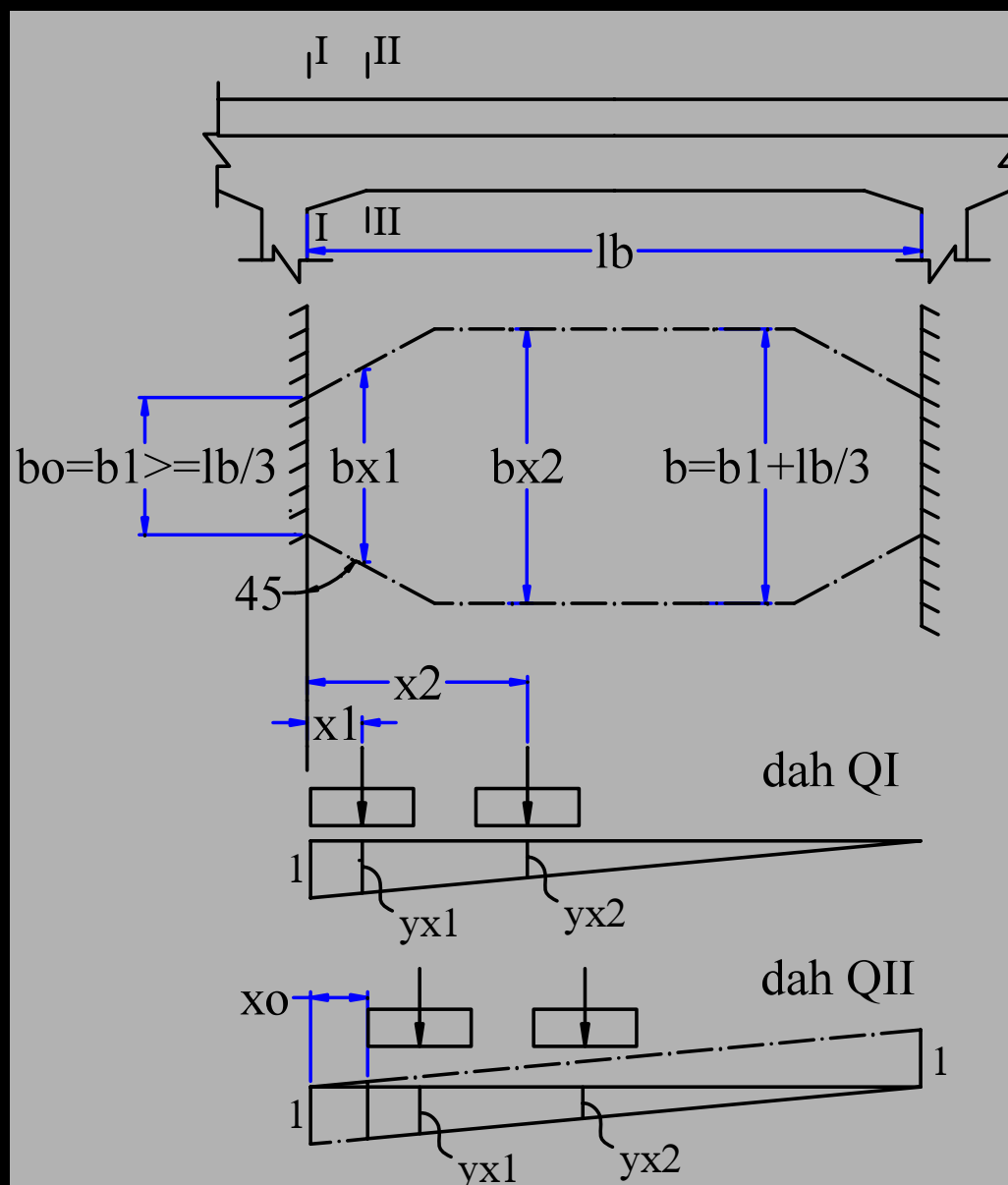


8.4.3. Xác định lực cắt:

Bản được coi như dầm đơn giản, để xác định lực cắt ta dùng đường ảnh hưởng + Lực cắt tính toán:

$$\begin{aligned}
 Q^{tt} &= Q_t^{tt} + Q_h^{tt} \\
 &= (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \cdot \left(\frac{l_b}{2} - x_o \right) \\
 &\quad + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{P}{2} \sum \left(\frac{y_x}{b_x} \right)
 \end{aligned}$$



8.5. TÍNH NỘI LỰC TRONG BẢNG MẶT CẦU THEO SỐ ĐỒ BẢNG KẼ BỐN CẠNH

8.5.1. Nguyên lý tính toán:

- Bảng làm việc theo hai phương.
- Nội lực được xác định trên 1m chiều rộng bảng theo hai phương (tách 1m theo phương dọc và ngang cầu)
- Tính như dầm đơn giản rồi nhân với hệ số kể đến tính chất ngàm ở hai đầu.

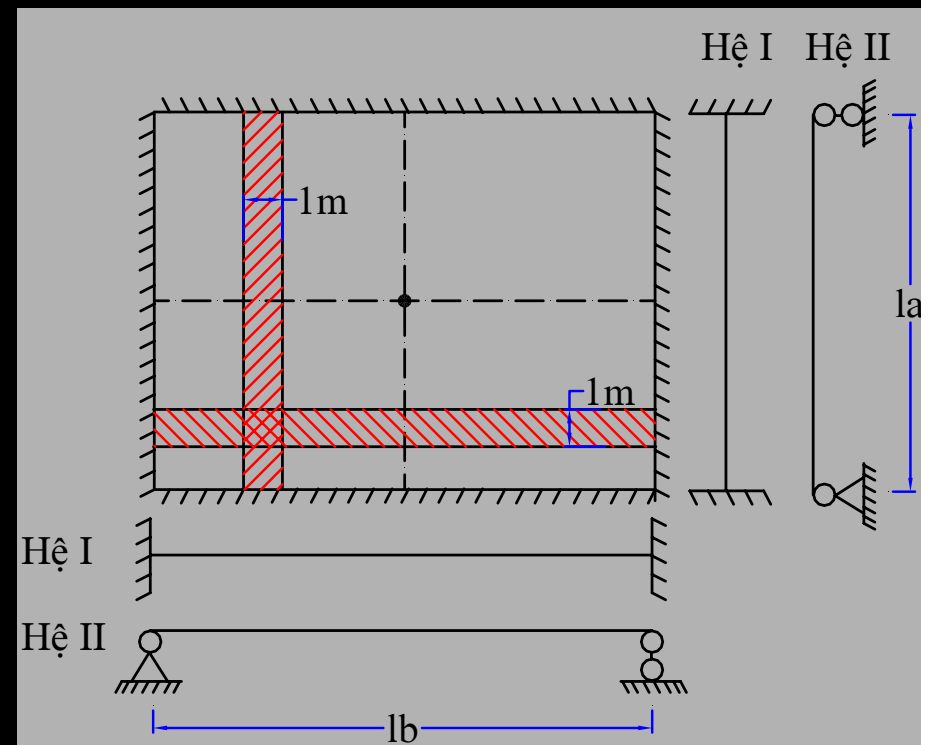
$$M = K.M_0$$

Trong đó:

M_0 : Mô men xác định trong hệ II

M : Mô men trong hệ I

K : số kể đến tính chất ngàm ở hai đầu



8.5.2. Xác định mô men:

+ Xét bản kê 4 cạnh chịu tải trọng P như hình vẽ.

