|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG  BỘ MÔN CẦU VÀ CÔNG TRÌNH NGẦM | LOGO BM CAU&CTN |

**BÀI TẬP LỚN**

**TIN HỌC ỨNG DỤNG CẦU**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | NHÓM: | **10** |  |  |
|  | SINH VIÊN THỰC HIỆN: | **Đặng Văn Tuấn** | 220762 | 62CD2 |
|  |  | **Đặng Thái Dương** | 35362 | 62CD2 |
|  |  | **Phạm Thê Duyệt** | 41962 | 62CD2 |
|  | | | | |
|  | GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: | **TS. Trần Việt Hùng** | | |

**Hà Nội, 07/08/2021**

**MỤC LỤC**

[CHƯƠNG 1. SỐ LIỆU ĐẦU VÀO 1](#_Toc77515024)

[1.1. Yêu cầu chung 1](#_Toc77515025)

[1.1.1. Tiêu chuẩn thiết kế và tải trọng 1](#_Toc77515026)

[1.1.2. Các kích thước của cầu 1](#_Toc77515027)

[1.2. Vật liệu 1](#_Toc77515028)

[1.3. Tải trọng 2](#_Toc77515029)

[1.3.1. Tĩnh tải 2](#_Toc77515030)

[1.3.2. Lực căng trước 2](#_Toc77515031)

[CHƯƠNG 2. MÔ HÌNH HÓA KẾT CẤU 3](#_Toc77515032)

[2.1. Thuộc tính mặt cắt vật liệu 3](#_Toc77515033)

[2.1.1. Khai báo vật liệu 3](#_Toc77515034)

[2.1.2. Khai báo mặt cắt tiết diện và tiết diện liên hợp 5](#_Toc77515035)

[2.2. Mô hình phần tử kết cấu 6](#_Toc77515036)

[2.3. Khai báo điều kiện biên 9](#_Toc77515037)

[2.4. Khai báo tải trọng 11](#_Toc77515038)

[2.4.1. Khai báo nhóm các tải trọng 12](#_Toc77515039)

[2.4.2. Khai báo trường hợp tải trọng tĩnh 12](#_Toc77515040)

[2.4.3. Khai báo cáp DƯL 16](#_Toc77515041)

[2.4.4. Khai báo hoạt tải 22](#_Toc77515042)

[2.5. Phân tích theo giai đoạn thi công 26](#_Toc77515043)

[2.5.1. Thiết lập các giai đoạn thi công 26](#_Toc77515044)

[2.5.2. Định nghĩa tiết diện theo giai đoạn thi công 30](#_Toc77515045)

[2.5.3. Thiết lập thông số cho quá trình phân tích 31](#_Toc77515046)

[2.6. Phân tích nội lực trong kết cấu 32](#_Toc77515047)

[2.6.1. Tổ hợp tải trọng theo giai đoạn thi công 32](#_Toc77515048)

[2.6.2. Phân tích và xuất kết quả nội lực 33](#_Toc77515049)

[2.6.3. Hiển thị tiết diện theo giai đoạn thi công 35](#_Toc77515050)

[2.6.4. Một số kết quả khác liên quan đến cáp DƯL 36](#_Toc77515051)

[CHƯƠNG 3. SO SÁNH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN 37](#_Toc77515052)

[3.1. Tải trọng tác dụng 37](#_Toc77515053)

[3.2. Hệ số phân phối ngang 37](#_Toc77515054)

[3.2.1. Hệ số phân phối ngang với momen dầm giữa 37](#_Toc77515055)

[3.2.2. Hệ số phân phối ngang với momen dầm biên 38](#_Toc77515056)

[3.3. Tính toán nội lực 38](#_Toc77515057)

[3.4. So sánh với kết quả tính bằng Midas 40](#_Toc77515058)

[3.4.1. Giai đoạn 1 : 40](#_Toc77515059)

[3.4.2. Giai đoạn 3 40](#_Toc77515060)

[3.4.3. Tổ hợp theo TTGH cường độ 1 41](#_Toc77515061)

**MỤC LỤC HÌNH VẼ**

[Hình 1‑1. Mặt cắt ngang cầu 1](#_Toc79243667)

[Hình 2‑1. Khai báo vật liệu BMC và dầm chủ 3](#_Toc79243668)

[Hình 2‑2. Khai báo vật liệu Cáp DƯL 4](#_Toc79243669)

[Hình 2‑3. Khai báo tiết diện dầm chủ 5](#_Toc79243670)

[Hình 2‑4. Khai báo tiết diện liên hợp và dầm ngang ảo 6](#_Toc79243671)

