1, 2, 3, 4 và nhịp 1, 2, 3:

Gối 1	Gối 2	Gối 3	Gối 4
0 KNm	-1340,6 KNm	-527,56 KNm	0 KNm
Nhịp 1	Nhịp 2	Nhịp 3	
1683,85 KNm	47,28 KNm	711,39 KNm	

Bảng 3 - Xuất kết quả nội lực giai đoạn 2:

Elem	Load	Stage	Part	Shear-z (kN)	Moment-y (kN·m)
1.00	Summation	GD2	I[1]	-200.21	-0.83
1.00	Summation	GD2	J[3]	-44.19	610.16
2.00	Summation	GD2	I[2]	-196.85	0.98
2.00	Summation	GD2	J[4]	-40.83	595.18
3.00	Summation	GD2	I[3]	-43.26	609.21
3.00	Summation	GD2	J[5]	112.77	435.45
4.00	Summation	GD2	I[4]	-38.52	596.23
4.00	Summation	GD2	J[6]	117.51	398.74
5.00	Summation	GD2	I[5]	112.12	434.53
5.00	Summation	GD2	J[7]	268.15	-516.13
6.00	Summation	GD2	I[6]	119.90	399.68
6.00	Summation	GD2	J[8]	275.93	-589.89
7.00	Summation	GD2	I[7]	266.54	-516.93
7.00	Summation	GD2	J[9]	422.57	-2,239.69

8.00	Summation	GD2	I[8]	280.48	-589.13
8.00	Summation	GD2	J[10]	436.51	-2,381.62
9.00	Summation	GD2	I[9]	421.61	-2,240.27
9.00	Summation	GD2	J[11]	546.43	-4,176.34
10.00	Summation	GD2	I[10]	444.48	-2,381.11
10.00	Summation	GD2	J[12]	569.30	-4,408.67
11.00	Summation	GD2	I[11]	-663.02	-4,508.24
11.00	Summation	GD2	J[13]	-631.82	-3,860.82
12.00	Summation	GD2	I[12]	-655.09	-4,434.00
12.00	Summation	GD2	J[14]	-623.88	-3,794.52
13.00	Summation	GD2	I[13]	-627.91	-3,861.26
13.00	Summation	GD2	J[15]	-471.89	-1,111.77
14.00	Summation	GD2	I[14]	-620.42	-3,794.25
14.00	Summation	GD2	J[16]	-464.40	-1,082.21
15.00	Summation	GD2	I[15]	-467.27	-1,112.88
15.00	Summation	GD2	J[17]	-311.24	833.40
16.00	Summation	GD2	I[16]	-466.16	-1,081.41
16.00	Summation	GD2	J[18]	-310.13	859.32
17.00	Summation	GD2	I[17]	-308.88	831.87
17.00	Summation	GD2	J[19]	-152.85	1,986.19
18.00	Summation	GD2	I[18]	-310.41	860.47
18.00	Summation	GD2	J[20]	-154.38	2,022.43
19.00	Summation	GD2	I[19]	-152.45	1,984.41
19.00	Summation	GD2	J[21]	3.58	2,356.57
20.00	Summation	GD2	I[20]	-152.59	2,023.83
20.00	Summation	GD2	J[22]	3.43	2,396.72
21.00	Summation	GD2	I[21]	3.24	2,354.62
21.00	Summation	GD2	J[23]	159.27	1,948.33
22.00	Summation	GD2	I[22]	5.99	2,398.28

22.00	Summation	GD2	J[24]	162.01	1,978.29
23.00	Summation	GD2	I[23]	159.28	1,946.26
23.00	Summation	GD2	J[25]	315.30	759.80
24.00	Summation	GD2	I[24]	164.16	1,979.95
24.00	Summation	GD2	J[26]	320.19	769.07
25.00	Summation	GD2	I[25]	316.36	757.67
25.00	Summation	GD2	J[27]	472.39	-1,214.20
26.00	Summation	GD2	I[26]	322.13	770.77
26.00	Summation	GD2	J[28]	478.15	-1,229.92
27.00	Summation	GD2	I[27]	474.30	-1,216.35
27.00	Summation	GD2	J[29]	536.71	-2,227.36
28.00	Summation	GD2	I[28]	482.51	-1,228.24
28.00	Summation	GD2	J[30]	544.92	-2,255.67
29.00	Summation	GD2	I[29]	-167.27	-2,227.36
29.00	Summation	GD2	J[31]	-152.28	-1,748.03
30.00	Summation	GD2	I[30]	-169.03	-2,255.67
30.00	Summation	GD2	J[32]	-154.04	-1,771.07
31.00	Summation	GD2	I[31]	-149.36	-1,750.09
31.00	Summation	GD2	J[33]	-124.38	-1,065.76
32.00	Summation	GD2	I[32]	-148.85	-1,769.51
32.00	Summation	GD2	J[34]	-123.87	-1,087.71
33.00	Summation	GD2	I[33]	-120.60	-1,067.72
33.00	Summation	GD2	J[35]	-95.62	-527.16
34.00	Summation	GD2	I[34]	-119.90	-1,086.23
34.00	Summation	GD2	J[36]	-94.92	-549.16
35.00	Summation	GD2	I[35]	-91.57	-529.09
35.00	Summation	GD2	J[37]	-66.59	-133.67
36.00	Summation	GD2	I[36]	-91.44	-547.75
36.00	Summation	GD2	J[38]	-66.47	-152.97

37.00	Summation	GD2	I[37]	-62.58	-135.56
37.00	Summation	GD2	J[39]	-37.60	114.90
38.00	Summation	GD2	I[38]	-63.01	-151.61
38.00	Summation	GD2	J[40]	-38.03	100.99
39.00	Summation	GD2	I[39]	-33.71	113.05
39.00	Summation	GD2	J[41]	-8.73	219.15
40.00	Summation	GD2	I[40]	-34.45	102.31
40.00	Summation	GD2	J[42]	-9.48	212.13
41.00	Summation	GD2	I[41]	-5.06	217.34
41.00	Summation	GD2	J[43]	19.91	180.21
42.00	Summation	GD2	I[42]	-5.65	213.42
42.00	Summation	GD2	J[44]	19.33	179.21
43.00	Summation	GD2	I[43]	22.91	178.46
43.00	Summation	GD2	J[45]	47.89	1.47
44.00	Summation	GD2	I[44]	23.84	180.49
44.00	Summation	GD2	J[46]	48.82	-1.18
45.00	Summation	GD2	I[47]	-193.85	0.13
45.00	Summation	GD2	J[48]	-37.82	579.30
46.00	Summation	GD2	I[48]	-36.02	579.49
46.00	Summation	GD2	J[49]	120.01	369.53
47.00	Summation	GD2	I[49]	125.81	369.69
47.00	Summation	GD2	J[50]	281.83	-649.40
48.00	Summation	GD2	I[50]	285.66	-649.29
48.00	Summation	GD2	J[51]	441.69	-2,467.68
49.00	Summation	GD2	I[51]	437.65	-2,467.54
49.00	Summation	GD2	J[52]	562.47	-4,467.79
50.00	Summation	GD2	I[70]	-198.45	-0.27
50.00	Summation	GD2	J[71]	-42.43	601.93
51.00	Summation	GD2	I[71]	-32.48	601.65

51.00	Summation	GD2	J[72]	123.55	373.98
52.00	Summation	GD2	I[72]	130.99	373.79
52.00	Summation	GD2	J[73]	287.01	-671.21
53.00	Summation	GD2	I[73]	295.22	-671.30
53.00	Summation	GD2	J[74]	451.24	-2,537.44
54.00	Summation	GD2	I[74]	463.26	-2,537.50
54.00	Summation	GD2	J[75]	588.08	-4,640.17
55.00	Summation	GD2	I[52]	-651.94	-4,473.04
55.00	Summation	GD2	J[53]	-620.74	-3,836.70
56.00	Summation	GD2	I[53]	-628.59	-3,836.47
56.00	Summation	GD2	J[54]	-472.56	-1,083.58
57.00	Summation	GD2	I[54]	-473.29	-1,083.45
57.00	Summation	GD2	J[55]	-317.26	892.92
58.00	Summation	GD2	I[55]	-314.19	893.10
58.00	Summation	GD2	J[56]	-158.16	2,073.97
59.00	Summation	GD2	I[56]	-153.32	2,074.16
59.00	Summation	GD2	J[57]	2.71	2,450.68
60.00	Summation	GD2	I[57]	8.26	2,450.90
60.00	Summation	GD2	J[58]	164.28	2,019.56
61.00	Summation	GD2	I[58]	169.58	2,019.79
61.00	Summation	GD2	J[59]	325.61	781.81
62.00	Summation	GD2	I[59]	328.18	782.05
62.00	Summation	GD2	J[60]	484.21	-1,248.93
63.00	Summation	GD2	I[60]	481.63	-1,248.65
63.00	Summation	GD2	J[61]	544.04	-2,274.32
64.00	Summation	GD2	I[75]	-698.88	-4,641.57
64.00	Summation	GD2	J[76]	-667.68	-3,958.29
65.00	Summation	GD2	I[76]	-652.20	-3,958.36
65.00	Summation	GD2	J[77]	-496.18	-1,087.42

66.00	Summation	GD2	I[77]	-483.32	-1,087.24
66.00	Summation	GD2	J[78]	-327.29	939.30
67.00	Summation	GD2	I[78]	-317.47	939.50
67.00	Summation	GD2	J[79]	-161.45	2,136.80
68.00	Summation	GD2	I[79]	-153.50	2,136.99
68.00	Summation	GD2	J[80]	2.53	2,514.42
69.00	Summation	GD2	I[80]	9.75	2,514.60
69.00	Summation	GD2	J[81]	165.78	2,075.77
70.00	Summation	GD2	I[81]	173.30	2,075.95
70.00	Summation	GD2	J[82]	329.33	819.37
71.00	Summation	GD2	I[82]	338.75	819.57
71.00	Summation	GD2	J[83]	494.78	-1,264.25
72.00	Summation	GD2	I[83]	506.07	-1,264.06
72.00	Summation	GD2	J[84]	568.48	-2,338.61
73.00	Summation	GD2	I[61]	-166.32	-2,274.32
73.00	Summation	GD2	J[62]	-151.34	-1,797.83
74.00	Summation	GD2	I[62]	-149.11	-1,797.47
74.00	Summation	GD2	J[63]	-124.13	-1,114.38
75.00	Summation	GD2	I[63]	-120.95	-1,114.06
75.00	Summation	GD2	J[64]	-95.97	-571.77
76.00	Summation	GD2	I[64]	-92.63	-571.42
76.00	Summation	GD2	J[65]	-67.65	-170.72
77.00	Summation	GD2	I[65]	-64.14	-170.37
77.00	Summation	GD2	J[66]	-39.16	87.88
78.00	Summation	GD2	I[66]	-35.54	88.25
78.00	Summation	GD2	J[67]	-10.56	203.51
79.00	Summation	GD2	I[67]	-6.75	203.88
79.00	Summation	GD2	J[68]	18.23	175.17
80.00	Summation	GD2	I[68]	22.69	175.57