+ Theo B.G.Galerkin sẽ gây ra mô men theo các phương trong hệ II xác định như sau:

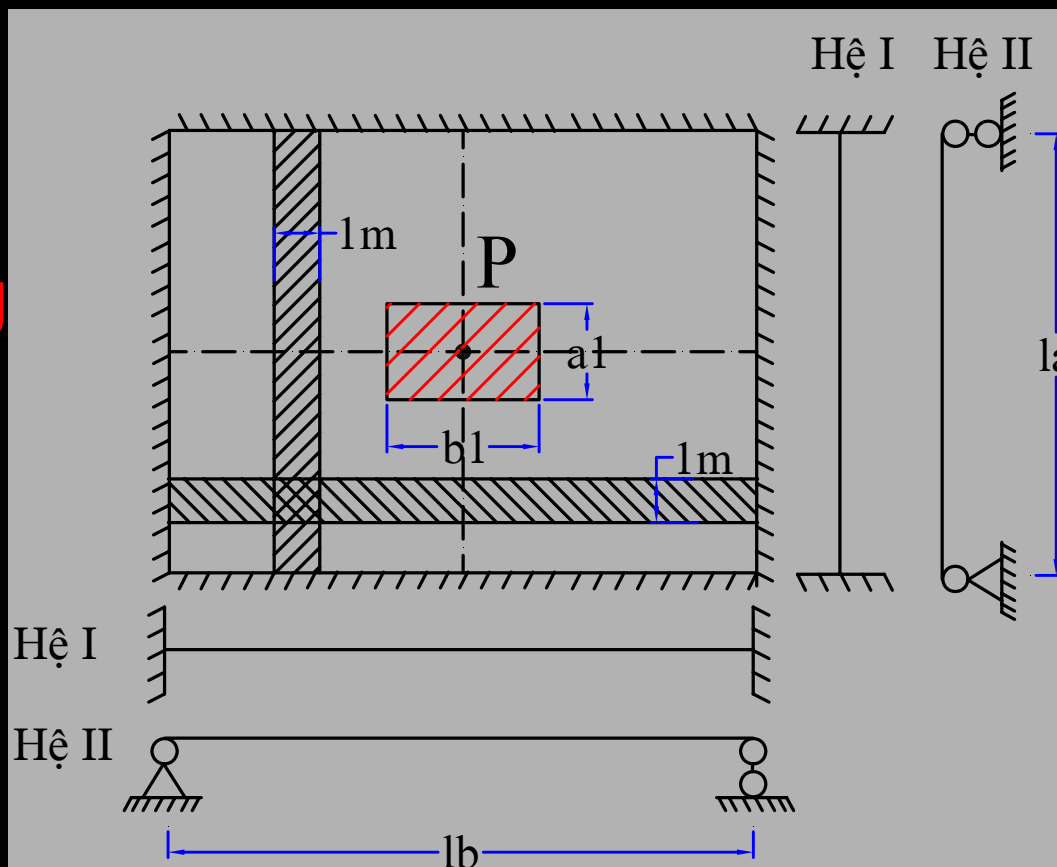
$$M_a = \alpha.P$$

$$M_b = \beta.P$$

Trong đó:

α, β : là các hệ số tra bảng
(Phụ lục 12-.I.Polivanov)
phụ thuộc vào các tỷ số :

$$\frac{l_b}{l_a}; \frac{b_1}{l_a}; \frac{a_1}{l_a}$$



+Mô men do tĩnh tải:

Trường hợp đặc biệt khi tải trọng $P = q \cdot l_a \cdot l_b$ (q : trọng lượng bản / $1m^2$) phân bố trên diện tích : $a_1=l_a$; $b_1=l_b$

Chú ý:

*Khi tải trọng đặt không đúng tâm của bản, áp dụng nguyên lý cộng tác dụng → mô men cần tìm.

+Trường hợp tải trọng không đúng tâm như sau:

$$M_a = \alpha_m \cdot P_m - \alpha_n \cdot P_n$$

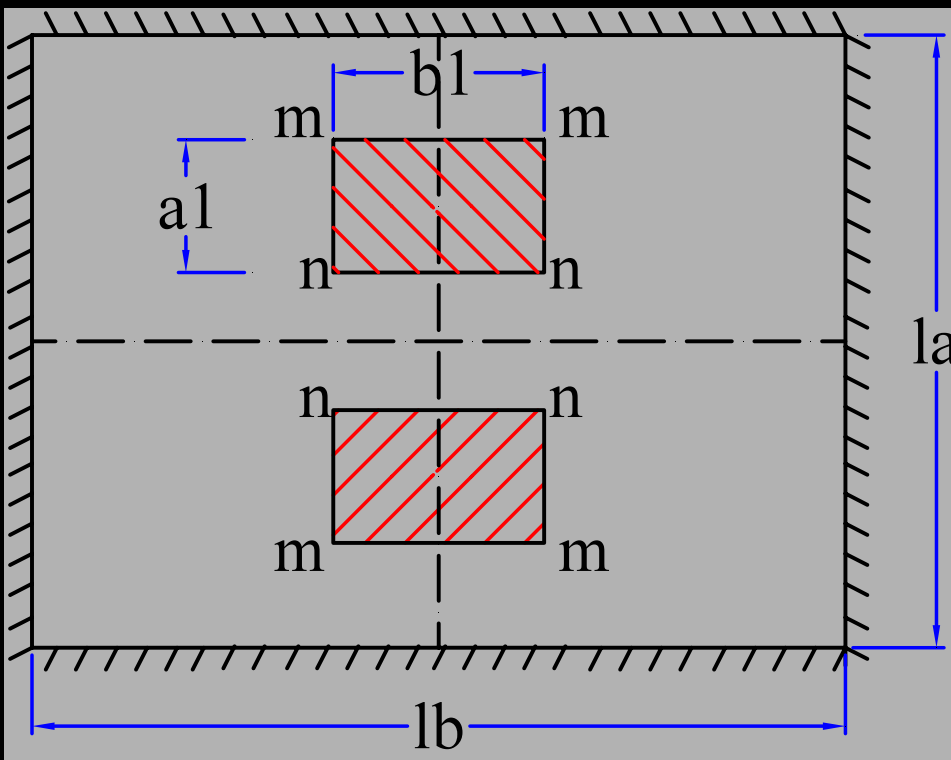
$$M_b = \beta_m \cdot P_m - \beta_n \cdot P_n$$

Trong đó:

$\alpha_m; \beta_m$: tra bảng ứng với mmmm

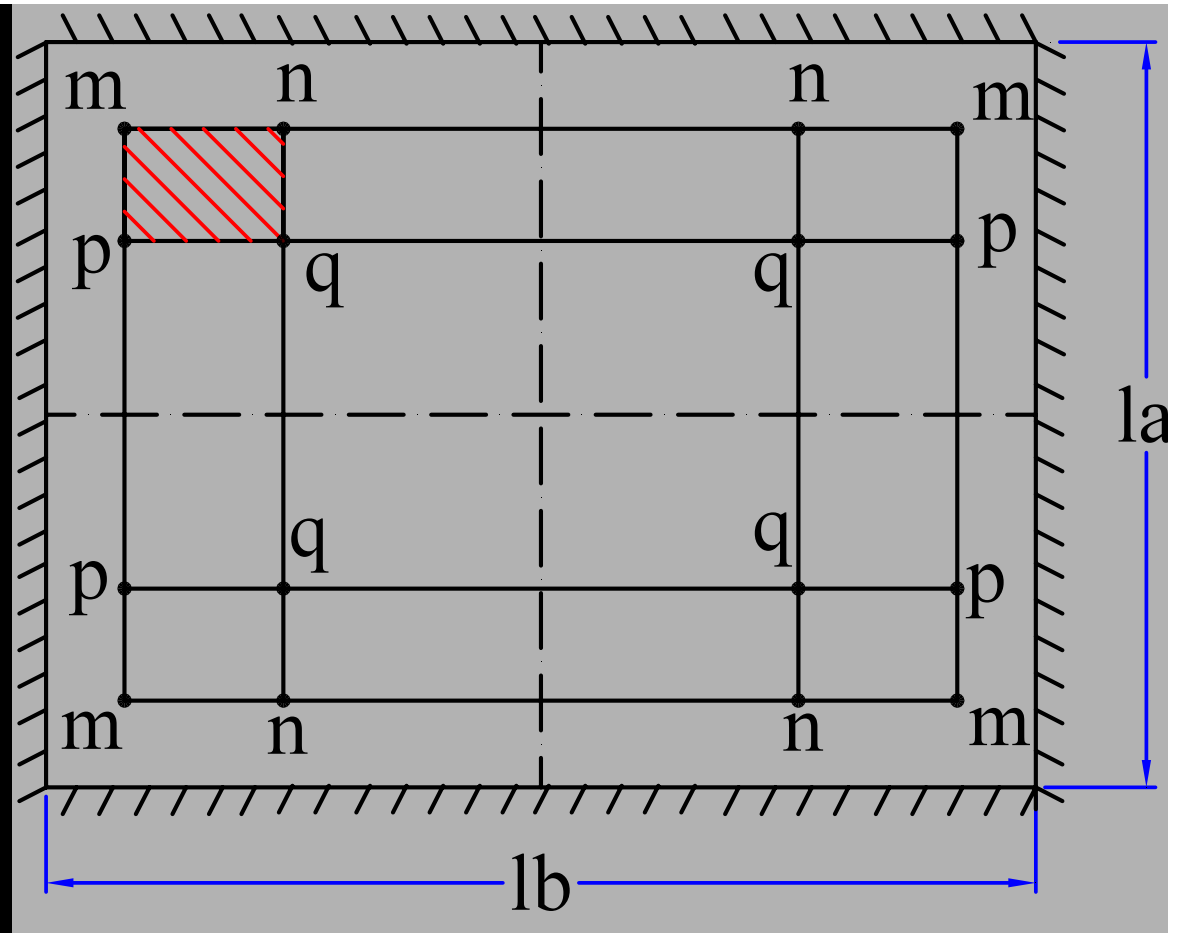
$\alpha_n; \beta_n$: tra bảng ứng với nnnn

$P_m; P_n$: tải trọng ứng với
mmmm; nnnn



+ Trường hợp tải trọng lệch tâm như hình sau:

+ Mô men phân phối cho các phương:



$$M_a = \frac{1}{4} (\alpha_m \cdot P_m - \alpha_n \cdot P_n - \alpha_p \cdot P_p + \alpha_q \cdot P_q)$$

$$M_b = \frac{1}{4} (\beta_m \cdot P_m - \beta_n \cdot P_n - \beta_p \cdot P_p + \beta_q \cdot P_q)$$

Chú ý:

- +Các công thức trên chỉ đúng khi : $l_a < l_b$
- +Nếu $l_a > l_b$ thì thay mẫu số bằng l_b và tử số bằng l_a
- *Mô men tính toán trong sơ đồ thực: $M^{tt} = K.M_o^{tt}$

-Tại 1/2 nhịp:

$$M_{1/2}^{tt} = 0.525 \left[M_t^{tt} + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot M_h^{tc} \right]$$

-Tại gối:

$$M_{1/2}^{tt} = -0.75 \left[M_t^{tt} + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot M_h^{tc} \right]$$

Trong đó:

M_t^{tt} : M do tĩnh tải gây ra, xác định theo B.G.Galerkin

M_h^{tt} : M do hoạt tải gây ra, xác định theo B.G.Galerkin

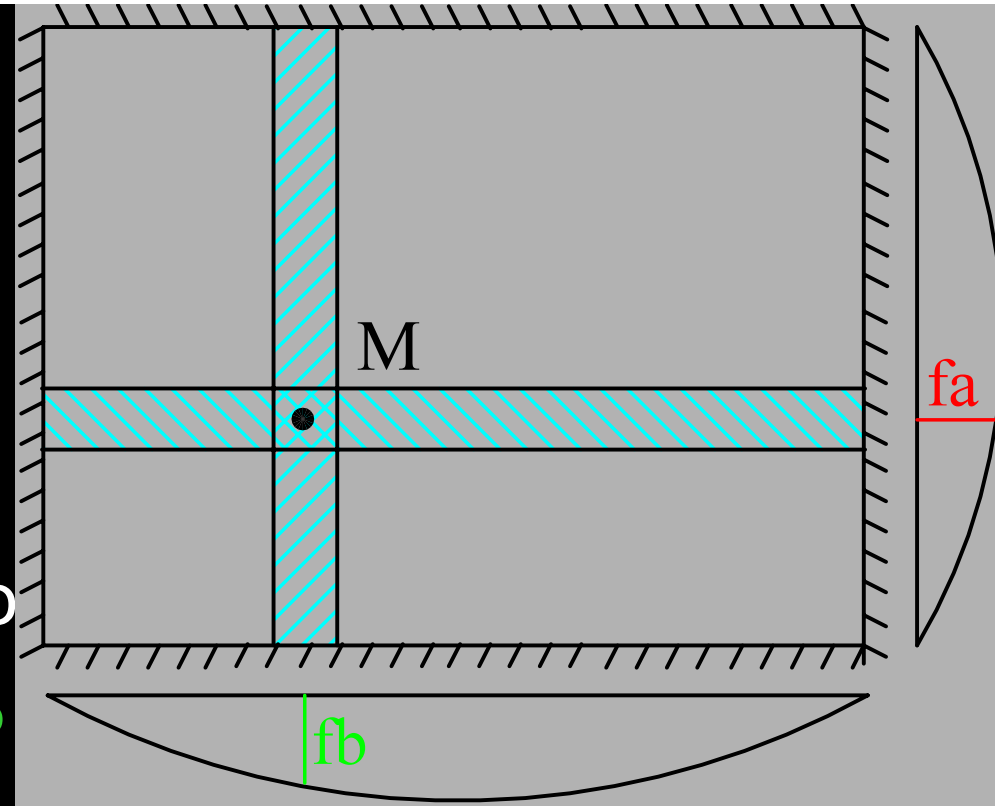
8.5.2. Xác định lực cắt:

+ Khi tính toán coi tải trọng phân bố theo hướng $l_a; l_b$ tỷ lệ nghịch với độ võng của các dầm giả tạo đó

+ Tại điểm M xét tải trọng phân bố g sẽ phân phối cho các phương $l_a; l_b$ là g_a và g_b

$$g = g_a + g_b$$

Mặt khác tại M ta có:

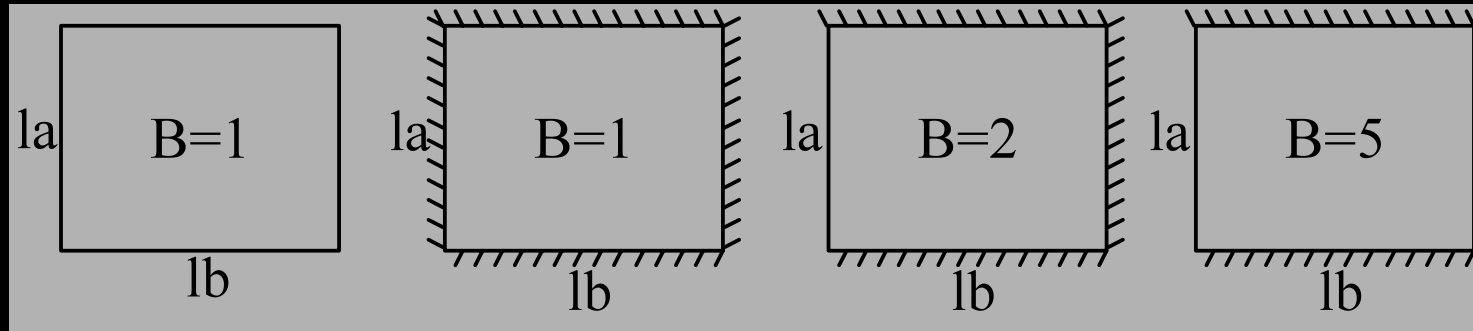


$$f_a = f_b \rightarrow \frac{g_a \cdot l_a^4}{E.I} = B \cdot \frac{g_b \cdot l_b^4}{E.I}$$

$$\Rightarrow g_a = B \frac{g \cdot l_b^4}{l_a^4 + B \cdot l_b^4} \quad ; \quad g_b = \frac{g \cdot l_a^4}{l_a^4 + B \cdot l_b^4}$$