[Hình 2‑5. Khai báo dãy nút ban đầu 7](#_Toc79243672)

[Hình 2‑6. Tạo một phần tử thanh 7](#_Toc79243673)

[Hình 2‑7. Thiết lập thông số tạo phần tử dầm chủ 8](#_Toc79243674)

[Hình 2‑8. Thiết lập thông số tạo các dầm ngang ảo 9](#_Toc79243675)

[Hình 2‑9. Kết quả sau khi tạo hệ mạng dầm gồm dầm chủ và dầm ngang 9](#_Toc79243676)

[Hình 2‑10. Gán điều kiện biên tại gối ở Node 2, Node 13 10](#_Toc79243677)

[Hình 2‑13. Điều kiện biên tại Node 16, 30, 44 và 27, 41, 55 11](#_Toc79243678)

[Hình 2‑14. Kết quả khai báo điều kiện biên 11](#_Toc79243679)

[Hình 2‑15. Nhóm các tải trọng 12](#_Toc79243680)

[Hình 2‑16. Khai báo trường hợp tải trọng tĩnh 13](#_Toc79243681)

[Hình 2‑16. Gán các tải trọng bản thân lên kết cấu 14](#_Toc79243682)

[Hình 2‑17. Gán các tải trọng phân bố lên các dầm chủ 15](#_Toc79243683)

[Hình 2‑18. Bố trí cáp theo phương dọc cầu 16](#_Toc79243684)

[Hình 2‑19. Bố trí cáp tại tiết diện đầu dầm và giữa dầm 16](#_Toc79243685)

[Hình 2‑20. Nhóm các loại cáp DƯL 17](#_Toc79243686)

[Hình 2‑21. Khai báo thuộc tính cáp DUL loại uốn 7 tao 17](#_Toc79243687)

[Hình 2‑22. Khai báo thuộc tính cáp DUL loại thẳng 12 tao 18](#_Toc79243688)

[Hình 2‑23. Khai báo cáp DƯL cho dầm 1 19](#_Toc79243689)

[Hình 2‑24. Kết quả khai báo cáp DUL cho tất cả các dầm 20](#_Toc79243690)

[Hình 2‑25. Kết quả gán cáp DUL cho tất cả các dầm 20](#_Toc79243691)

[Hình 2‑26. Gán lực căng cho cáp 21](#_Toc79243692)

[Hình 2‑27. Khai báo nhóm kết cấu 22](#_Toc79243693)

[Hình 2‑28. Khai báo làn xe theo AASHTO LRFD 23](#_Toc79243694)

[Hình 2‑29. Kết quả khai báo làn xe 24](#_Toc79243695)

[Hình 2‑30. Khai báo tải trọng xe 2 trục và xe 3 trục 24](#_Toc79243696)

[Hình 2‑31. Khai báo trường hợp hoạt tải theo các làn xe 25](#_Toc79243697)

[Hình 2‑32. Thiết lập thông số phần tử giai đoạn 1 27](#_Toc79243698)

[Hình 2‑33. Thiết lập thông số điều kiện biên giai đoạn 1 27](#_Toc79243699)

[Hình 2‑34. Thiết lập thông số tải trọng giai đoạn 1 28](#_Toc79243700)

[Hình 2‑35. Thiết lập thông số phần tử giai đoạn 2 28](#_Toc79243701)

[Hình 2‑37. Thiết lập thông số tải trọng giai đoạn 3 29](#_Toc79243702)

[Hình 2‑38. Kết quả sau khi thiết lập các thông số cho các giai đoạn thi công 29](#_Toc79243703)

[Hình 2‑39. Kết quả sau khi thiết lập các thông số cho các giai đoạn thi công 30](#_Toc79243704)

[Hình 2‑40. Kết quả sau khi thiết lập các thông số cho các giai đoạn thi công 31](#_Toc79243705)

[Hình 2‑41. Thiết lập thông số phân tích của hoạt tải 31](#_Toc79243706)

[Hình 2‑42. Tổ hợp tải trọng 32](#_Toc79243707)

[Hình 2‑43. Tổ hợp tải trọng theo TTGH cường độ 1 33](#_Toc79243708)

[Hình 2‑44. Phản lực gối theo TTGH cường độ 1 34](#_Toc79243709)

[Hình 2‑45. Biến dạng của dầm theo TTGH cường độ 1 34](#_Toc79243710)

[Hình 2‑46. Momen tại các tiết diện dầm theo TTGH cường độ 1 34](#_Toc79243711)

[Hình 2‑47. Tiết diện dầm ở giai đoạn 1 35](#_Toc79243712)