80.00	Summation	GD2	J[69]	47.66	-0.30
81.00	Summation	GD2	I[84]	-171.62	-2,338.61
81.00	Summation	GD2	J[85]	-156.63	-1,846.23
82.00	Summation	GD2	I[85]	-151.99	-1,846.09
82.00	Summation	GD2	J[86]	-127.02	-1,148.56
83.00	Summation	GD2	I[86]	-122.96	-1,148.40
83.00	Summation	GD2	J[87]	-97.98	-596.04
84.00	Summation	GD2	I[87]	-93.87	-595.87
84.00	Summation	GD2	J[88]	-68.89	-188.97
85.00	Summation	GD2	I[88]	-64.89	-188.80
85.00	Summation	GD2	J[89]	-39.91	73.19
86.00	Summation	GD2	I[89]	-36.02	73.36
86.00	Summation	GD2	J[90]	-11.04	191.01
87.00	Summation	GD2	I[90]	-7.36	191.16
87.00	Summation	GD2	J[91]	17.61	165.54
88.00	Summation	GD2	I[91]	20.63	165.62
88.00	Summation	GD2	J[92]	45.61	0.01
89.00	Summation	GD2	I[1]	-2.47	-0.98
89.00	Summation	GD2	J[2]	2.52	-1.05
90.00	Summation	GD2	I[2]	-3.74	-2.16
90.00	Summation	GD2	J[47]	1.25	1.58
91.00	Summation	GD2	I[47]	3.59	0.07
91.00	Summation	GD2	J[70]	8.58	-18.18
92.00	Summation	GD2	I[3]	-0.93	0.17
92.00	Summation	GD2	J[4]	4.07	-4.55
93.00	Summation	GD2	I[4]	1.76	-4.22
93.00	Summation	GD2	J[48]	6.75	-16.99
94.00	Summation	GD2	I[48]	4.95	-16.45
94.00	Summation	GD2	J[71]	9.95	-38.80

95.00	Summation	GD2	I[5]	0.65	0.68
95.00	Summation	GD2	J[6]	5.64	-8.75
96.00	Summation	GD2	I[6]	3.25	-8.03
96.00	Summation	GD2	J[49]	8.24	-25.27
97.00	Summation	GD2	I[49]	2.44	-24.58
97.00	Summation	GD2	J[72]	7.44	-39.40
98.00	Summation	GD2	I[7]	1.61	1.06
98.00	Summation	GD2	J[8]	6.60	-11.25
99.00	Summation	GD2	I[8]	2.04	-10.16
99.00	Summation	GD2	J[50]	7.04	-23.78
100.00	Summation	GD2	I[50]	3.21	-22.75
100.00	Summation	GD2	J[73]	8.20	-39.87
101.00	Summation	GD2	I[9]	0.96	0.55
101.00	Summation	GD2	J[10]	5.95	-9.82
102.00	Summation	GD2	I[10]	-2.01	-9.71
102.00	Summation	GD2	J[51]	2.98	-11.16
103.00	Summation	GD2	I[51]	7.02	-11.33
103.00	Summation	GD2	J[74]	12.01	-39.88
104.00	Summation	GD2	I[13]	-3.90	-1.10
104.00	Summation	GD2	J[14]	1.09	3.12
105.00	Summation	GD2	I[14]	-2.37	2.35
105.00	Summation	GD2	J[53]	2.63	1.96
106.00	Summation	GD2	I[53]	10.48	1.71
106.00	Summation	GD2	J[76]	15.48	-37.23
107.00	Summation	GD2	I[15]	-4.62	0.11
107.00	Summation	GD2	J[16]	0.38	6.46
108.00	Summation	GD2	I[16]	2.14	6.73
108.00	Summation	GD2	J[54]	7.14	-7.19
109.00	Summation	GD2	I[54]	7.86	-7.13

109.00	Summation	GD2	J[77]	12.86	-38.21
110.00	Summation	GD2	I[17]	-2.36	0.08
110.00	Summation	GD2	J[18]	2.63	-0.32
111.00	Summation	GD2	I[18]	2.90	-0.31
111.00	Summation	GD2	J[55]	7.90	-16.51
112.00	Summation	GD2	I[55]	4.82	-16.64
112.00	Summation	GD2	J[78]	9.82	-38.61
113.00	Summation	GD2	I[19]	-0.41	0.01
113.00	Summation	GD2	J[20]	4.59	-6.26
114.00	Summation	GD2	I[20]	2.80	-6.25
114.00	Summation	GD2	J[56]	7.80	-22.15
115.00	Summation	GD2	I[56]	2.95	-22.22
115.00	Summation	GD2	J[79]	7.95	-38.58
116.00	Summation	GD2	I[21]	0.34	-0.01
116.00	Summation	GD2	J[22]	5.33	-8.51
117.00	Summation	GD2	I[22]	2.78	-8.53
117.00	Summation	GD2	J[57]	7.78	-24.36
118.00	Summation	GD2	I[57]	2.23	-24.42
118.00	Summation	GD2	J[80]	7.23	-38.61
119.00	Summation	GD2	I[23]	-0.01	-0.01
119.00	Summation	GD2	J[24]	4.99	-7.48
120.00	Summation	GD2	I[24]	2.83	-7.50
120.00	Summation	GD2	J[58]	7.83	-23.50
121.00	Summation	GD2	I[58]	2.53	-23.55
121.00	Summation	GD2	J[81]	7.52	-38.63
122.00	Summation	GD2	I[25]	-1.06	0.00
122.00	Summation	GD2	J[26]	3.94	-4.32
123.00	Summation	GD2	I[26]	2.00	-4.30
123.00	Summation	GD2	J[59]	7.00	-17.80

124.00	Summation	GD2	I[59]	4.43	-17.85
124.00	Summation	GD2	J[82]	9.42	-38.62
125.00	Summation	GD2	I[27]	-1.91	0.07
125.00	Summation	GD2	J[28]	3.08	-1.69
126.00	Summation	GD2	I[28]	-1.28	-1.60
126.00	Summation	GD2	J[60]	3.72	-5.26
127.00	Summation	GD2	I[60]	6.30	-5.11
127.00	Summation	GD2	J[83]	11.30	-31.50
128.00	Summation	GD2	I[31]	-2.93	-0.09
128.00	Summation	GD2	J[32]	2.07	1.20
129.00	Summation	GD2	I[32]	-3.12	1.10
129.00	Summation	GD2	J[62]	1.87	2.97
130.00	Summation	GD2	I[62]	-0.36	2.91
130.00	Summation	GD2	J[85]	4.64	-3.52
131.00	Summation	GD2	I[33]	-3.78	0.03
131.00	Summation	GD2	J[34]	1.22	3.87
132.00	Summation	GD2	I[34]	-2.75	3.93
132.00	Summation	GD2	J[63]	2.24	4.68
133.00	Summation	GD2	I[63]	-0.94	4.77
133.00	Summation	GD2	J[86]	4.06	0.09
134.00	Summation	GD2	I[35]	-4.05	0.01
134.00	Summation	GD2	J[36]	0.94	4.67
135.00	Summation	GD2	I[36]	-2.54	4.68
135.00	Summation	GD2	J[64]	2.46	4.80
136.00	Summation	GD2	I[64]	-0.88	4.81
136.00	Summation	GD2	J[87]	4.11	-0.03
137.00	Summation	GD2	I[37]	-4.01	0.01
137.00	Summation	GD2	J[38]	0.98	4.55
138.00	Summation	GD2	I[38]	-2.47	4.56

138.00	Summation	GD2	J[65]	2.52	4.49
139.00	Summation	GD2	I[65]	-0.99	4.51
139.00	Summation	GD2	J[88]	4.01	-0.01
140.00	Summation	GD2	I[39]	-3.90	0.01
140.00	Summation	GD2	J[40]	1.10	4.20
141.00	Summation	GD2	I[40]	-2.48	4.22
141.00	Summation	GD2	J[66]	2.52	4.16
142.00	Summation	GD2	I[66]	-1.11	4.17
142.00	Summation	GD2	J[89]	3.89	-0.01
143.00	Summation	GD2	I[41]	-3.67	-0.02
143.00	Summation	GD2	J[42]	1.33	3.49
144.00	Summation	GD2	I[42]	-2.50	3.46
144.00	Summation	GD2	J[67]	2.50	3.46
145.00	Summation	GD2	I[67]	-1.32	3.49
145.00	Summation	GD2	J[90]	3.68	-0.05
146.00	Summation	GD2	I[43]	-3.00	0.12
146.00	Summation	GD2	J[44]	2.00	1.62
147.00	Summation	GD2	I[44]	-2.52	1.75
147.00	Summation	GD2	J[68]	2.48	1.80
148.00	Summation	GD2	I[68]	-1.98	1.69
148.00	Summation	GD2	J[91]	3.02	0.13
149.00	Summation	GD2	I[45]	-2.43	-0.70
149.00	Summation	GD2	J[46]	2.56	-0.89
150.00	Summation	GD2	I[46]	-2.66	-1.74
150.00	Summation	GD2	J[69]	2.34	-1.26
151.00	Summation	GD2	I[69]	-2.97	-1.42
151.00	Summation	GD2	J[92]	2.02	0.01

Bảng 4 - Giá trị Mô men tại gối 1, 2, 3, 4 và nhịp 1, 2, 3:

Gối 1	Gối 2	Gối 3	Gối 4
0 KNm	-4058,24 KNm	-1216,35 KNm	0 KNm
Nhịp 1	Nhịp 2	Nhịp 3	
434,53 KNm	2356,57 KNm	114,96 KNm	

Bảng 5 - Xuất kết quả nội lực giai đoạn 3:

Elem	Load	Stage	Part	Shear-z (kN)	Moment-y (kN·m)
1.00	Summation	GD3	I[1]	-231.78	-0.83
1.00	Summation	GD3	J[3]	-75.76	768.02
2.00	Summation	GD3	I[2]	-229.09	0.98
2.00	Summation	GD3	J[4]	-73.06	756.34
3.00	Summation	GD3	I[3]	-74.91	767.07
3.00	Summation	GD3	J[5]	81.12	751.55
4.00	Summation	GD3	I[4]	-70.65	757.39
4.00	Summation	GD3	J[6]	85.37	720.60
5.00	Summation	GD3	I[5]	80.29	750.64
5.00	Summation	GD3	J[7]	236.31	-40.86
6.00	Summation	GD3	I[6]	88.02	721.54
6.00	Summation	GD3	J[8]	244.04	-108.61
7.00	Summation	GD3	I[7]	234.38	-41.65
7.00	Summation	GD3	J[9]	390.40	-1,603.60
8.00	Summation	GD3	I[8]	249.10	-107.84
8.00	Summation	GD3	J[10]	405.13	-1,743.43
9.00	Summation	GD3	I[9]	389.08	-1,604.18
9.00	Summation	GD3	J[11]	513.90	-3,410.14
10.00	Summation	GD3	I[10]	413.74	-1,742.92
10.00	Summation	GD3	J[12]	538.56	-3,647.50

11.00	Summation	GD3	I[11]	-556.86	-3,763.03
11.00	Summation	GD3	J[13]	-525.65	-3,221.78
12.00	Summation	GD3	I[12]	-542.48	-3,676.06
12.00	Summation	GD3	J[14]	-511.27	-3,149.19
13.00	Summation	GD3	I[13]	-521.38	-3,222.22
13.00	Summation	GD3	J[15]	-365.35	-1,005.40
14.00	Summation	GD3	I[14]	-508.18	-3,148.92
14.00	Summation	GD3	J[16]	-352.15	-998.10
15.00	Summation	GD3	I[15]	-360.13	-1,006.55
15.00	Summation	GD3	J[17]	-204.11	404.04
16.00	Summation	GD3	I[16]	-354.60	-997.27
16.00	Summation	GD3	J[18]	-198.58	385.68
17.00	Summation	GD3	I[17]	-201.41	402.44
17.00	Summation	GD3	J[19]	-45.38	1,019.42
18.00	Summation	GD3	I[18]	-199.27	386.89
18.00	Summation	GD3	J[20]	-43.25	993.18
19.00	Summation	GD3	I[19]	-44.91	1,017.54
19.00	Summation	GD3	J[21]	111.12	852.01
20.00	Summation	GD3	I[20]	-41.70	994.66
20.00	Summation	GD3	J[22]	114.32	813.11
21.00	Summation	GD3	I[21]	110.63	849.93
21.00	Summation	GD3	J[23]	266.66	-93.29
22.00	Summation	GD3	I[22]	116.75	814.77
22.00	Summation	GD3	J[24]	272.78	-159.05
23.00	Summation	GD3	I[23]	266.23	-95.51
23.00	Summation	GD3	J[25]	422.26	-1,816.75
24.00	Summation	GD3	I[24]	275.19	-157.26
24.00	Summation	GD3	J[26]	431.21	-1,923.26
25.00	Summation	GD3	I[25]	422.48	-1,819.06

25.00	Summation	GD3	J[27]	578.51	-4,321.54
26.00	Summation	GD3	I[26]	434.25	-1,921.40
26.00	Summation	GD3	J[28]	590.27	-4,482.70
27.00	Summation	GD3	I[27]	580.28	-4,323.89
27.00	Summation	GD3	J[29]	642.69	-5,546.85
28.00	Summation	GD3	I[28]	595.97	-4,480.83
28.00	Summation	GD3	J[30]	658.38	-5,735.19
29.00	Summation	GD3	I[29]	-749.74	-5,720.21
29.00	Summation	GD3	J[31]	-656.12	-3,611.41
30.00	Summation	GD3	I[30]	-750.90	-5,756.44
30.00	Summation	GD3	J[32]	-657.29	-3,644.15
31.00	Summation	GD3	I[31]	-652.81	-3,616.02
31.00	Summation	GD3	J[33]	-496.79	-742.01
32.00	Summation	GD3	I[32]	-654.33	-3,640.48
32.00	Summation	GD3	J[34]	-498.31	-758.88
33.00	Summation	GD3	I[33]	-494.53	-747.06
33.00	Summation	GD3	J[35]	-338.51	1,335.54
34.00	Summation	GD3	I[34]	-497.60	-754.89
34.00	Summation	GD3	J[36]	-341.58	1,343.06
35.00	Summation	GD3	I[35]	-337.72	1,330.17
35.00	Summation	GD3	J[37]	-181.70	2,628.72
36.00	Summation	GD3	I[36]	-340.13	1,347.29
36.00	Summation	GD3	J[38]	-184.10	2,657.87
37.00	Summation	GD3	I[37]	-181.96	2,623.15
37.00	Summation	GD3	J[39]	-25.94	3,142.90
38.00	Summation	GD3	I[38]	-181.64	2,662.28
38.00	Summation	GD3	J[40]	-25.62	3,180.42
39.00	Summation	GD3	I[39]	-26.41	3,137.21
39.00	Summation	GD3	J[41]	129.61	2,879.20

40.00	Summation	GD3	I[40]	-23.01	3,184.95
40.00	Summation	GD3	J[42]	133.01	2,909.95
41.00	Summation	GD3	I[41]	129.80	2,873.48
41.00	Summation	GD3	J[43]	285.83	1,834.40
42.00	Summation	GD3	I[42]	134.97	2,914.56
42.00	Summation	GD3	J[44]	291.00	1,849.63
43.00	Summation	GD3	I[43]	286.76	1,828.71
43.00	Summation	GD3	J[45]	442.78	4.85
44.00	Summation	GD3	I[44]	293.75	1,854.37
44.00	Summation	GD3	J[46]	449.77	-4.43
45.00	Summation	GD3	I[47]	-226.63	0.13
45.00	Summation	GD3	J[48]	-70.60	743.19
46.00	Summation	GD3	I[48]	-68.71	743.39
46.00	Summation	GD3	J[49]	87.32	696.87
47.00	Summation	GD3	I[49]	93.27	697.04
47.00	Summation	GD3	J[50]	249.30	-159.39
48.00	Summation	GD3	I[50]	253.27	-159.27
48.00	Summation	GD3	J[51]	409.29	-1,815.67
49.00	Summation	GD3	I[51]	405.28	-1,815.54
49.00	Summation	GD3	J[52]	530.10	-3,686.29
50.00	Summation	GD3	I[70]	-231.75	-0.27
50.00	Summation	GD3	J[71]	-75.73	768.43
51.00	Summation	GD3	I[71]	-65.88	768.14
51.00	Summation	GD3	J[72]	90.14	707.49
52.00	Summation	GD3	I[72]	97.36	707.30
52.00	Summation	GD3	J[73]	253.38	-169.55
53.00	Summation	GD3	I[73]	261.28	-169.64
53.00	Summation	GD3	J[74]	417.30	-1,866.08
54.00	Summation	GD3	I[74]	429.02	-1,866.14

54.00	Summation	GD3	J[75]	553.84	-3,831.85
55.00	Summation	GD3	I[52]	-537.52	-3,691.92
55.00	Summation	GD3	J[53]	-506.32	-3,170.00
56.00	Summation	GD3	I[53]	-514.06	-3,169.76
56.00	Summation	GD3	J[54]	-358.03	-989.53
57.00	Summation	GD3	I[54]	-358.75	-989.39
57.00	Summation	GD3	J[55]	-202.73	414.31
58.00	Summation	GD3	I[55]	-199.76	414.50
58.00	Summation	GD3	J[56]	-43.73	1,023.22
59.00	Summation	GD3	I[56]	-38.94	1,023.43
59.00	Summation	GD3	J[57]	117.08	828.08
60.00	Summation	GD3	I[57]	122.60	828.32
60.00	Summation	GD3	J[58]	278.63	-174.75
61.00	Summation	GD3	I[58]	283.57	-174.50
61.00	Summation	GD3	J[59]	439.60	-1,982.43
62.00	Summation	GD3	I[59]	440.82	-1,982.18
62.00	Summation	GD3	J[60]	596.85	-4,576.35
63.00	Summation	GD3	I[60]	589.65	-4,576.04
63.00	Summation	GD3	J[61]	652.07	-5,817.76
64.00	Summation	GD3	I[75]	-581.83	-3,833.43
64.00	Summation	GD3	J[76]	-550.62	-3,267.21
65.00	Summation	GD3	I[76]	-535.26	-3,267.27
65.00	Summation	GD3	J[77]	-379.24	-981.02
66.00	Summation	GD3	I[77]	-366.30	-980.84
66.00	Summation	GD3	J[78]	-210.27	460.60
67.00	Summation	GD3	I[78]	-200.26	460.80
67.00	Summation	GD3	J[79]	-44.23	1,072.03
68.00	Summation	GD3	I[79]	-36.05	1,072.22
68.00	Summation	GD3	J[80]	119.97	862.43

69.00	Summation	GD3	I[80]	127.50	862.61
69.00	Summation	GD3	J[81]	283.52	-164.95
70.00	Summation	GD3	I[81]	291.58	-164.77
70.00	Summation	GD3	J[82]	447.61	-2,012.74
71.00	Summation	GD3	I[82]	458.11	-2,012.55
71.00	Summation	GD3	J[83]	614.14	-4,693.18
72.00	Summation	GD3	I[83]	628.85	-4,693.01
72.00	Summation	GD3	J[84]	691.26	-6,013.13
73.00	Summation	GD3	I[61]	-752.24	-5,820.12
73.00	Summation	GD3	J[62]	-658.62	-3,703.84
74.00	Summation	GD3	I[62]	-663.40	-3,703.10
74.00	Summation	GD3	J[63]	-507.37	-776.19
75.00	Summation	GD3	I[63]	-505.97	-775.61
75.00	Summation	GD3	J[64]	-349.94	1,364.18
76.00	Summation	GD3	I[64]	-345.58	1,364.85
76.00	Summation	GD3	J[65]	-189.55	2,702.67
77.00	Summation	GD3	I[65]	-184.05	2,703.36
77.00	Summation	GD3	J[66]	-28.03	3,233.55
78.00	Summation	GD3	I[66]	-22.17	3,234.27
78.00	Summation	GD3	J[67]	133.86	2,955.06
79.00	Summation	GD3	I[67]	139.01	2,955.77
79.00	Summation	GD3	J[68]	295.04	1,870.66
80.00	Summation	GD3	I[68]	296.38	1,871.45
80.00	Summation	GD3	J[69]	452.41	-0.51
81.00	Summation	GD3	I[84]	-787.38	-6,014.40
81.00	Summation	GD3	J[85]	-693.77	-3,792.68
82.00	Summation	GD3	I[85]	-680.27	-3,792.48
82.00	Summation	GD3	J[86]	-524.24	-781.21
83.00	Summation	GD3	I[86]	-513.62	-780.74