Trong đó:

B: là hệ số phụ thuộc vào tính chất liên kết ở các cạnh



+Với tải trọng tập trung : Ta có quy luật phân bố theo các phương $l_a; l_b$ là P_a và P_b với: $P = P_a + P_b$

Mặt khác : $P_a \cdot \delta_a = P_b \cdot \delta_b \Rightarrow P_a = \frac{P \cdot \delta_b}{\delta_a + \delta_b} ; P_b = \frac{P \cdot \delta_a}{\delta_a + \delta_b}$

Trong đó: $\delta_a; \delta_b$: là độ võng của dầm có nhịp $l_a; l_b$ do $P=1$ gây ra có xét đến tính chất liên kết ở hai đầu (tra bảng 19)

+Sau khi phân bố g và P theo các phương $l_a; l_b \rightarrow Q$ như t/hợp bản kê hai cạnh, có xét đến bề rộng làm việc .

8.6. TÍNH NỘI LỰC TRONG BẢN MẶT CẦU CỦA KẾT CẤU NHỊP KHÔNG CÓ DẦM NGANG.

Tính toán bản của kết cấu nhịp không có dầm ngang là bài toán không gian phức tạp → dùng các phương pháp gần đúng xác định nội lực từ hai trường hợp đặt lực như sau:

+ Nội lực do tải trọng cục bộ.

+ Nội lực do bản làm việc không gian với KCN.

Nội lực nhận được bằng cộng hai kết quả lại với nhau.

8.6.1. Xác định nội lực do tải trọng cục bộ:

Nội lực của bản do tải trọng cục bộ tính như bản kê hai cạnh.

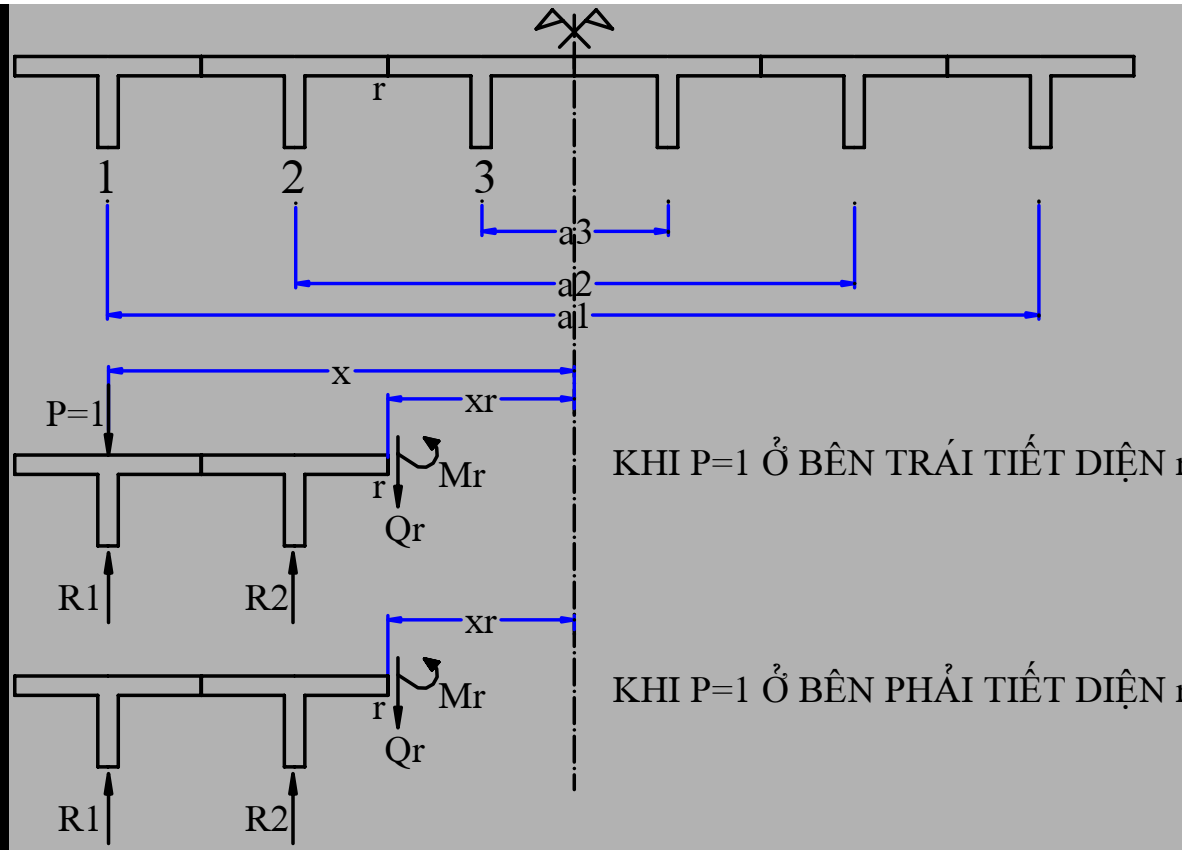
8.6.2. Xác định nội lực do bản làm việc với kết cấu nhịp:

+ Tách và xét 1m chiều rộng bản tại tiết diện giữa nhịp dầm chủ → bản như dầm liên tục kê trên các gối tựa đàn hồi là các dầm chủ.

+ Vẽ đah các phản lực gối đàn hồi R_i theo các công thức hoặc phương pháp tra bảng.

+ Từ đah các phản lực R_i vẽ các đah mô men tại các tiết diện gối và giữa nhịp bản, đah lực cắt Q ... khi cho lực $P=1$ di chuyển theo phương ngang cầu.

Tung độ đah M , Q tại các tiết diện có thể biểu diễn qua các công thức sau đây:



***Khi lực P=1 ở bên trái tiết diện tính toán "r" :**

$$M_r = -(x - x_r) + \sum_{\text{trai}} R_i \cdot (0.5a_i - x_r)$$

$$Q_r = -1 + \sum_{\text{trai}} R_i$$

***Khi lực P=1 ở bên phải tiết diện tính toán "r"**

$$M_r = \sum_{\text{trai}} R_i \cdot (0.5a_i - x_r)$$

$$Q_r = \sum_{\text{trai}} R_i$$

Sau khi vẽ các đah, ta tiến hành xếp tải lên đah nội lực tính toán.

Tải trọng tác dụng bao gồm:

*Hoạt tải đoàn người: $P_n = 0.3-0.4 \text{ T/m}$

*Hoạt tải của dây bánh xe là $P_o'' = 0.5K_{td}$

Trong đó:

K_{td} : tải trọng tương đương của ô tô hoặc xe đặc biệt, tra với đah dạng parabol có chiều dài chất tải bằng chiều dài nhịp của dầm chủ.

8.7.KHÁI NIỆM HỆ SỐ PHÂN PHỐI NGANG CỦA TẢI TRỌNG VÀ CÁCH XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PPN CỦA TẢI TRỌNG THEO PHƯƠNG PHÁP ĐÒN BẦY.