[Hình 2‑48. Tiết diện dầm ở giai đoạn 2 35](#_Toc79243713)

[Hình 2‑49. Biểu đồ momen do lực căng cáp 36](#_Toc79243714)

[Hình 3‑1. Xếp xe lên ảnh hưởng momen tiết diện giữa dầm 39](#_Toc79243715)

[Hình 3‑2. Nội lực giai đoạn 1 40](#_Toc79243716)

[Hình 3‑3. Nội lực giai đoạn 3 40](#_Toc79243717)

[Hình 3‑4. Kết quả tổ hợp theo TTGH cường độ 1 tại tiết diện giữa dầm 41](#_Toc79243718)

# SỐ LIỆU ĐẦU VÀO

## Yêu cầu chung

### Tiêu chuẩn thiết kế và tải trọng

* Tiêu chuẩn thiết kế cầu: TCVN 11823-2017.
* Hoạt tải thiết kế: HL93.

### Các kích thước của cầu

**Chiều dài cầu:**

* Loại dầm:
* Khổ cầu:
* Bề rộng phần xe chạy:
* Lan can:

|  |
| --- |
| Chart, funnel chart  Description automatically generated |
| Hình 1‑1. Mặt cắt ngang cầu |

## Vật liệu

**Bê tông BMC: Bê tông C35**

* Mô đun đàn hồi:
* Hệ số Poisson:
* Trọng lượng riêng:

**Bê tông dầm chủ: Bê tông C45**

* Mô đun đàn hồi:
* Hệ số Poisson:
* Trọng lượng riêng:

**Cáp DƯL: Loại cáp có độ chùng thấp**

* Đường kính tao cáp:
* Mô đun đàn hồi:
* Giới hạn bền:
* Giới hạn chảy:

**Lớp phủ: Bê tông Asphalt**

* Chiều dày lớp phủ:
* Trọng lượng riêng

## Tải trọng

### Tĩnh tải

Bê tông BMC:

* Lan can:
* Lớp phủ:

### Lực căng trước

* Ứng suất trong cáp DƯL lúc căng kéo:

# MÔ HÌNH HÓA KẾT CẤU

## Thuộc tính mặt cắt vật liệu

Phần này giới thiệu cách định nghĩa vật liệu và mặt cắt trong mô hình cầu giản đơn dầm I liên hợp.

### Khai báo vật liệu

Định nghĩa các loại vật liệu:

* Bê tông bản
* Bê tông dầm
* Bê tông dầm ngang ảo (Dummy)
* Cáp DUL

Tới tab Properties > Click chọn  **Material Properties >** Tiến hành khai báo.

|  |  |
| --- | --- |
| Graphical user interface, application  Description automatically generated | Graphical user interface, application, website  Description automatically generated |
| Hình 2‑1. Khai báo vật liệu BMC và dầm chủ | |

|  |
| --- |
| Graphical user interface  Description automatically generated |
| Hình 2‑2. Khai báo vật liệu Cáp DƯL |

### Khai báo mặt cắt tiết diện và tiết diện liên hợp

*Vào* ***tab Properties*** *> Thẻ* ***Section*** *> Click chọn * ***Sections Properties*** *> Trong hộp thoại* ***Section Data*** *> Chọn thẻ* ***PSC*** *(****PSC*** *I để khai báo thông số dầm chủ),* ***Composite*** *(****Composite I*** *để khai báo mặt cắt liên hợp)**> Nhập các thông số > OK*

|  |
| --- |
| Graphical user interface, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑3. Khai báo tiết diện dầm chủ |

*Vào* ***tab Properties*** *> Thẻ* ***Section*** *> Click chọn * ***Sections Properties*** *> Trong hộp thoại* ***Section Data*** *> Chọn thẻ* ***Composite*** *> Mục Section Type >* ***Composite****-****General >*** *Tiến hành khai báo****> OK***

*Tiến hành tương tự với mặt cắt dầm ngang nhưng ở thẻ* ***DB****/****User*** *>* ***Solid Rectangle***

|  |  |
| --- | --- |
|  | Graphical user interface  Description automatically generated |
| Hình 2‑4. Khai báo tiết diện liên hợp và dầm ngang ảo | |
|  | |

## Mô hình phần tử kết cấu

Tạo dãy dãy nút ban đầu:

*Vào* ***tab Node****/****Element*** *> Click chọn * ***Create Nodes*** *> Khai báo các nút*

|  |  |
| --- | --- |
| Graphical user interface, application  Description automatically generated | Graphical user interface, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑5. Khai báo dãy nút ban đầu | |

Tạo phần tử dầm chủ:

*Vào* ***tab Node****/****Element*** *> Click chọn* ***Create Element*** *> Chọn tất cả các Node trên màn hình > Tiến hành thiết lập thông số >* ***Apply*** *>* ***Close****.*

|  |
| --- |
| Graphical user interface, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑6. Tạo một phần tử thanh  *Vào* ***tab Node****/****Element*** *> Click chọn* ***Extrude*** *> Chọn Node 2 > Tiến hành thiết lập thông số >* ***Apply*** *>* ***Close****.* |

|  |
| --- |
| Graphical user interface, text, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑7. Thiết lập thông số tạo phần tử dầm chủ |

Tạo phần tử dầm ngang ảo:

*Vào* ***tab Node****/****Element*** *> Click chọn * ***Create Element*** *> Chọn các phần tử khai báo dầm ngang >* ***OK***

|  |
| --- |
| Graphical user interface, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑8. Thiết lập thông số tạo các dầm ngang ảo |

|  |
| --- |
| A picture containing text, bunch, day  Description automatically generated |
| Hình 2‑9. Kết quả sau khi tạo hệ mạng dầm gồm dầm chủ và dầm ngang |

## Khai báo điều kiện biên

Bao gồm các loại:

* Gối cố định
* Gối di động theo phương y
* Gối di động theo phương x
* Gối di động theo phương x và y

Vào **tab Boundary** > **Define Supports ** > Lựa chọn Node cần gán > Tích chọn vào những ô cần ràng buộc chuyển vị> **Apply** > **Close**.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | Graphical user interface  Description automatically generated with medium confidence | Graphical user interface  Description automatically generated with low confidence | |
| Hình 2‑10. Gán điều kiện biên tại gối ở Node 2, Node 13 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | Graphical user interface, chart  Description automatically generated with medium confidence | Graphical user interface  Description automatically generated | |
| Hình 2‑13. Điều kiện biên tại Node 16, 30, 44 và 27, 41, 55 |

|  |
| --- |
| Calendar  Description automatically generated |
| Hình 2‑14. Kết quả khai báo điều kiện biên |

## Khai báo tải trọng

Gồm các yêu cầu:

* Khai báo nhóm tải trọng
* Tĩnh tải
* Tải trọng do ứng suất nén trước
* Hoạt tải

### Khai báo nhóm các tải trọng

Bao gồm các nhóm tải trọng:

* Dầm chủ
* Lực căng cáp
* Lan can
* Lớp phủ

Để tạo nhóm tải trọng ta thực hiện :

Trên **Tree Menu** chọn thẻ **Group** > **Click chọn Load Group >New... >** Tiến hành khai báo các nhóm tải trọng > **Close**.

|  |
| --- |
| Graphical user interface, text, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑15. Nhóm các tải trọng |

### Khai báo trường hợp tải trọng tĩnh

Gồm các loại tải trọng

* Dầm chủ: loại tải trọng thi công
* Bản mặt cầu: loại tải trọng thi công
* Lan can: loại tải trọng thi công
* Lớp phủ: loại tải trọng thi công
* Lực căng cáp: loạt tải trọng thi công

Để khai báo tải trọng tĩnh ta thực hiện theo các bước:

*Vào* ***tab Load*** *> Click chọn* ***Static Loads*** *trong thẻ* ***Load Type*** *> Click chọn* ***Static Load Cases *** *> Tiến hành khai báo các loại tải trọng >* ***Close****.*

|  |
| --- |
| Table  Description automatically generated |
| Hình 2‑16. Khai báo trường hợp tải trọng tĩnh |

Gán tải trọng cho các phần tử

* Đối với tải trọng dầm chủ, tiến hành gán theo dạng Seft weight để chương trình tự động tính toán;

Vào **tab Load** > ở thẻ **Beam Load Section** > Click chọn **Seft Weight ** > Mục Load Case Name: **DC1** > Load Group Name: **DC1 – ban than** > Seft weight fator: **z=- 1** > **Add** > **Close**

*Chart

Description automatically generated*

*Hình 2‑16. Gán các tải trọng bản thân lên kết cấu*

* Đối với các tải trọng còn lại, thực hiện quy đổi tải trọng phân bố trên toàn bộ các dầm rồi tiến hành gán vào các dầm chủ tương ứng;
* Tải trọng do lực căng trước sẽ tiến hành gán sau khi khai báo cáp DUL.