83.00	Summation	GD3	J[87]	-357.59	1,397.28
84.00	Summation	GD3	I[87]	-349.20	1,397.75
84.00	Summation	GD3	J[88]	-193.17	2,753.69
85.00	Summation	GD3	I[88]	-185.89	2,754.16
85.00	Summation	GD3	J[89]	-29.86	3,293.52
86.00	Summation	GD3	I[89]	-22.86	3,293.96
86.00	Summation	GD3	J[90]	133.17	3,018.18
87.00	Summation	GD3	I[90]	140.85	3,018.57
87.00	Summation	GD3	J[91]	296.88	1,924.23
88.00	Summation	GD3	I[91]	306.85	1,924.38
88.00	Summation	GD3	J[92]	462.87	0.08
89.00	Summation	GD3	I[1]	-2.43	-0.90
89.00	Summation	GD3	J[2]	2.57	-1.11
90.00	Summation	GD3	I[2]	-3.70	-2.10
90.00	Summation	GD3	J[47]	1.29	1.51
91.00	Summation	GD3	I[47]	3.68	0.17
91.00	Summation	GD3	J[70]	8.68	-18.37
92.00	Summation	GD3	I[3]	-0.85	0.13
92.00	Summation	GD3	J[4]	4.15	-4.82
93.00	Summation	GD3	I[4]	1.74	-4.53
93.00	Summation	GD3	J[48]	6.74	-17.24
94.00	Summation	GD3	I[48]	4.85	-16.74
94.00	Summation	GD3	J[71]	9.84	-38.78
95.00	Summation	GD3	I[5]	0.83	0.61
95.00	Summation	GD3	J[6]	5.83	-9.37
96.00	Summation	GD3	I[6]	3.18	-8.73
96.00	Summation	GD3	J[49]	8.18	-25.77
97.00	Summation	GD3	I[49]	2.22	-25.15
97.00	Summation	GD3	J[72]	7.21	-39.30

98.00	Summation	GD3	I[7]	1.94	1.02
98.00	Summation	GD3	J[8]	6.93	-12.28
99.00	Summation	GD3	I[8]	1.87	-11.28
99.00	Summation	GD3	J[50]	6.86	-24.37
100.00	Summation	GD3	I[50]	2.90	-23.50
100.00	Summation	GD3	J[73]	7.89	-39.68
101.00	Summation	GD3	I[9]	1.32	0.57
101.00	Summation	GD3	J[10]	6.32	-10.89
102.00	Summation	GD3	I[10]	-2.29	-10.87
102.00	Summation	GD3	J[51]	2.71	-11.50
103.00	Summation	GD3	I[51]	6.72	-11.93
103.00	Summation	GD3	J[74]	11.72	-39.59
104.00	Summation	GD3	I[13]	-4.28	-1.56
104.00	Summation	GD3	J[14]	0.72	3.78
105.00	Summation	GD3	I[14]	-2.37	2.61
105.00	Summation	GD3	J[53]	2.62	2.24
106.00	Summation	GD3	I[53]	10.36	1.67
106.00	Summation	GD3	J[76]	15.36	-36.92
107.00	Summation	GD3	I[15]	-5.22	-0.34
107.00	Summation	GD3	J[16]	-0.22	7.82
108.00	Summation	GD3	I[16]	2.23	7.72
108.00	Summation	GD3	J[54]	7.22	-6.46
109.00	Summation	GD3	I[54]	7.94	-6.67
109.00	Summation	GD3	J[77]	12.94	-37.99
110.00	Summation	GD3	I[17]	-2.70	0.01
110.00	Summation	GD3	J[18]	2.30	0.61
111.00	Summation	GD3	I[18]	2.99	0.57
111.00	Summation	GD3	J[55]	7.99	-15.90
112.00	Summation	GD3	I[55]	5.02	-16.06

112.00	Summation	GD3	J[78]	10.01	-38.61
113.00	Summation	GD3	I[19]	-0.48	0.28
113.00	Summation	GD3	J[20]	4.52	-5.78
114.00	Summation	GD3	I[20]	2.98	-5.51
114.00	Summation	GD3	J[56]	7.97	-21.94
115.00	Summation	GD3	I[56]	3.18	-21.77
115.00	Summation	GD3	J[79]	8.18	-38.81
116.00	Summation	GD3	I[21]	0.49	0.54
116.00	Summation	GD3	J[22]	5.48	-8.41
117.00	Summation	GD3	I[22]	3.05	-7.86
117.00	Summation	GD3	J[57]	8.05	-24.51
118.00	Summation	GD3	I[57]	2.53	-24.03
118.00	Summation	GD3	J[80]	7.53	-39.12
119.00	Summation	GD3	I[23]	0.42	0.83
119.00	Summation	GD3	J[24]	5.42	-7.93
120.00	Summation	GD3	I[24]	3.01	-7.09
120.00	Summation	GD3	J[58]	8.01	-23.61
121.00	Summation	GD3	I[58]	3.06	-22.81
121.00	Summation	GD3	J[81]	8.06	-39.49
122.00	Summation	GD3	I[25]	-0.22	1.13
122.00	Summation	GD3	J[26]	4.77	-5.70
123.00	Summation	GD3	I[26]	1.74	-4.53
123.00	Summation	GD3	J[59]	6.73	-17.24
124.00	Summation	GD3	I[59]	5.51	-16.25
124.00	Summation	GD3	J[82]	10.51	-40.28
125.00	Summation	GD3	I[27]	-1.77	-0.28
125.00	Summation	GD3	J[28]	3.23	-2.47
126.00	Summation	GD3	I[28]	-2.47	-2.80
126.00	Summation	GD3	J[60]	2.53	-2.88

127.00	Summation	GD3	I[60]	9.72	-3.49
127.00	Summation	GD3	J[83]	14.71	-40.14
128.00	Summation	GD3	I[31]	-3.31	-0.57
128.00	Summation	GD3	J[32]	1.69	1.87
129.00	Summation	GD3	I[32]	-1.27	1.47
129.00	Summation	GD3	J[62]	3.73	-2.21
130.00	Summation	GD3	I[62]	8.50	-2.82
130.00	Summation	GD3	J[85]	13.50	-35.83
131.00	Summation	GD3	I[33]	-2.26	0.23
131.00	Summation	GD3	J[34]	2.74	-0.50
132.00	Summation	GD3	I[34]	2.03	-0.23
132.00	Summation	GD3	J[63]	7.03	-13.83
133.00	Summation	GD3	I[63]	5.63	-13.65
133.00	Summation	GD3	J[86]	10.63	-38.03
134.00	Summation	GD3	I[35]	-0.78	0.01
134.00	Summation	GD3	J[36]	4.21	-5.13
135.00	Summation	GD3	I[36]	2.77	-5.13
135.00	Summation	GD3	J[64]	7.76	-20.91
136.00	Summation	GD3	I[64]	3.39	-21.03
136.00	Summation	GD3	J[87]	8.39	-38.70
137.00	Summation	GD3	I[37]	0.26	0.00
137.00	Summation	GD3	J[38]	5.26	-8.28
138.00	Summation	GD3	I[38]	2.80	-8.29
138.00	Summation	GD3	J[65]	7.79	-24.17
139.00	Summation	GD3	I[65]	2.29	-24.22
139.00	Summation	GD3	J[88]	7.29	-38.60
140.00	Summation	GD3	I[39]	0.48	0.00
140.00	Summation	GD3	J[40]	5.47	-8.92
141.00	Summation	GD3	I[40]	2.87	-8.92

141.00	Summation	GD3	J[66]	7.86	-25.01
142.00	Summation	GD3	I[66]	2.01	-25.08
142.00	Summation	GD3	J[89]	7.00	-38.60
143.00	Summation	GD3	I[41]	-0.19	-0.10
143.00	Summation	GD3	J[42]	4.81	-7.03
144.00	Summation	GD3	I[42]	2.85	-7.17
144.00	Summation	GD3	J[67]	7.84	-23.21
145.00	Summation	GD3	I[67]	2.69	-23.23
145.00	Summation	GD3	J[90]	7.69	-38.80
146.00	Summation	GD3	I[43]	-0.93	0.56
146.00	Summation	GD3	J[44]	4.07	-4.14
147.00	Summation	GD3	I[44]	1.32	-3.64
147.00	Summation	GD3	J[68]	6.31	-15.09
148.00	Summation	GD3	I[68]	4.97	-15.54
148.00	Summation	GD3	J[91]	9.97	-37.94
149.00	Summation	GD3	I[45]	-3.16	-2.18
149.00	Summation	GD3	J[46]	1.84	-0.21
150.00	Summation	GD3	I[46]	-3.72	-2.61
150.00	Summation	GD3	J[69]	1.27	1.06
151.00	Summation	GD3	I[69]	4.47	1.07
151.00	Summation	GD3	J[92]	9.47	-19.84

Bảng 6 - Giá trị Mô men tại gối 1, 2, 3, 4 và nhịp 1, 2, 3:

Gối 1	Gối 2	Gối 3	Gối 4
0 KNm	-3763,03 KNm	-4323,89 KNm	0 KNm
Nhịp 1	Nhịp 2	Nhịp 3	
750,64 KNm	1017,54 KNm	3142,9 KNm	

Bảng 7 - Xuất kết quả nội lực giai đoạn 4:

Elem	Load	Stage	Part	Shear-z (kN)	Moment-y (kN·m)
1.00	Summation	GD4	I[1]	-295.55	-0.84
1.00	Summation	GD4	J[3]	-76.35	928.91
2.00	Summation	GD4	I[2]	-265.30	0.99
2.00	Summation	GD4	J[4]	-46.10	779.48
3.00	Summation	GD4	I[3]	-64.23	927.95
3.00	Summation	GD4	J[5]	154.97	701.09
4.00	Summation	GD4	I[4]	-55.04	780.53
4.00	Summation	GD4	J[6]	164.17	507.71
5.00	Summation	GD4	I[5]	161.63	700.17
5.00	Summation	GD4	J[7]	380.83	-655.98
6.00	Summation	GD4	I[6]	159.19	508.65
6.00	Summation	GD4	J[8]	378.39	-835.29
7.00	Summation	GD4	I[7]	389.47	-656.77
7.00	Summation	GD4	J[9]	608.67	-3,152.10
8.00	Summation	GD4	I[8]	372.76	-834.53
8.00	Summation	GD4	J[10]	591.96	-3,246.34
9.00	Summation	GD4	I[9]	626.36	-3,152.68
9.00	Summation	GD4	J[11]	801.73	-6,008.86
10.00	Summation	GD4	I[10]	581.57	-3,245.84
10.00	Summation	GD4	J[12]	756.93	-5,922.83
11.00	Summation	GD4	I[11]	-810.57	-6,361.65
11.00	Summation	GD4	J[13]	-766.73	-5,573.00
12.00	Summation	GD4	I[12]	-698.77	-5,951.47
12.00	Summation	GD4	J[14]	-654.93	-5,274.62
13.00	Summation	GD4	I[13]	-738.12	-5,573.44
13.00	Summation	GD4	J[15]	-518.92	-2,430.84