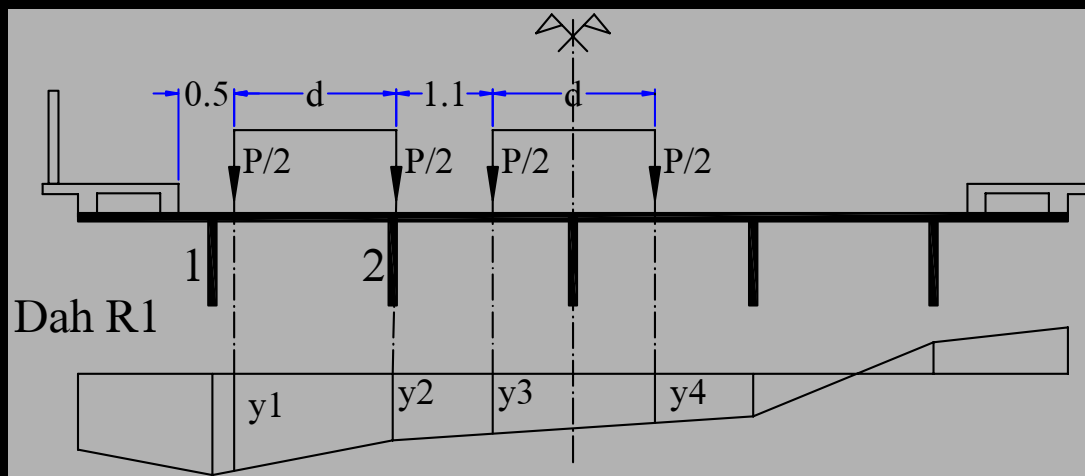
Công trình Cầu là hệ không gian phức tạp → Việc tính toán chính xác các phản ứng của hệ không gian sẽ rất phức tạp → Trong phân tích thiết kế Cầu thường phân tích theo sơ đồ phẳng → Việc chuyển đổi phân tích từ sơ đồ không gian về sơ đồ phẳng được thực hiện thông qua một giá trị hệ số, **đó là hệ số phân phối ngang của tải trọng**. Đây là một vấn đề cơ bản cần phải giải quyết trong lĩnh vực thiết kế công trình nói chung.

8.7.1. Định nghĩa HSPPN của tải trọng: (η)

Hệ số phân phối ngang của tải trọng (gọi tắt là HSPPN) là áp lực truyền lên phân tố dầm đang xét khi đặt tải lên đanh áp lực theo phương ngang cầu.

Ví dụ minh họa:

Tiến hành xếp xe bất lợi lên đanh theo phương ngang ta tìm được áp lực tác dụng lên dầm 1:



$$\Leftrightarrow \frac{P}{2} \cdot y_1 + \frac{P}{2} \cdot y_2 + \frac{P}{2} \cdot y_3 + \frac{P}{2} \cdot y_4$$

$$= P \frac{1}{2} \cdot \sum y_i = P \cdot \eta_{oto}$$

$\eta_{\text{ôtô}}$: được gọi là HSPPN của tải trọng ô tô

→ Để xác định HSPPN cần tiến hành hai bước:

+ Thiết lập đanh áp lực lên các dầm theo phương ngang cầu, hiện nay áp dụng theo ba phương pháp như sau:

- * Phương pháp đòn bẩy
- * Phương pháp nén lệch tâm
- * Phương pháp dầm liên tục kê trên các gối tựa đàn hồi.

+ Xếp tải lên đanh áp lực đó để xác định HSPPN

• Xe ô tô, xe đặc biệt :

$$\eta_{oto, XDB} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i$$

• Đoàn người :

$$\eta_{ng} = \omega$$

8.7.2. Xác định HSPPN của tải trọng theo phương pháp đòn bẩy:

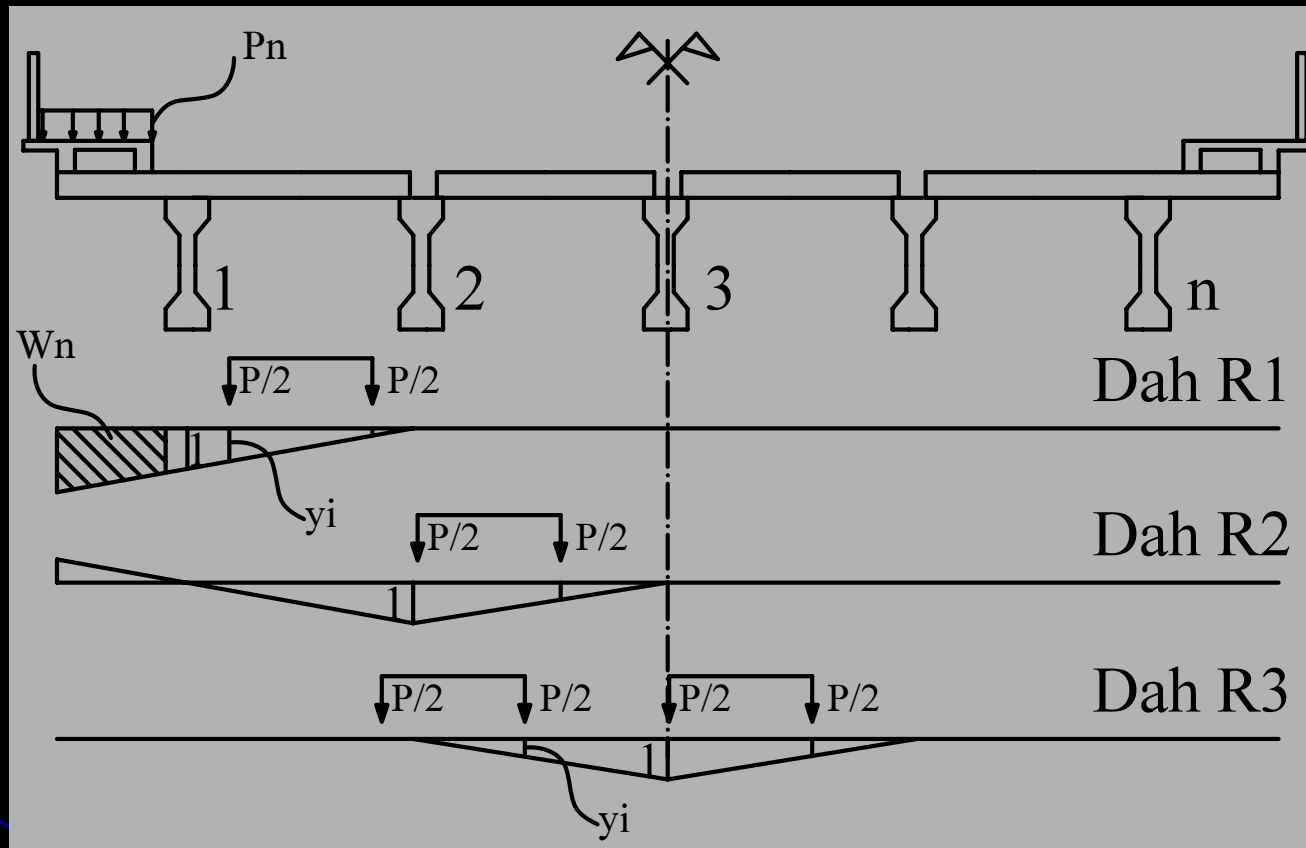
7.7.2.1. Giả thuyết tính toán:

- Độ cứng của hệ liên kết ngang là vô cùng bé → các dầm dọc được coi là độc lập, không liên kết với nhau
- Dầm ngang được xem như những dầm đơn giản hoặc mút thừa.

8.7.2.2. Nguyên lý phân bố tải trọng:

Tải trọng phân bố xuống các dầm dọc theo quy luật đòn bẩy, tức là tải trọng phân bố tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ điểm đặt lực đến dầm tính toán.

8.7.2.3. Sơ đồ và cách tính:



-Từ giả thuyết tính toán của phương pháp đòn bẩy ta vẽ đah áp lực lên các dầm chủ như trên → HSPPN theo công thức sau:

$$\eta_{oto, XDB} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i$$

$$\eta_{ng} = \omega$$

8.7.2.3. Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng:

*Ưu điểm:

-Phương pháp tính đơn giản, dễ áp dụng

*Nhược điểm:

-Đây là phương pháp gần đúng → có sai số

*Phạm vi áp dụng:

-Sử dụng khi KCN có:

+ EJ_{ngang} không chắc chắn

+ Liên kết ngang không liên tục

+ Cốt thép trong dầm ngang ít

+ Bản mặt cầu bị cắt đứt theo chiều dọc cầu.