Đối với loại tải trọng phân bố đều:

*Vào* ***tab Load*** *> ở thẻ* ***Beam Load Section*** *> Click chọn* ***Element *** *> Thiết lập các thông số ứng với từng loại tải trọng > Lựa chọn phần tử cần gán > Apply > Close.*

Đối với tải trọng dầm chủ:

|  |  |
| --- | --- |
| Diagram  Description automatically generated with low confidence | Graphical user interface, application  Description automatically generated |

|  |
| --- |
| Hình 2‑17. Gán các tải trọng phân bố lên các dầm chủ |

### Khai báo cáp DƯL

|  |
| --- |
| A picture containing text, screenshot, antenna  Description automatically generated |
| Hình 2‑18. Bố trí cáp theo phương dọc cầu |
| Diagram, engineering drawing  Description automatically generated |
| Hình 2‑19. Bố trí cáp tại tiết diện đầu dầm và giữa dầm |

Tạo Group cáp DUL: mỗi group đại diện cho 1 loại cáp và 1 dầm riêng. Ở bài này chúng ta có 5 dầm I, mỗi dầm I có 2 loại cáp là cáp thẳng và cáp xiên.

Vào **Tree Menu** > Mục **Group** > **Tendon Group** > Tiến hành tạo group cáp tương ứng với loại vừa nêu > **Close**.

|  |
| --- |
|  |
| Hình 2‑20. Nhóm các loại cáp DƯL |

Khai báo thuộc tính cáp, chia cáp DUL thành 2 loại:

* Loại 1: Cáp thẳng, 12 tao 15.2mm
* Loại 2: Cáp uốn, 7 tao 15.2mm

Vào tab ***Load*** > Click chọn ***Temp./Prestress*** trong thẻ ***Load Type*** > Click chọn ***Tendon Property***  > Tiến hành khai báo các loại cáp và thuộc tính cáp

|  |
| --- |
| Graphical user interface  Description automatically generated |
| Hình 2‑21. Khai báo thuộc tính cáp DUL loại uốn 7 tao |

|  |
| --- |
| Graphical user interface  Description automatically generated |
| Hình 2‑22. Khai báo thuộc tính cáp DUL loại thẳng 12 tao |

Gán cáp DUL cho dầm 1:

*Vào* ***tab Load*** *> Click chọn* ***Temp****./****Prestress*** *trong thẻ Load Type > Click chọn* ***Tendon Profile *** *> Tiến hành khai báo cáp DUL theo đúng loại cáp, nhóm cáp, hành trình cáp đã được gán trước đó*

*Lưu ý: Tên cáp được đặt theo quy luật*

***D1CTP***

**-** D1: Dầm số 1

- CT: Loại cáp thẳng

- P: phía bên phải so với trục đối xứng mặt cắt đầu dầm nhìn từ bên trái

***Group***: Lựa chọn đúng loại cáp ứng với loại cáp thẳng hoặc uốn

***Tendon Property***: Lựa chọn đúng loại cáp ứng với loại cáp thẳng hoặc uốn

***Assign Element***: đánh số phần từ dầm đã biết từ trước

***Input type***: 3D

***Curve***: Round

***Profile***: Element

***Profile Insert Point***: Lấy theo tọa độ điểm bắt đầu hành trình cáp

Diagram

Description automatically generated

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Table  Description automatically generated | Table  Description automatically generated | Table  Description automatically generated |
| Hình 2‑23. Khai báo cáp DƯL cho dầm 1 | | |

Sau khi khai báo hết các bó cáp cho dầm 1, tiến hành khai báo cho các dầm còn lại bằng cách Copy cáp từ dầm 1 chuyển sang các dầm khác:

*Trong hộp thoại* ***Tendon Profile*** *> chọn loại cáp của dầm 1, tương ứng với dầm 2 >* ***Copy****/****Move*** *> mục* ***Equal Distance****:* ***0,2.7,0*** *(2.7 là khoảng cách theo phương ngang giữa các dầm) >* ***OK*** *> chọn loại cáp vừa Copy >* ***Modify*** *> Sửa tên cáp cho đúng với dầm, sửa* ***Group****,* ***Tendon Property*** *phù hợp với loại cáp và số thứ tự dầm > Tiến hành lần lượt với các bó còn lại*.

|  |
| --- |
| Table  Description automatically generated |
| Hình 2‑24. Kết quả khai báo cáp DUL cho tất cả các dầm |

|  |
| --- |
| Timeline  Description automatically generated with medium confidence |
| Hình 2‑25. Kết quả gán cáp DUL cho tất cả các dầm |

Gán lực căng cho cáp:

Vào tab **Load** > Click chọn **Temp./Prestress** trong thẻ **Load Typ**e > trong thẻ **Prestress Load** chọn **Tendon Prestress** > tiến hành gán lực căng cáp với các thông số tương ứng.