14.00	Summation	GD4	I[14]	-676.23	-5,274.35
14.00	Summation	GD4	J[16]	-457.03	-2,441.18
15.00	Summation	GD4	I[15]	-497.96	-2,432.00
15.00	Summation	GD4	J[17]	-278.76	-490.21
16.00	Summation	GD4	I[16]	-475.30	-2,440.34
16.00	Summation	GD4	J[18]	-256.10	-611.86
17.00	Summation	GD4	I[17]	-269.27	-491.82
17.00	Summation	GD4	J[19]	-50.06	306.50
18.00	Summation	GD4	I[18]	-263.54	-610.65
18.00	Summation	GD4	J[20]	-44.34	159.05
19.00	Summation	GD4	I[19]	-47.83	304.62
19.00	Summation	GD4	J[21]	171.38	-4.26
20.00	Summation	GD4	I[20]	-44.49	160.53
20.00	Summation	GD4	J[22]	174.72	-165.05
21.00	Summation	GD4	I[21]	172.10	-6.34
21.00	Summation	GD4	J[23]	391.30	-1,414.83
22.00	Summation	GD4	I[22]	175.96	-163.38
22.00	Summation	GD4	J[24]	395.16	-1,591.17
23.00	Summation	GD4	I[23]	395.99	-1,417.05
23.00	Summation	GD4	J[25]	615.19	-3,944.98
24.00	Summation	GD4	I[24]	392.37	-1,589.39
24.00	Summation	GD4	J[26]	611.57	-4,099.24
25.00	Summation	GD4	I[25]	628.60	-3,947.29
25.00	Summation	GD4	J[27]	847.80	-7,638.30
26.00	Summation	GD4	I[26]	601.24	-4,097.38
26.00	Summation	GD4	J[28]	820.44	-7,651.59
27.00	Summation	GD4	I[27]	872.68	-7,640.65
27.00	Summation	GD4	J[29]	960.36	-9,473.69
28.00	Summation	GD4	I[28]	802.97	-7,649.73

28.00	Summation	GD4	J[30]	890.65	-9,343.34
29.00	Summation	GD4	I[29]	-1,124.09	-9,647.03
29.00	Summation	GD4	J[31]	-992.57	-6,472.03
30.00	Summation	GD4	I[30]	-1,055.04	-9,364.61
30.00	Summation	GD4	J[32]	-923.52	-6,396.78
31.00	Summation	GD4	I[31]	-968.39	-6,476.65
31.00	Summation	GD4	J[33]	-749.19	-2,182.68
32.00	Summation	GD4	I[32]	-941.39	-6,393.10
32.00	Summation	GD4	J[34]	-722.19	-2,234.13
33.00	Summation	GD4	I[33]	-735.78	-2,187.75
33.00	Summation	GD4	J[35]	-516.57	943.12
34.00	Summation	GD4	I[34]	-732.61	-2,230.12
34.00	Summation	GD4	J[36]	-513.41	884.93
35.00	Summation	GD4	I[35]	-512.45	937.73
35.00	Summation	GD4	J[37]	-293.25	2,951.96
36.00	Summation	GD4	I[36]	-515.30	889.18
36.00	Summation	GD4	J[38]	-296.09	2,917.65
37.00	Summation	GD4	I[37]	-294.25	2,946.38
37.00	Summation	GD4	J[39]	-75.05	3,869.62
38.00	Summation	GD4	I[38]	-292.90	2,922.08
38.00	Summation	GD4	J[40]	-73.70	3,838.56
39.00	Summation	GD4	I[39]	-76.89	3,863.92
39.00	Summation	GD4	J[41]	142.32	3,700.34
40.00	Summation	GD4	I[40]	-69.74	3,843.10
40.00	Summation	GD4	J[42]	149.46	3,643.79
41.00	Summation	GD4	I[41]	144.19	3,694.62
41.00	Summation	GD4	J[43]	363.39	2,425.69
42.00	Summation	GD4	I[42]	149.73	3,648.40
42.00	Summation	GD4	J[44]	368.94	2,351.73

43.00	Summation	GD4	I[43]	373.43	2,420.01
43.00	Summation	GD4	J[45]	592.63	4.84
44.00	Summation	GD4	I[44]	362.57	2,356.46
44.00	Summation	GD4	J[46]	581.78	-4.41
45.00	Summation	GD4	I[47]	-262.80	0.14
45.00	Summation	GD4	J[48]	-43.60	766.14
46.00	Summation	GD4	I[48]	-52.93	766.34
46.00	Summation	GD4	J[49]	166.27	483.01
47.00	Summation	GD4	I[49]	164.80	483.18
47.00	Summation	GD4	J[50]	384.00	-888.80
48.00	Summation	GD4	I[50]	377.30	-888.70
48.00	Summation	GD4	J[51]	596.50	-3,323.22
49.00	Summation	GD4	I[51]	573.00	-3,323.09
49.00	Summation	GD4	J[52]	748.36	-5,965.81
50.00	Summation	GD4	I[70]	-295.16	-0.28
50.00	Summation	GD4	J[71]	-75.96	927.54
51.00	Summation	GD4	I[71]	-54.83	927.25
51.00	Summation	GD4	J[72]	164.37	653.38
52.00	Summation	GD4	I[72]	179.15	653.19
52.00	Summation	GD4	J[73]	398.35	-790.57
53.00	Summation	GD4	I[73]	417.02	-790.65
53.00	Summation	GD4	J[74]	636.22	-3,423.77
54.00	Summation	GD4	I[74]	667.41	-3,423.82
54.00	Summation	GD4	J[75]	842.77	-6,444.20
55.00	Summation	GD4	I[52]	-694.92	-5,971.47
55.00	Summation	GD4	J[53]	-651.08	-5,298.47
56.00	Summation	GD4	I[53]	-682.92	-5,298.23
56.00	Summation	GD4	J[54]	-463.72	-2,431.65
57.00	Summation	GD4	I[54]	-479.71	-2,431.50

57.00	Summation	GD4	J[55]	-260.51	-580.95
58.00	Summation	GD4	I[55]	-264.17	-580.75
58.00	Summation	GD4	J[56]	-44.97	192.11
59.00	Summation	GD4	I[56]	-41.93	192.32
59.00	Summation	GD4	J[57]	177.27	-146.04
60.00	Summation	GD4	I[57]	181.63	-145.80
60.00	Summation	GD4	J[58]	400.83	-1,601.95
61.00	Summation	GD4	I[58]	400.84	-1,601.70
61.00	Summation	GD4	J[59]	620.04	-4,153.92
62.00	Summation	GD4	I[59]	608.35	-4,153.67
62.00	Summation	GD4	J[60]	827.55	-7,743.44
63.00	Summation	GD4	I[60]	797.26	-7,743.13
63.00	Summation	GD4	J[61]	884.94	-9,425.32
64.00	Summation	GD4	I[75]	-835.05	-6,445.78
64.00	Summation	GD4	J[76]	-791.21	-5,632.65
65.00	Summation	GD4	I[76]	-751.69	-5,632.72
65.00	Summation	GD4	J[77]	-532.49	-2,422.27
66.00	Summation	GD4	I[77]	-504.21	-2,422.09
66.00	Summation	GD4	J[78]	-285.01	-449.05
67.00	Summation	GD4	I[78]	-268.40	-448.86
67.00	Summation	GD4	J[79]	-49.20	345.16
68.00	Summation	GD4	I[79]	-39.35	345.35
68.00	Summation	GD4	J[80]	179.85	-5.89
69.00	Summation	GD4	I[80]	188.52	-5.71
69.00	Summation	GD4	J[81]	407.72	-1,496.29
70.00	Summation	GD4	I[81]	420.79	-1,496.10
70.00	Summation	GD4	J[82]	639.99	-4,148.05
71.00	Summation	GD4	I[82]	663.58	-4,147.85
71.00	Summation	GD4	J[83]	882.79	-8,013.77

72.00	Summation	GD4	I[83]	920.67	-8,013.59
72.00	Summation	GD4	J[84]	1,008.35	-9,942.61
73.00	Summation	GD4	I[61]	-1,056.07	-9,427.69
73.00	Summation	GD4	J[62]	-924.55	-6,456.76
74.00	Summation	GD4	I[62]	-950.32	-6,456.01
74.00	Summation	GD4	J[63]	-731.12	-2,252.42
75.00	Summation	GD4	I[63]	-740.98	-2,251.82
75.00	Summation	GD4	J[64]	-521.77	905.05
76.00	Summation	GD4	I[64]	-520.79	905.73
76.00	Summation	GD4	J[65]	-301.59	2,961.69
77.00	Summation	GD4	I[65]	-295.36	2,962.39
77.00	Summation	GD4	J[66]	-76.16	3,891.18
78.00	Summation	GD4	I[66]	-68.93	3,891.90
78.00	Summation	GD4	J[67]	150.27	3,688.56
79.00	Summation	GD4	I[67]	153.75	3,689.26
79.00	Summation	GD4	J[68]	372.95	2,372.53
80.00	Summation	GD4	I[68]	365.16	2,373.32
80.00	Summation	GD4	J[69]	584.36	-0.49
81.00	Summation	GD4	I[84]	-1,161.95	-9,943.89
81.00	Summation	GD4	J[85]	-1,030.43	-6,655.31
82.00	Summation	GD4	I[85]	-995.98	-6,655.12
82.00	Summation	GD4	J[86]	-776.78	-2,223.23
83.00	Summation	GD4	I[86]	-754.93	-2,222.78
83.00	Summation	GD4	J[87]	-535.73	1,003.88
84.00	Summation	GD4	I[87]	-523.97	1,004.34
84.00	Summation	GD4	J[88]	-304.77	3,076.19
85.00	Summation	GD4	I[88]	-298.21	3,076.65
85.00	Summation	GD4	J[89]	-79.01	4,019.69
86.00	Summation	GD4	I[89]	-73.37	4,020.13