-Áp dụng cho KCN có 2-3 dầm chủ, TD hình hộp.

-Tính toán với các tiết diện gần trong phạm vi gối của KCN có nhiều dầm chủ.

-Tính toán lực cắt trên suốt chiều dài nhịp.

8.8.XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PHÂN PHỐI NGANG CỦA TẢI TRỌNG THEO PHƯƠNG PHÁP NÉN LỆCH TÂM.

8.8.1.Giả thuyết tính toán:

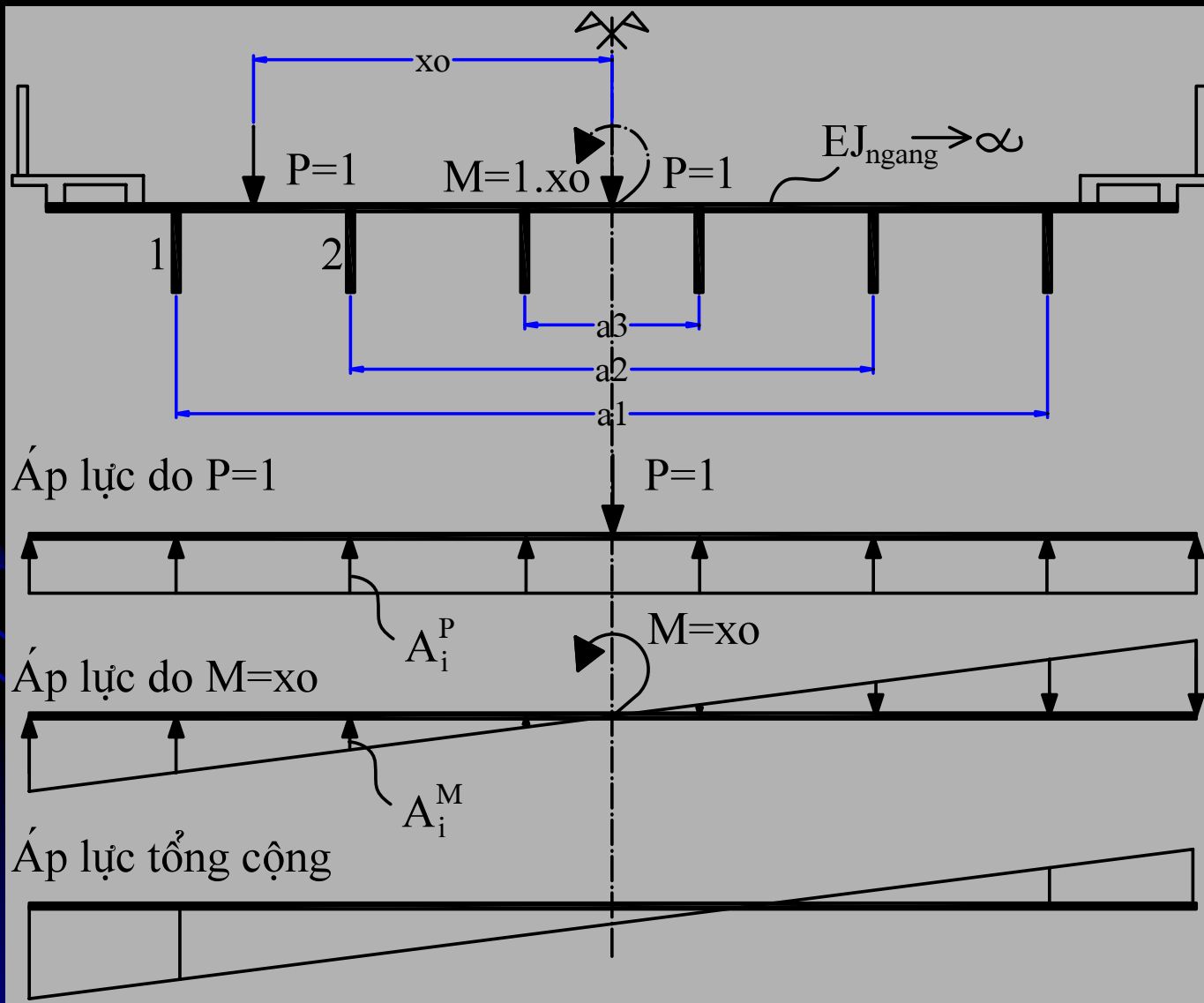
- Hệ liên kết ngang có độ cứng $EJ_{ngang} \rightarrow \infty$
- Khi chịu tải trọng kết cấu ngang chỉ có chuyển vị mà không có biến dạng (chuyển vị thẳng và xoay toàn khối)

8.8.2.Nguyên lý phân bố tải trọng:

- Tải trọng phân bố xuống các dầm như trong kết cấu chịu nén lệch tâm.
- Đường ảnh hưởng áp lực có dạng thẳng

8.8.3. Sơ đồ và cách tính:

Áp lực do lực $P=1$ đặt lệch tâm tác dụng lên dầm thứ "i" xác định như sau:



+Do $P=1$ đặt đúng tâm:

$$A_i^P = \frac{P}{n}$$

+Do $M=x_o$ đặt đúng tâm:

Ta có:

$$M = 1 \cdot x_o = \sum A_i^M \cdot a_i \quad (1)$$

$$\frac{A_1^M}{a_1} = \frac{A_2^M}{a_2} = \dots = \frac{A_i^M}{a_i} \rightarrow A_i^M = A_1^M \frac{a_i}{a_1}$$

$$(1) \Rightarrow M = x_o = \sum A_1^M \frac{a_i}{a_1} \cdot a_i = \frac{A_1^M}{a_1} \sum a_i^2$$

$$\Rightarrow A_1^M = \frac{x_o \cdot a_1}{\sum a_i^2} \rightarrow A_i^M = \frac{x_o \cdot a_i}{\sum a_i^2}$$

→ Áp lực lên dầm thứ “i” do tải trọng P=1 đặt lệch tâm là:

$$A_i = A_i^P + A_i^M = \frac{1}{n} \pm \frac{x_o \cdot a_i}{\sum a_i^2}$$

Chú ý:

-Khi vẽ đanh lên các dầm ta chỉ cần tính hai tung độ tại dầm 1 và 1' → đanh áp lực lên dầm tính toán:

* Đanh áp lực lên dầm 1:

-Tung độ tại 1 và 1' :