|  |
| --- |
| Graphical user interface, application, Word  Description automatically generated |
| Hình 2‑26. Gán lực căng cho cáp |

### Khai báo hoạt tải

Gồm các công việc:

* Tạo nhóm kết cấu : Liên kết các cấu kiện dầm chủ bằng dầm ngang ảo
* Khai báo làn xe
* Khai báo hoạt tải

- Khai báo trường hợp tải trọng

Tạo nhóm kết cấu :

*Trong* ***Tree Menu****, vào* ***Group*** *> trong mục* ***Structure Group****, click chuột phải chọn* ***New****... > khai báo nhóm cho dầm ngang ảo và dầm ngang>* ***Add*** *>* ***Close***

|  |
| --- |
| Graphical user interface, text, application, email  Description automatically generated |
| Hình 2‑27. Khai báo nhóm kết cấu |

Khai báo làn xe :

Tiến hành khai báo cho 2 làn xe trên mặt cắt ngang cầu.

Chart, funnel chart

Description automatically generated

*Vào* ***tab Load*** *> click chọn* ***Moving Load*** *trong thẻ* ***Load Type*** *> chọn* ***AASHTO LRFD*** *trong thẻ* ***Moving load Code*** *> click* ***Trafic Line Lanes *** *trong thẻ* ***Moving Load Analysis Data*** *> tiến hành khai báo làn xe.*

|  |  |
| --- | --- |
| Graphical user interface  Description automatically generated | Graphical user interface  Description automatically generated |
| Hình 2‑28. Khai báo làn xe theo AASHTO LRFD | |
| A screenshot of a computer  Description automatically generated with medium confidence | |
| Hình 2‑29. Kết quả khai báo làn xe | |

 Khai báo hoạt tải :

Tiếp theo bước khai báo làn, click chọn Vehicles > tiến hành khai báo hoạt tải HL-93 theo tiêu chuẩn AASHTO LRFD.

|  |  |
| --- | --- |
| Graphical user interface  Description automatically generated | Graphical user interface, application, Word  Description automatically generated |
| Hình 2‑30. Khai báo tải trọng xe 2 trục và xe 3 trục | |

Khai báo trường hợp tải trọng:

*Tiếp tục bước trước, click chọn* ***Moving Load Cases*** * > tiến hành khai báo các trường hợp tải trọng hoạt tải trên các làn.*

*Theo đó gán hoạt tải đi trên tất cả các làn xe dao động từ 0 đến 2 để chương trình tự động tính ra trường hợp bất lợi nhất. Xe 3 trục và xe 2 trục đều có thể đi trên tất cả các làn.*

|  |
| --- |
| Graphical user interface, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑31. Khai báo trường hợp hoạt tải theo các làn xe |
|  |

## Phân tích theo giai đoạn thi công

Đối với cầu Bê tông dầm I liên hợp, có 3 giai đoạn làm việc trong suốt quá trình thi công:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Giai đoạn | Thời gian (ngày) | Mô tả |
| Giai đoạn 1 | 1 | - Dầm được đặt vào vị trí, lực căng cáp bắt đầu làm việc  - Tải trọng: Trọng lượng bản thân, lực căng cáp |
| 21 | - Đổ bê tông bản mặt cầu  - Tải trọng phải chịu: Trọng lượng bản thân dầm chủ, Bản mặt cầu, lực căng cáp  - Tiết diện làm việc: Dầm I |
| Giai đoạn 2 |  | - Tiết diện liên hợp bắt đầu làm việc  - Lắp đặt lan can, trải lớp phủ mặt cầu  - Tải trọng: lan can, lớp phủ |
| Giai đoạn 3 |  | Khai thác |

### Thiết lập các giai đoạn thi công

Để định nghĩa giai đoạn thi công ta thực hiện các bước:

*Trên góc màn hình phía trên bên trái, click chọn* ***Define Construction Stage *** *> trong hộp thoại* ***Construction Stage****, click chọn* ***Modify/Show*** *để thiết lập bước thi công*

|  |
| --- |
| Graphical user interface  Description automatically generated |
| Hình 2‑32. Thiết lập thông số phần tử giai đoạn 1 |

|  |
| --- |
| Graphical user interface, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑33. Thiết lập thông số điều kiện biên giai đoạn 1 |

|  |
| --- |
| Graphical user interface, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑34. Thiết lập thông số tải trọng giai đoạn 1 |

|  |
| --- |
| Graphical user interface, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑35. Thiết lập thông số phần tử giai đoạn 2 |

|  |
| --- |
| Graphical user interface, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑37. Thiết lập thông số tải trọng giai đoạn 3 |

|  |
| --- |
| Graphical user interface, table  Description automatically generated |
| Hình 2‑38. Kết quả sau khi thiết lập các thông số cho các giai đoạn thi công |