86.00	Summation	GD4	J[90]	145.83	3,838.97
87.00	Summation	GD4	I[90]	155.20	3,839.37
87.00	Summation	GD4	J[91]	374.40	2,515.36
88.00	Summation	GD4	I[91]	393.49	2,515.52
88.00	Summation	GD4	J[92]	612.69	0.06
89.00	Summation	GD4	I[1]	-16.67	-38.33
89.00	Summation	GD4	J[2]	-11.68	4.20
90.00	Summation	GD4	I[2]	-3.79	0.59
90.00	Summation	GD4	J[47]	1.21	4.45
91.00	Summation	GD4	I[47]	17.64	5.16
91.00	Summation	GD4	J[70]	22.64	-55.26
92.00	Summation	GD4	I[3]	-12.12	-55.94
92.00	Summation	GD4	J[4]	-7.13	-27.07
93.00	Summation	GD4	I[4]	1.81	-25.49
93.00	Summation	GD4	J[48]	6.81	-38.41
94.00	Summation	GD4	I[48]	16.14	-39.05
94.00	Summation	GD4	J[71]	21.14	-94.97
95.00	Summation	GD4	I[5]	-6.66	-56.14
95.00	Summation	GD4	J[6]	-1.66	-43.66
96.00	Summation	GD4	I[6]	3.32	-41.02
96.00	Summation	GD4	J[49]	8.31	-58.46
97.00	Summation	GD4	I[49]	9.78	-59.52
97.00	Summation	GD4	J[72]	14.78	-96.36
98.00	Summation	GD4	I[7]	-8.64	-57.12
98.00	Summation	GD4	J[8]	-3.64	-38.71
99.00	Summation	GD4	I[8]	1.99	-36.27
99.00	Summation	GD4	J[50]	6.98	-49.72
100.00	Summation	GD4	I[50]	13.68	-49.78
100.00	Summation	GD4	J[73]	18.67	-98.30

101.00	Summation	GD4	I[9]	-17.70	-61.64
101.00	Summation	GD4	J[10]	-12.70	-16.04
102.00	Summation	GD4	I[10]	-2.31	-16.64
102.00	Summation	GD4	J[51]	2.69	-17.22
103.00	Summation	GD4	I[51]	26.19	-16.40
103.00	Summation	GD4	J[74]	31.19	-102.47
104.00	Summation	GD4	I[13]	-28.61	-67.40
104.00	Summation	GD4	J[14]	-23.62	10.93
105.00	Summation	GD4	I[14]	-2.31	6.89
105.00	Summation	GD4	J[53]	2.69	6.32
106.00	Summation	GD4	I[53]	34.53	8.46
106.00	Summation	GD4	J[76]	39.52	-102.61
107.00	Summation	GD4	I[15]	-20.96	-62.01
107.00	Summation	GD4	J[16]	-15.97	-6.61
108.00	Summation	GD4	I[16]	2.30	-7.31
108.00	Summation	GD4	J[54]	7.29	-21.69
109.00	Summation	GD4	I[54]	23.29	-21.78
109.00	Summation	GD4	J[77]	28.28	-99.13
110.00	Summation	GD4	I[17]	-9.49	-59.15
110.00	Summation	GD4	J[18]	-4.49	-38.18
111.00	Summation	GD4	I[18]	2.95	-37.55
111.00	Summation	GD4	J[55]	7.94	-53.89
112.00	Summation	GD4	I[55]	11.61	-55.09
112.00	Summation	GD4	J[78]	16.60	-97.41
113.00	Summation	GD4	I[19]	-2.24	-58.13
113.00	Summation	GD4	J[20]	2.76	-58.91
114.00	Summation	GD4	I[20]	2.90	-57.59
114.00	Summation	GD4	J[56]	7.90	-73.80
115.00	Summation	GD4	I[56]	4.86	-74.94

115.00	Summation	GD4	J[79]	9.85	-97.00
116.00	Summation	GD4	I[21]	-0.72	-57.77
116.00	Summation	GD4	J[22]	4.28	-63.10
117.00	Summation	GD4	I[22]	3.03	-61.42
117.00	Summation	GD4	J[57]	8.03	-78.01
118.00	Summation	GD4	I[57]	3.67	-78.81
118.00	Summation	GD4	J[80]	8.67	-97.31
119.00	Summation	GD4	I[23]	-4.69	-57.90
119.00	Summation	GD4	J[24]	0.31	-51.32
120.00	Summation	GD4	I[24]	3.09	-49.48
120.00	Summation	GD4	J[58]	8.09	-66.26
121.00	Summation	GD4	I[58]	8.08	-66.47
121.00	Summation	GD4	J[81]	13.07	-98.20
122.00	Summation	GD4	I[25]	-13.41	-59.48
122.00	Summation	GD4	J[26]	-8.42	-26.74
123.00	Summation	GD4	I[26]	1.91	-25.41
123.00	Summation	GD4	J[59]	6.91	-38.65
124.00	Summation	GD4	I[59]	18.60	-37.66
124.00	Summation	GD4	J[82]	23.59	-100.95
125.00	Summation	GD4	I[27]	-24.88	-66.01
125.00	Summation	GD4	J[28]	-19.88	1.13
126.00	Summation	GD4	I[28]	-2.41	-1.61
126.00	Summation	GD4	J[60]	2.59	-1.89
127.00	Summation	GD4	I[60]	32.89	-0.06
127.00	Summation	GD4	J[83]	37.88	-106.22
128.00	Summation	GD4	I[31]	-24.18	-63.84
128.00	Summation	GD4	J[32]	-19.18	1.20
129.00	Summation	GD4	I[32]	-1.30	-0.82
129.00	Summation	GD4	J[62]	3.69	-4.40

130.00	Summation	GD4	I[62]	29.46	-3.23
130.00	Summation	GD4	J[85]	34.45	-99.10
131.00	Summation	GD4	I[33]	-13.42	-60.11
131.00	Summation	GD4	J[34]	-8.42	-27.35
132.00	Summation	GD4	I[34]	2.00	-26.87
132.00	Summation	GD4	J[63]	6.99	-40.35
133.00	Summation	GD4	I[63]	16.85	-40.29
133.00	Summation	GD4	J[86]	21.85	-98.34
134.00	Summation	GD4	I[35]	-4.13	-59.02
134.00	Summation	GD4	J[36]	0.87	-54.13
135.00	Summation	GD4	I[36]	2.75	-53.32
135.00	Summation	GD4	J[64]	7.75	-69.07
136.00	Summation	GD4	I[64]	6.77	-69.96
136.00	Summation	GD4	J[87]	11.76	-97.75
137.00	Summation	GD4	I[37]	1.00	-58.86
137.00	Summation	GD4	J[38]	6.00	-69.36
138.00	Summation	GD4	I[38]	2.80	-68.49
138.00	Summation	GD4	J[65]	7.80	-84.39
139.00	Summation	GD4	I[65]	1.56	-85.29
139.00	Summation	GD4	J[88]	6.56	-97.48
140.00	Summation	GD4	I[39]	1.84	-58.71
140.00	Summation	GD4	J[40]	6.83	-71.71
141.00	Summation	GD4	I[40]	2.87	-70.75
141.00	Summation	GD4	J[66]	7.87	-86.87
142.00	Summation	GD4	I[66]	0.64	-87.89
142.00	Summation	GD4	J[89]	5.64	-97.31
143.00	Summation	GD4	I[41]	-1.87	-58.38
143.00	Summation	GD4	J[42]	3.12	-60.26
144.00	Summation	GD4	I[42]	2.85	-59.27

144.00	Summation	GD4	J[67]	7.85	-75.33
145.00	Summation	GD4	I[67]	4.37	-76.48
145.00	Summation	GD4	J[90]	9.37	-97.09
146.00	Summation	GD4	I[43]	-10.04	-56.68
146.00	Summation	GD4	J[44]	-5.05	-34.03
147.00	Summation	GD4	I[44]	1.31	-32.84
147.00	Summation	GD4	J[68]	6.31	-44.26
148.00	Summation	GD4	I[68]	14.09	-45.46
148.00	Summation	GD4	J[91]	19.09	-95.23
149.00	Summation	GD4	I[45]	-17.47	-39.77
149.00	Summation	GD4	J[46]	-12.48	5.16
150.00	Summation	GD4	I[46]	-3.72	0.12
150.00	Summation	GD4	J[69]	1.28	3.78
151.00	Summation	GD4	I[69]	18.76	6.42
151.00	Summation	GD4	J[92]	23.75	-57.34

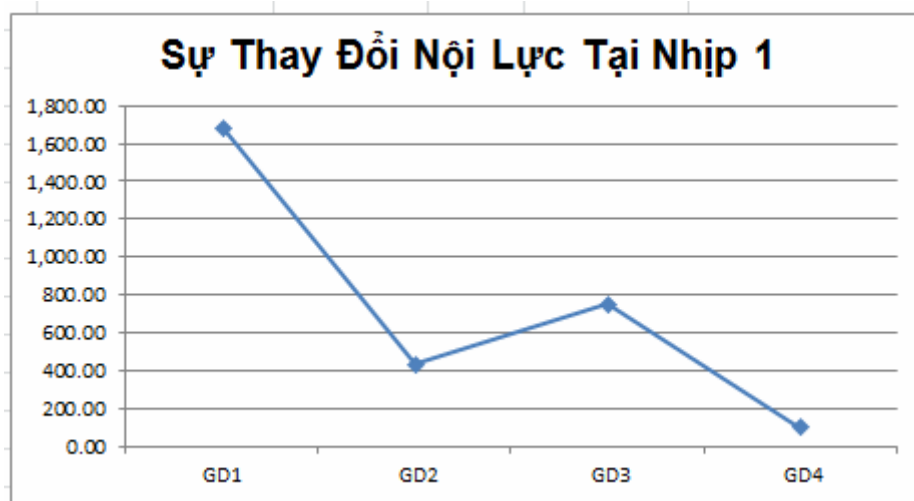
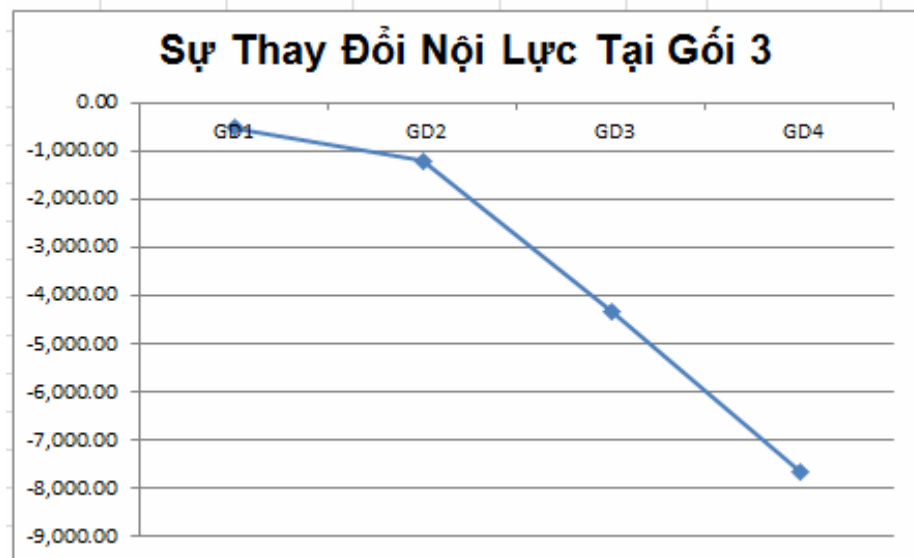
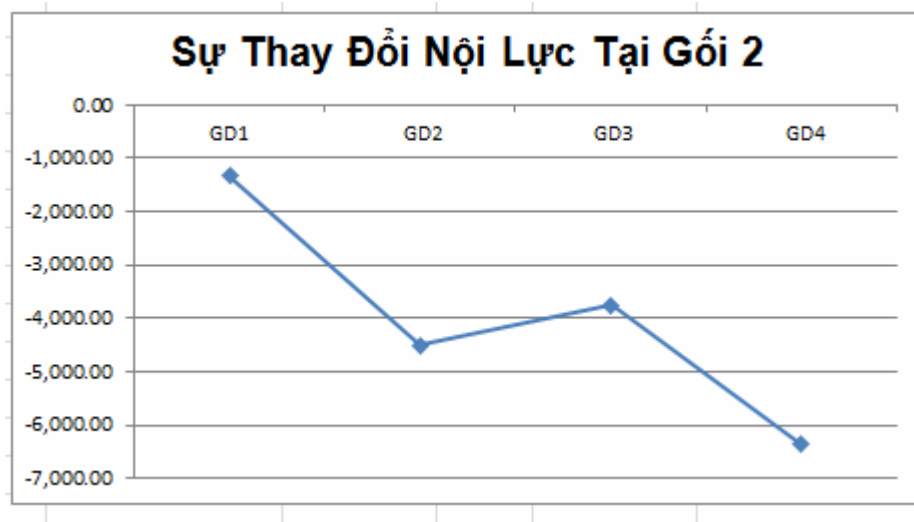
Bảng 8 - Giá trị Mô men tại gối 1, 2, 3, 4 và nhịp 1, 2, 3:

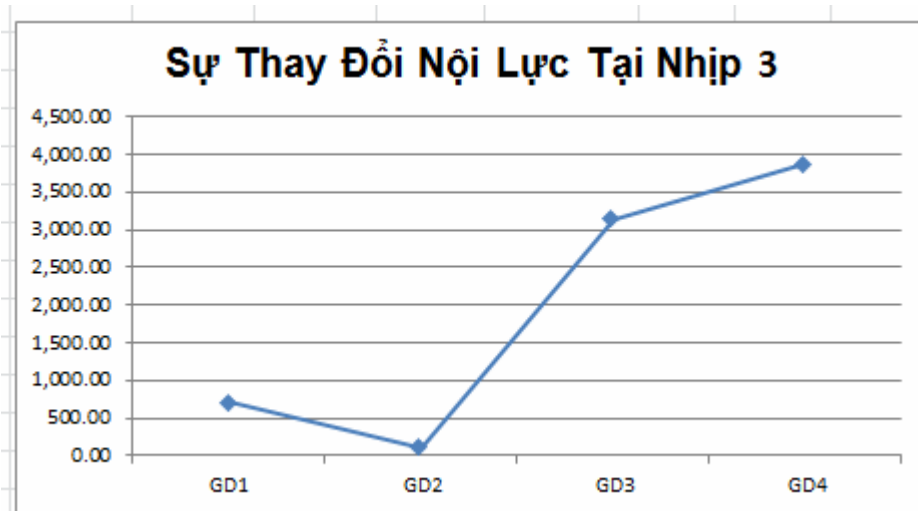
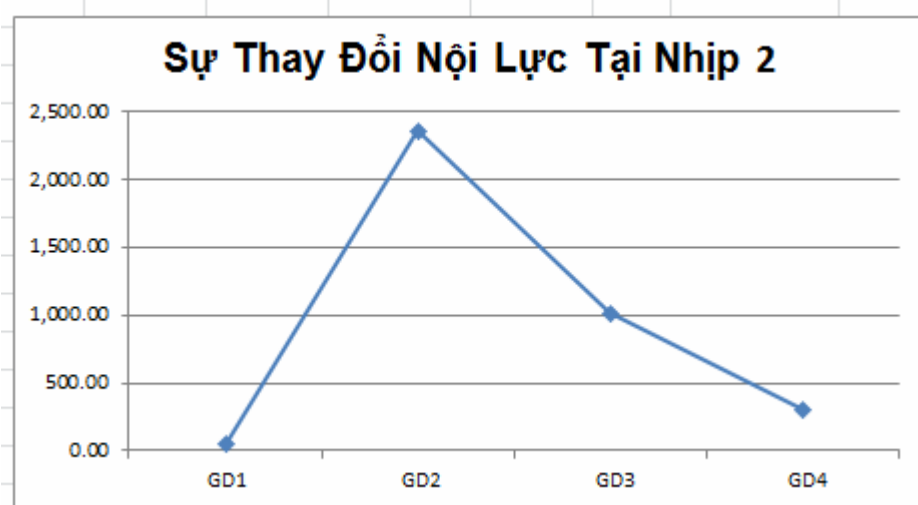
Gối 1	Gối 2	Gối 3	Gối 4
0 KNm	-6361,65 KNm	-7640,65 KNm	0 KNm
Nhịp 1	Nhịp 2	Nhịp 3	
700,17 KNm	304,62 KNm	3869,62 KNm	

Bảng 9 - Kết quả so sánh nội lực tại các vị trí:

Giá trị Mô men (KNm):

Gối 1:	Gối 2	Gối 3	Gối 4	Nhịp 1	Nhịp 2	Nhịp 3
0.00	-1,340.60	-527.56	0.00	1,683.85	47.28	711.39
0.00	-4,508.24	-1,216.35	0.00	434.53	2,356.57	114.90
0.00	-3,763.03	-4,323.89	0.00	750.64	1,017.54	3,142.90
0.00	-6,361.65	-7,640.65	0.00	100.17	304.62	3,869.63

Bảng 10 – Sự thay đổi nội lực tại gối và tại nhịp.



CHƯƠNG 4: ĐIỀU CHỈNH NỘI LỰC DẦM THÉP LIÊN TỤC 3 NHỊP

4.1. Điều chỉnh nội lực

Dùng biện pháp kích dầm để điều chỉnh ứng suất trong cầu dầm thép liên hợp bản bê tông cốt thép 3 nhịp liên tục.

Mục đích:

- Tận dụng khả năng chịu nén của bê tông, đưa bản vào làm việc nhiều hơn \Rightarrow giảm sự làm việc của thép và tiết kiệm thép.
- Chống nứt cho phần bản chịu kép (M âm).

4.2. Các bước thực hiện việc điều chỉnh nội lực [7]

Bước 1:

- Thi công dầm thép (dầm dọc chủ), thực hiện các mối nối của dầm thép với vị trí mối nối trên cùng 1 tiết diện ngang không chiếm quá 50% tổng số mối nối.
- Thi công thép hệ liên kết ngang.

Bước 2:

- Dùng hệ thống kích dầm thép tại các trụ T1, T2 với cùng một chuyển vị Δ .
- Sau khi kích xong tiến hành đổ bê tông bản mặt cầu.

Bước 3:

- Sau khi đợi bê tông bản mặt cầu đông cứng thì tiến hành thả kích tại các trụ T1 và T2.

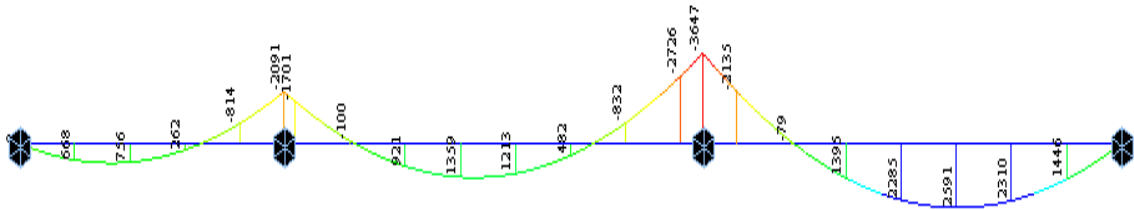
Bước 4:

- Thi công chi tiết còn lại như: lan can, lề bộ hành (nếu có), sơn phủ ... và tiến hành hoàn thiện toàn cầu.

4.3. Các quá trình hình thành ứng suất khi điều chỉnh nội lực:

4.3.1. Trình Tự Hình Thành Ứng Suất Trong Quá Trình Thi Công Cầu Khi Có Kích Dầm.

Lúc đầu trước khi kích, tiết diện chịu lực là dầm thép, dầm thép chịu trọng lượng bản thân dầm thép, hệ liên kết ngang.



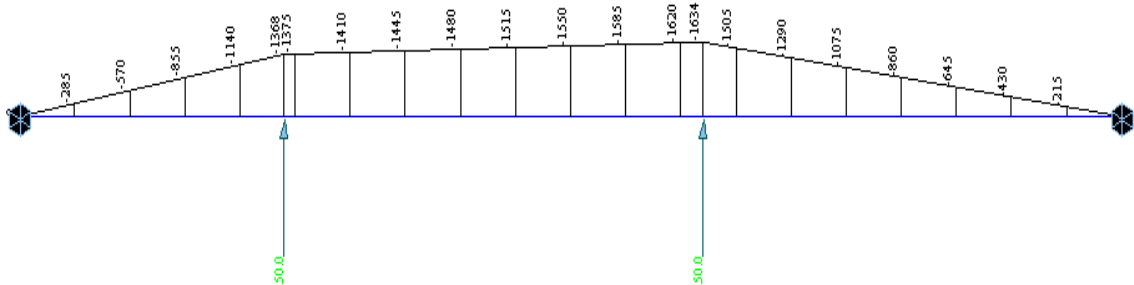
Hình 4.3.1 – 1 Ứng suất trong dầm thép giai đoạn này:

$$\delta_{1t}^{tt} = \frac{M_1^{tt}}{I_t} y_{t,d}^t$$

I_t : Mô men quán tính của dầm thép

$y_{t,d}^t$: Khoảng cách từ trục trung hòa của dầm thép đến thớ khảo sát

Sau đó ta kích dầm tại các trụ với chuyển vị Δ . Biểu đồ mô men do kích dầm gây ra:



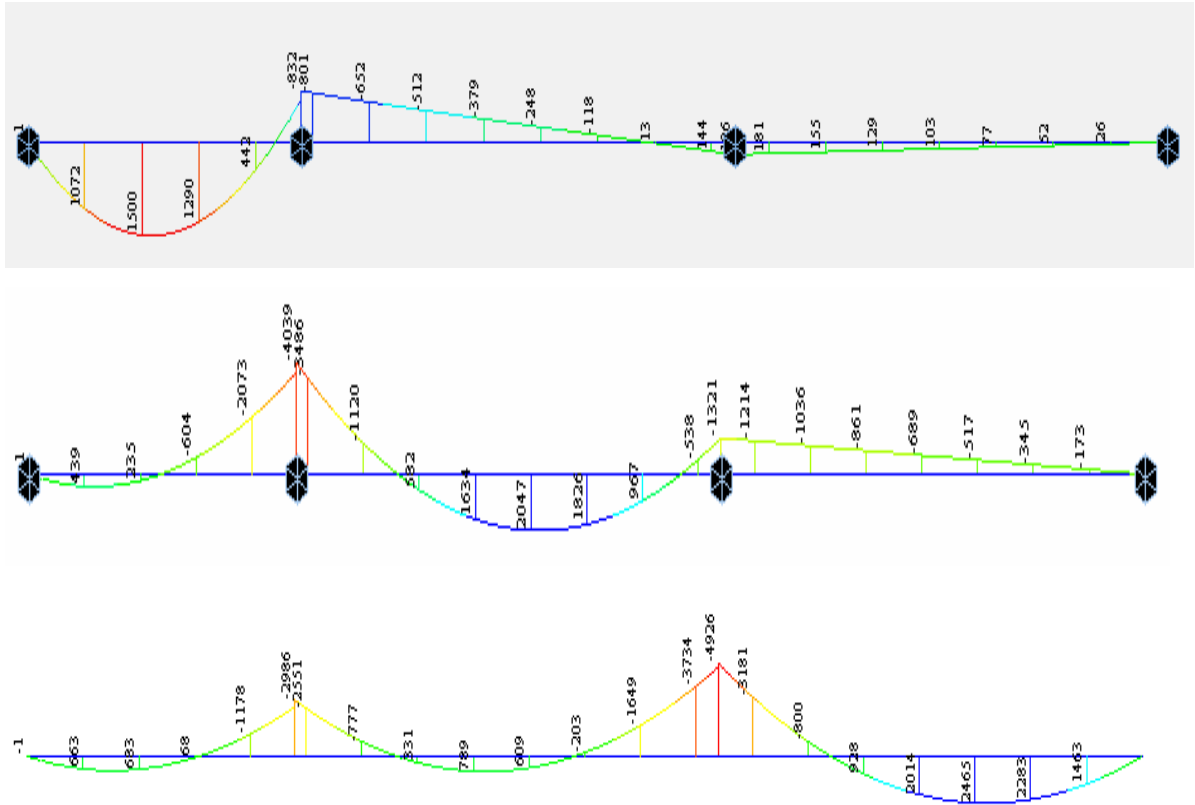
Hình 4.3.1 – 2 Ứng suất trong dầm thép do kích dầm gây ra:

$$\delta_{rt}^+ = \frac{M_r^+}{I_t} y_{t,d}^t$$

I_t : Mô men quán tính của dầm thép.

$y_{t,d}^t$: Khoảng cách từ trục trung hòa của dầm thép đến thớ khảo sát.

Sau khi kích dầm xong, ta tiến hành đổ bê tông. Lúc này tiết diện chịu lực vẫn là dầm thép, biểu đồ mô men do bê tông chưa khô gây ra cho dầm thép:



Hình 4.3.1 – 3 Ứng suất trong dầm thép do bê tông chưa đông:

$$\delta_t^{bt} = \frac{M^{bt}}{I_t} y_{t,d}^t$$

I_t : Mô men quán tính của dầm thép

$y_{t,d}^t$: Khoảng cách từ trục trung hòa của dầm thép đến thớ khảo sát

Vậy ứng suất trong dầm thép lúc này là:

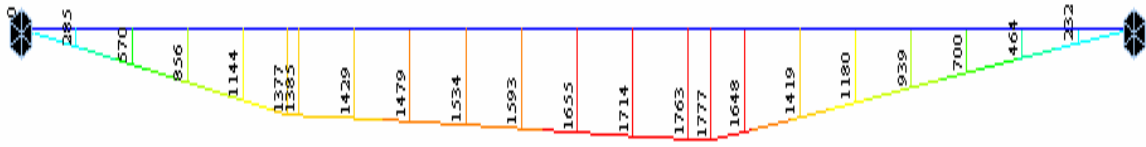
$$\delta_I^t = \delta_{1t}^{tt} + \delta_{rt}^+ + \delta_t^{bt} = \frac{M_1^{tt} + M_r^+ + M^{bt}}{I_t} y_{t,d}^t$$

δ_{1t}^{tt} : Ứng suất trong dầm thép do trọng lượng bản thân dầm thép.

δ_{rt}^+ : Ứng suất trong dầm thép do kích dầm.

δ_t^{bt} : Ứng suất trong dầm thép do bê tông chưa khô.

Sau khi bê tông đông lại, tiết diện chịu lực lúc này là dầm thép BTCT liên hợp, biểu đồ mô men do tải kích gây ra:



Hình 4.3.1 – 4 Ứng suất trong dầm thép do tải kích gây ra:

$$\delta_{rt}^{-} = \frac{M_r^{-}}{I_{lh}'} y_{t,d}^{t'}$$

Ứng suất trong bê tông do tải kích gây ra:

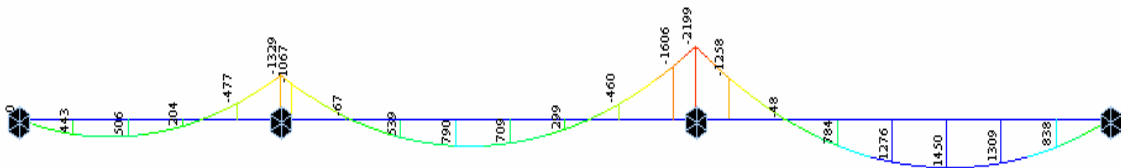
$$\delta_{rb}^{-} = \frac{M_r^{-}}{n I_{lh}'} y_{t,d}^{bt'}$$

I_{lh}' : Mô men quán tính của tiết diện liên hợp (có xét đến từ biến)

$y_{t,d}^{t'}$, $y_{t,d}^{bt'}$: Khoảng cách từ trục trung hòa của tiết diện liên hợp (có xét đến từ biến) đến thớ khảo sát.

$$n^{\epsilon} = \frac{E_t}{E'_b} = \frac{E_t}{K E_b} \quad (K = 0.4 \div 0.5)$$

Sau khi hạ kích, tiến hành thi công các phần còn lại như lớp phủ mặt cầu, lan can, lề bộ hành... Các phần này gây ra biểu đồ mô men:



Hình 4.3.1 – 4 Ứng suất trong dầm thép do tĩnh tải giai đoạn 2:

$$\delta_{2t}^{tt} = \frac{M_2^{tt}}{I_{lh}'} y_{t,d}^{t'}$$

Ứng suất trong bê tông do tĩnh tải giai đoạn 2:

$$\delta_{2b}^{tt} = \frac{M_2^{tt}}{n'I_{lh}'} y_{t,d}^{bt'}$$

I_{lh}' : Mô men quán tính của tiết diện liên hợp (có xét đến từ biến)

$y_{t,d}^{t'}$, $y_{t,d}^{bt'}$ Khoảng cách từ trục trung hòa của tiết diện liên hợp (có xét đến từ biến) đến thớ khảo sát.

$$n' = \frac{E_t}{E'_b} = \frac{E_t}{KE_b} \quad (K = 0.4 \div 0.5)$$

4.3.2. Ứng suất trong dầm thép và bê tông trong giai đoạn dầm làm việc theo tiết diện liên hợp

Ứng suất trong dầm thép:

$$\delta_{II}^t = -\delta_{rt}^- + \delta_{2t}^{tt} = \frac{-M_r^- + M_2^{tt}}{I_{lh}'} y_{t,d}^{t'}$$

Ứng suất trong bê tông:

$$\delta_{II}^b = -\delta_{rb}^- + \delta_{2b}^{tt} = \frac{-M_r^- + M_2^{tt}}{n'I_{lh}'} y_{t,d}^{bt'}$$

Ứng suất cuối cùng trong dầm thép và bê tông:

$$\delta^t = \delta_I^t + \delta_{II}^t = \frac{M_1^{tt} + M_r^+ + M^{bt}}{I_t} y_{t,d}^t + \frac{-M_r^- + M_2^{tt}}{I_{lh}'} y_{t,d}^{t'}$$

$$\delta^b = \frac{-M_r^- + M_2^{tt}}{n'I_{lh}'} y_{t,d}^{bt'}$$

Ta nhận thấy trong công thức tính ứng suất của bê tông, ứng suất bê tông có giảm đi vì trừ bớt ứng suất do hạ kích gây ra. Do đó làm giảm mô men âm trên các gối, hạn chế sự nứt của bê tông

⇒ **Đạt mục đích kích dầm**

CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận.

Từ những kết quả phân tích và lập luận trên cho thấy việc cần thiết phải mô hình hóa và tính toán cầu dầm liên tục cho từng giai đoạn thi công tương ứng và tiến hành điều chỉnh ứng suất để tiết kiệm thép cũng như chống nứt bê tông bản mặt cầu.

5.2. Kiến nghị.

Cần thiết đưa vào chương trình môn học, ngoài việc cung cấp cho sinh viên công cụ phần mềm tin học để mô hình hóa tính toán thiết kế hỗ trợ cho việc làm đồ án môn học mà còn đưa ra cho sinh viên một cái nhìn tổng quan về quá trình thi công cầu dầm liên tục phù hợp với thi công thực tế bên ngoài

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt:

- [1] Lê Bá Khánh, “*Thiết kế cầu thép*”, Giáo trình đại học, Trường Đại học Bách Khoa Tp.HCM, Hồ Chí Minh.
- [2] Nguyễn Như Khải, Lê Đình Tâm (1985), *Thiết kế cầu kim loại*, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp Hà Nội.
- [3] Lê Đình Tâm (2003), *Thi công cầu thép*, Nhà Xuất Bản Giao Thông Vận Tải.
- [4] Lê Thị Bích Thủy, “*Cầu thép nâng cao*”, *Giáo trình cao học*, Trường Đại học Bách Khoa Tp.HCM, Hồ Chí Minh.
- [5] *Tiêu chuẩn thiết kế cầu cống theo trạng thái giới hạn 22TCN 18 – 79.*
- [6] *Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272 – 05.*

Tiếng Anh:

- [7] Wai-Fah Chen, Lian Duan (2000), *Bridge Engineering Handbook*, NXB CRC New York.