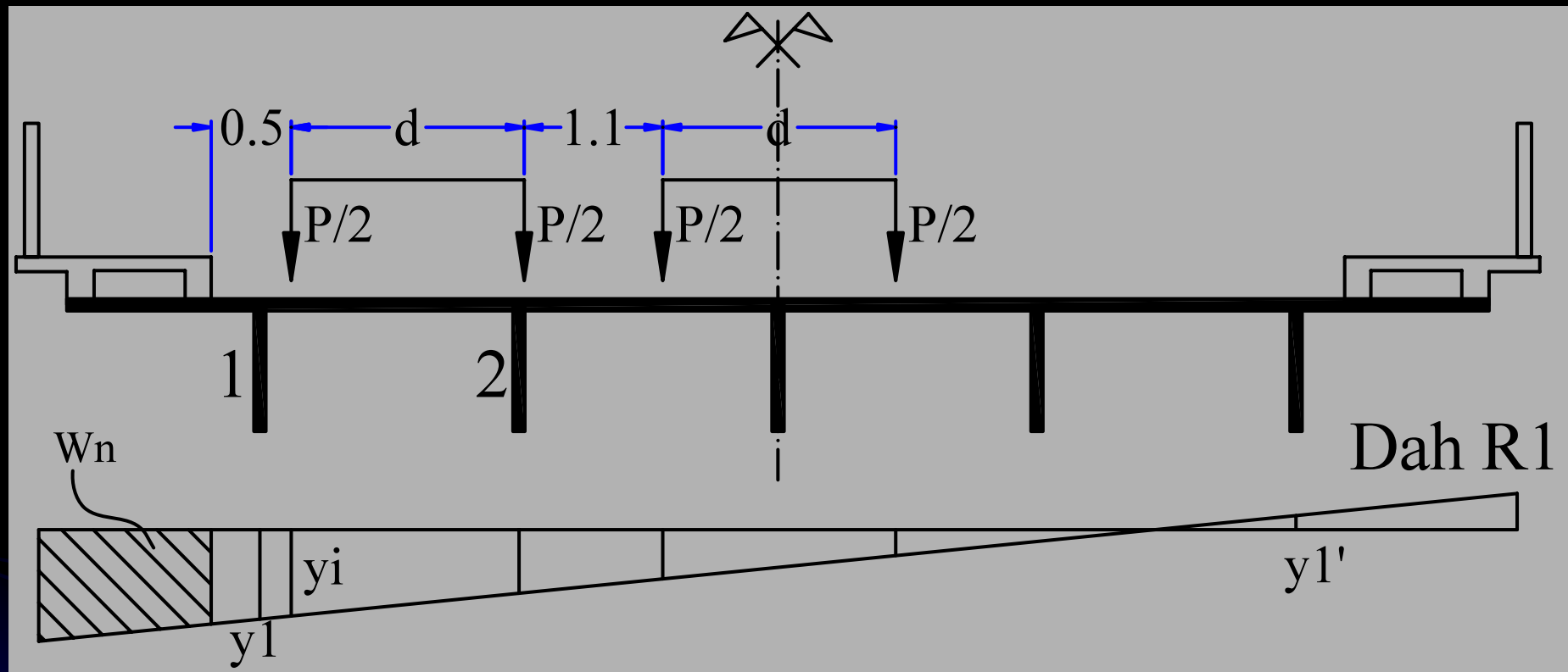
$$y_{1;1'} = \frac{1}{n} \pm \frac{a_1 \cdot a_1}{2 \cdot \sum a_i^2}$$

* Đanh áp lực lên dầm 2:

-Tung độ tại 1 và 1' :

$$y_{1;1'} = \frac{1}{n} \pm \frac{a_1 \cdot a_2}{2 \cdot \sum a_i^2}$$

+Sau khi vẽ đah áp lực, chất tải lên đah → HSPPN



$$\eta_{oto, XDB} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i$$

$$\eta_{ng} = \omega$$

8.8.4. Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng:

*Ưu điểm:

- Xác định được ngay dầm làm việc bất lợi nhất
- Áp dụng thuận lợi vì xác định HSPPN dưới dạng một công thức tường minh.

*Nhược điểm:

- Giả thuyết EJngang $\rightarrow \infty$ là rất ít gặp trong thực tế \rightarrow kết quả tính toán trong nhiều trường hợp không phù hợp với thực tế chịu lực của công trình.

*Phạm vi áp dụng:

- KCN có dầm ngang độ cứng lớn
- Áp dụng trong kết cấu dầm thép liên hợp bản BTCT
- Áp dụng khi tính toán sơ bộ.

8.9.XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PHÂN PHỐI NGANG CỦA TẢI TRỌNG THEO PHƯƠNG PHÁP DẦM KÊ TRÊN CÁC GỖ TỰA ĐÀN HỒI.

8.9.1.Giả thuyết tính toán:

-Độ cứng $EJ_{ngang} = const \rightarrow$ dưới tác dụng của tải trọng tiết diện ngang vừa có chuyển vị vừa có biến dạng.

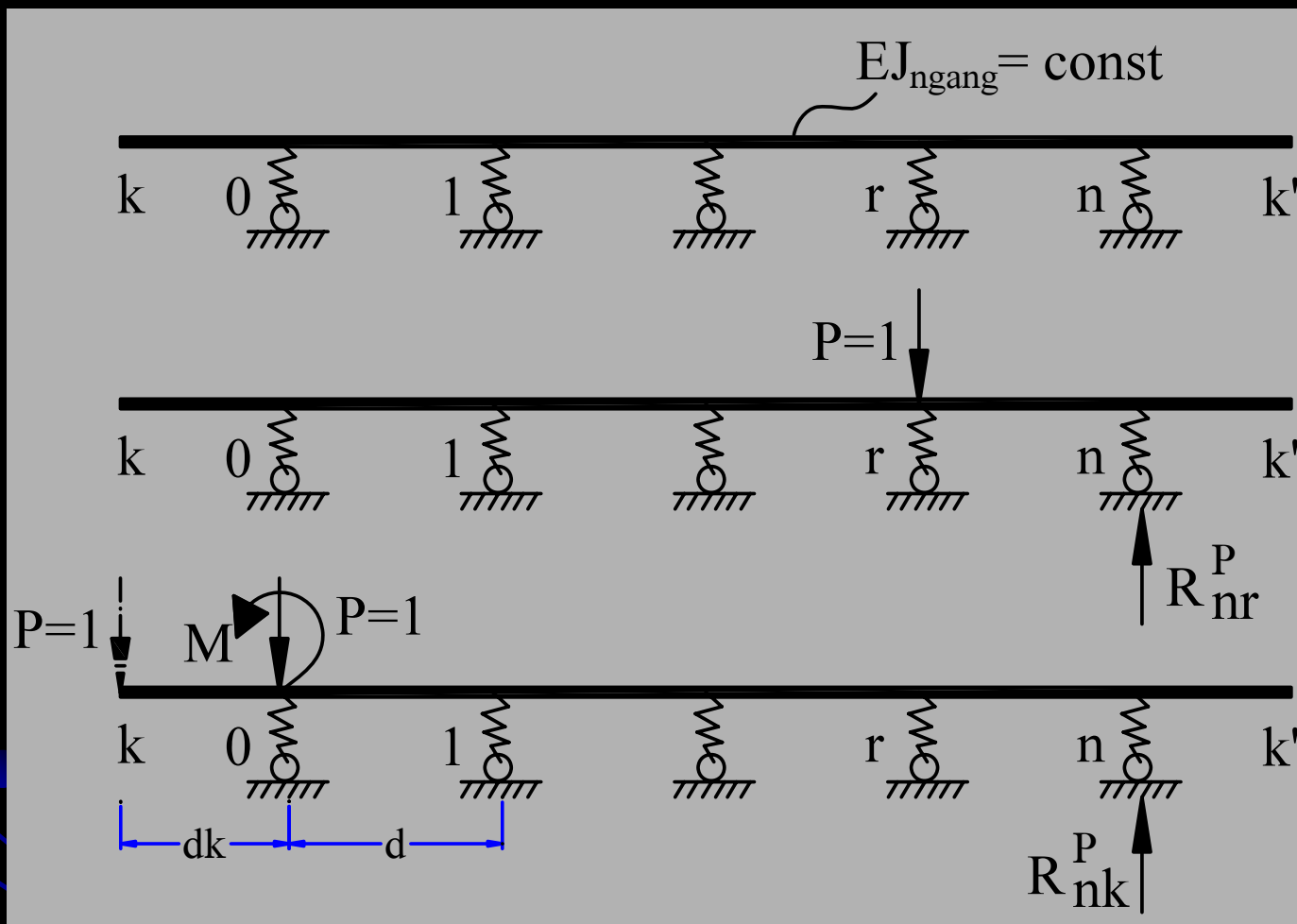
-Xem dầm ngang như một dầm liên tục kê trên các gối tựa đàn hồi là các dầm chính.