### Định nghĩa tiết diện theo giai đoạn thi công

Ứng với mỗi giai đoạn thi công thì tiết diện liên hợp cũng khác nhau, ở giai đoạn đầu chỉ có dầm chữ I. Giai đoạn tiếp theo sau khi bê tông bản mặt cầu đông cứng thì tiết diện liên hợp được hình thành, lúc này tiết diện bao gồm dầm chữ I và bản mặt cầu. Để định nghĩa các tiết diện theo giai đoạn thi công ta thực hiện theo các bước sau:

*Trên màn hình làm việc, click chọn* ***Composite Section for Construction Stage *** *> Add > tiến hành định nghĩa tiết diện theo giai đoạn thi công*

|  |
| --- |
| Graphical user interface  Description automatically generated |
| Hình 2‑39. Kết quả sau khi thiết lập các thông số cho các giai đoạn thi công |

### Thiết lập thông số cho quá trình phân tích

*Vào tab* ***Analysis*** *> click chọn* ***Construction Stage*** * > tiến hành thiết lập thông số phân tích theo giai đoạn thi công.*

|  |
| --- |
|  |
| Hình 2‑40. Kết quả sau khi thiết lập các thông số cho các giai đoạn thi công |

Thiết lập thông số tính toán đối với hoạt tải:

*Vào tab* ***Analysis*** *> click chọn* ***Moving Load*** * trong thẻ* ***Analysis Control*** *> tiến hành thiết lập các thông số phân tích hoạt tải*.

|  |
| --- |
|  |
| Hình 2‑41. Thiết lập thông số phân tích của hoạt tải |

## Phân tích nội lực trong kết cấu

### Tổ hợp tải trọng theo giai đoạn thi công

Thực hiện tổ hợp tải trọng theo tiêu chuẩn AASHTO từ chương trình cho sẵn.

Các tải trọng tổ hợp bao gồm:

* Tĩnh tải giai đoạn 1 = 1.25
* Tĩnh tải giai đoạn 2 = 1.5
* Hoạt tải HL-93 = 1.75

*Vào tab* ***Results*** *> click chọn* ***Load Combination*** *trong thẻ* ***Combination*** *> trong hộp thoại* ***Load Combinations****, click* ***Auto Generation****... > tiến hành thiết lập tiêu chuẩn và hệ số tổ hợp theo AASHTO LRFD16*

|  |
| --- |
| Graphical user interface, text, application  Description automatically generated |
| Hình 2‑42. Tổ hợp tải trọng |

|  |
| --- |
| Graphical user interface, application, table  Description automatically generated |
| Hình 2‑43. Tổ hợp tải trọng theo TTGH cường độ 1 |

### Phân tích và xuất kết quả nội lực

Kết quả cần xem xét:

* Phản lực gối
* Chuyển vị và biến dạng
* Nội lực
* Ứng suất

Tương ứng với mỗi kết quả ra vào các thẻ trên **Tree Menu:**

* Phản lực gối: Reactions
* Chuyển vị: Deformations
* Nội lực: Forces
* Ứng suất: Stresses
* Biến dạng: Strains

Một số kết quả hiển thị tính toán:

|  |
| --- |
| Chart, line chart  Description automatically generated |
| Hình 2‑44. Phản lực gối theo TTGH cường độ 1 |

|  |
| --- |
| Chart, scatter chart  Description automatically generated |
| Hình 2‑45. Biến dạng của dầm theo TTGH cường độ 1 |

|  |
| --- |
| Chart, scatter chart  Description automatically generated |
| Hình 2‑46. Momen tại các tiết diện dầm theo TTGH cường độ 1 |

### Hiển thị tiết diện theo giai đoạn thi công

Giai đoạn 1: Tiết diện chưa liên hợp

|  |
| --- |
|  |
| Hình 2‑47. Tiết diện dầm ở giai đoạn 1 |

Giai đoạn 2: Tiết diện liên hợp

|  |
| --- |
| Diagram  Description automatically generated |
| Hình 2‑48. Tiết diện dầm ở giai đoạn 2 |

### Một số kết quả khác liên quan đến cáp DƯL

|  |
| --- |
| Chart, bar chart  Description automatically generated |
| Hình 2‑49. Biểu đồ momen do lực căng cáp |

# SO SÁNH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Để kiểm tra tính đúng đắn của kết quả tính toán, ta thực hiện so sánh kết quả này với kết quả tính từ phương pháp hệ số phân phối ngang

## Tải trọng tác dụng

Tải trọng dầm chủ :

Tải trọng bản mặt cầu :

Tải trọng lan can :

Tải trọng lớp phủ :

## Hệ số phân phối ngang

### Hệ số phân phối ngang với momen dầm giữa

Xác định tham số độ cứng dọc :

Trong đó :

n : Hệ số tính đổi modun đàn hồi của bmc và dầm,

: Momen quán tính của mặt cắt nguyên đối với trọng tâm, không tính cốt thép,

: Tổng diện tích mặt cắt,

 : Khoảng cách giữa trọng tâm của dầm và bản mặt cầu,

Thay số ta có :

* Với 1 làn xe chất tải : m = 1.2
* Với 2 hay nhiều làn chất tải :

Với S = 2700 mm ; Ltt = 22949 mm ; Kg = 0.307 m4 ; ts = hs = 200mm

Thay số ta được :

* Một làn thiết kế chịu tải :
* Hai làn xe chịu tải :

### Hệ số phân phối ngang với momen dầm biên

Một làn thiết kế chịu tải : tính toán theo quy tắc đòn bẩy :

Trong đó :

m : hệ số làn xe

yi : Tung độ đường ảnh hưởng

## Tính toán nội lực

Momen do tải trọng bản thân dầm chủ :

10.189×65.83 = 670.7 kNm

Momen do tải trọng bản mặt cầu :

11.94×65.83 = 786.3 kNm

Momen do tải trọng lớp phủ :

4×65.83 = 263.32 kNm

Momen do tải trọng lan can :

2.2×65.83 = 145.1 kNm

Momen do hoạt tải HL-93 tác dụng :

|  |
| --- |
|  |
| Hình 3‑1. Xếp xe lên ảnh hưởng momen tiết diện giữa dầm |

Ta có :

Tổ hợp momen tiết diện giữa dầm thep TTGH cường độ 1:

* Tĩnh tải giai đoạn 1 : Tải trọng bản thân dầm chủ
* Tĩnh tải giai đoạn 2 : Tải trọng bản mặt cầu
* Tĩnh tải giai đoạn 3 : Lan can + lớp phủ
* Hoạt tải HL-93 :

Ta có :

## So sánh với kết quả tính bằng Midas

### Giai đoạn 1 :

Khi chỉ có trọng lượng bản thân dầm chủ :

|  |
| --- |
| Chart, bar chart  Description automatically generated |
| Hình 3‑2. Nội lực giai đoạn 1 |

Nhận xét : Giá trị momen tính toán bằng Midas gần đúng với giá trị Momen tiết diện giữa nhịp đã tính toán ở trên .

### Giai đoạn 3

Sau khi sang giai đoạn 3 tức là đã đưa cầu vào sử dụng , lúc này toàn bộ tĩnh tải đã được chất lên cầu :

|  |
| --- |
| Chart  Description automatically generated |
| Hình 3‑3. Nội lực giai đoạn 3 |

Nhận xét : Giá trị momen tính toán bằng Midas gần đúng với giá trị Momen tiết diện giữa nhịp đã tính toán ở trên.

M = MDC + MDW + MBMC + Mlancan = 1865.4

### Tổ hợp theo TTGH cường độ 1

|  |
| --- |
| Chart  Description automatically generated |
| Hình 3‑4. Kết quả tổ hợp theo TTGH cường độ 1 tại tiết diện giữa dầm |

Sai số so với kết quả tính bằng phương pháp hệ số phân phối ngang :

Nhận xét : Kết quả tính bẳng Midas và kết quả tính tay theo phương pháp hệ số phân phối ngang có sự chênh lệch. Nguyên nhân sự chênh lệch này có thể kể đến như sau :

* Hệ số phân phối ngang là phương pháp tính lý thuyết nên kết quả tính luôn luôn thiên về an toàn.
* Trong lúc làm tay người ta thường làm tròn kết quả tính.
* Tải trọng xe trong Midas theo tiêu chuẩn AASHTO LRFD có tải trọng trục và khoảng cách bánh xe khác với TCVN 11823-2017 (có sự làm tròn số).
* Việc khai báo dầm ngang mặc dù không ảnh hưởng đến tải trọng vì đã gán trọng lượng bằng 0, tuy nhiên vẫn có ảnh hưởng đến dặc trưng hình học của tiết diện.

Kết luận : Mặc dù có sự chênh lệch giữa 2 phương pháp tính nhưng kết quả tính toán là có thể chấp nhận được.