8.9.2.Nguyên lý phân phối tải trọng:

-Tải trọng phân bố xuống các dầm chính tương tự như trường hợp phân bố tải trọng lên các gối đàn hồi của một dầm liên tục. Sự phân bố của tải trọng phụ thuộc vào độ cứng của dầm dọc, dầm ngang. EJ_{ngang} càng lớn, tải trọng càng phân bố cho nhiều dầm.

-Đường ảnh hưởng sẽ có dạng cong.

8.9.3. Sơ đồ và cách tính:



Từ lý thuyết về dầm liên tục trên các gối tựa đàn hồi (phương trình 5 mô men) → xác định đanh áp lực lên các gối dầm hồi và lập thành bảng (Phụ lục 10)

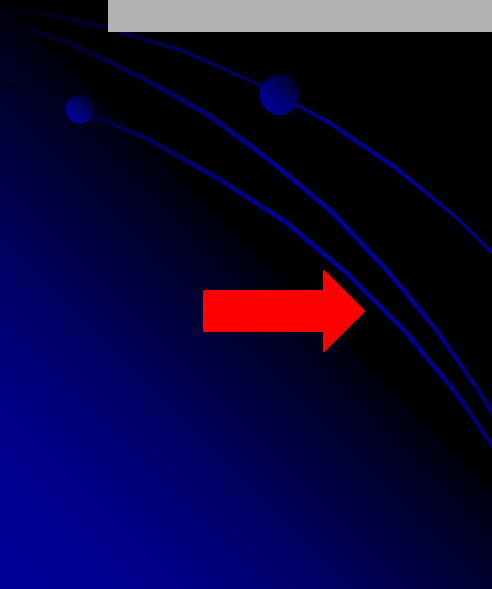
+Các giá trị trong bảng tra phụ thuộc vào số lượng nhịp và hệ số phụ thuộc vào tỷ số độ cứng của dầm chủ và dầm ngang (α) :

$$\alpha = \frac{d^3}{6.E.J' .\Delta_P}$$

Trong đó:

$$J' = J_{1m.rongban} + \frac{J_{dam.ngang}}{a}$$

$$\Delta_P = \frac{5}{384} \cdot \frac{p.l^4}{E.J_{dam}}$$



$$\alpha = 12.8 \frac{J_{dam} .d^3}{J' .l^4}$$

***Cách tra bảng:**

+Khi $P=1$ di động trên các gối từ 0-n : tiến hành tra bảng 1/ trang 478-481/ Phụ lục 10 -TK Cầu BTCT & Cầu thép) để xác định các giá trị tung độ R_{nr}^P

R_{nr}^P : Phản lực tại gối “n” do lực $P=1$ đặt tại gối “r” gây ra
 +Khi $P=1$ đặt tại đầu mút thừa, phản lực tại gối “n”:

$$R_{nk}^P = R_{no}^P + d_k \cdot R_{no}^M$$

R_{no}^M : Phản lực tại gối “n” do mô men $M=1$ đặt tại gối “o” gây ra (tra bảng 2-phụ lục 10). Giá trị trong bảng tra là $d \cdot R_{no}^M$ do vậy ta phải chia giá trị tìm được cho d

→ Công thức được viết lại như sau:

$$R_{nk}^P = R_{no}^P + \frac{d_k}{d} R_{no}^M$$

*Trình tự các bước tiến hành khi xác định HSPPN theo phương pháp dầm liên tục kê trên các gối tựa đàn hồi:
+ Xác định các số liệu ban đầu của kết cấu nhịp: khoảng cách, kích thước dầm chủ; khoảng cách, kích thước dầm ngang (nếu có)

+ Xác định $J_{\text{dầm chủ}}$; $J_{\text{dầm ngang}}$

+ Xác định hệ số mềm α

+Tra bảng xác định các tung độ đanh: R_{nr}^P

+Tính tỷ số d_k/d sau đó tra bảng xác định: $d.R_{no}^M$

+Tính các tung độ tại nút thừa theo công thức:

$$R_{nk}^P = R_{no}^P + d_k \cdot R_{no}^M$$

+Vẽ đanh áp lực lên các dầm, xếp xe bất lợi để xác định HSPPN.

8.9.4. Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng:

*Ưu điểm:

- Kết quả tính toán khá chính xác .
- Đây là phương pháp tổng quát nhất so với hai phương pháp: đòn bẩy và nén lệch tâm. Hay nói cách khác:
 $\alpha \rightarrow 0$: Trở thành phương pháp nén lệch tâm
 $\alpha \rightarrow \infty$: Trở thành phương pháp đòn bẩy.

*Nhược điểm:

- Khó suy luận được dầm bất lợi ngay để thiết kế.
- Chưa đề cập đến yếu tố xoắn trong KCN.

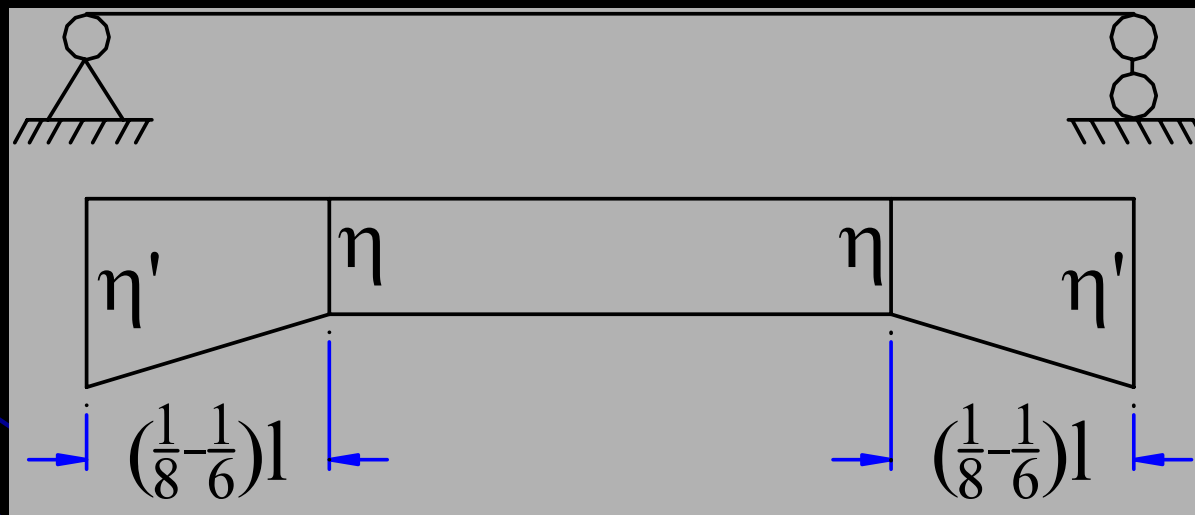
*Phạm vi áp dụng:

- Sử dụng hợp lý khi $0.005 \leq \alpha \leq 1.5$
- Cầu có khổ rộng , TD ngang có biến dạng rõ rệt
- Nếu số nhịp trong mặt cắt ngang > 8 trong tính toán chỉ dùng 8 nhịp, vì ảnh hưởng của các nhịp tiếp theo không đáng kể.

8.9.5. Sự thay đổi hệ số phân phối ngang của tải trọng:

+ Đối với các tiết diện gần phạm vi gối, hai phương pháp NLT & DLTTGĐH sẽ không chính xác .

+ Tại các tiết diện gần gối ta xác định theo phương pháp đòn bẩy sẽ cho kết quả chính xác hơn. Sự biến đổi HSPPN có thể lấy theo hình sau:



- Thường chỉ tính toán sự thay đổi HSPPN cho thành phần nội lực có giá trị lớn tại gối, và thiên về an toàn có thể lấy HSPPN theo phương pháp đòn bẩy khi tính toán lực cắt Q trên suốt chiều dài nhịp.

8.11. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM DỌC PHỤ CỦA KẾT CẤU NHỊP

8.11.1. Xác định tải trọng tác dụng:

8.11.1.1. Tĩnh tải:

- Tải trọng dầm dọc phụ :

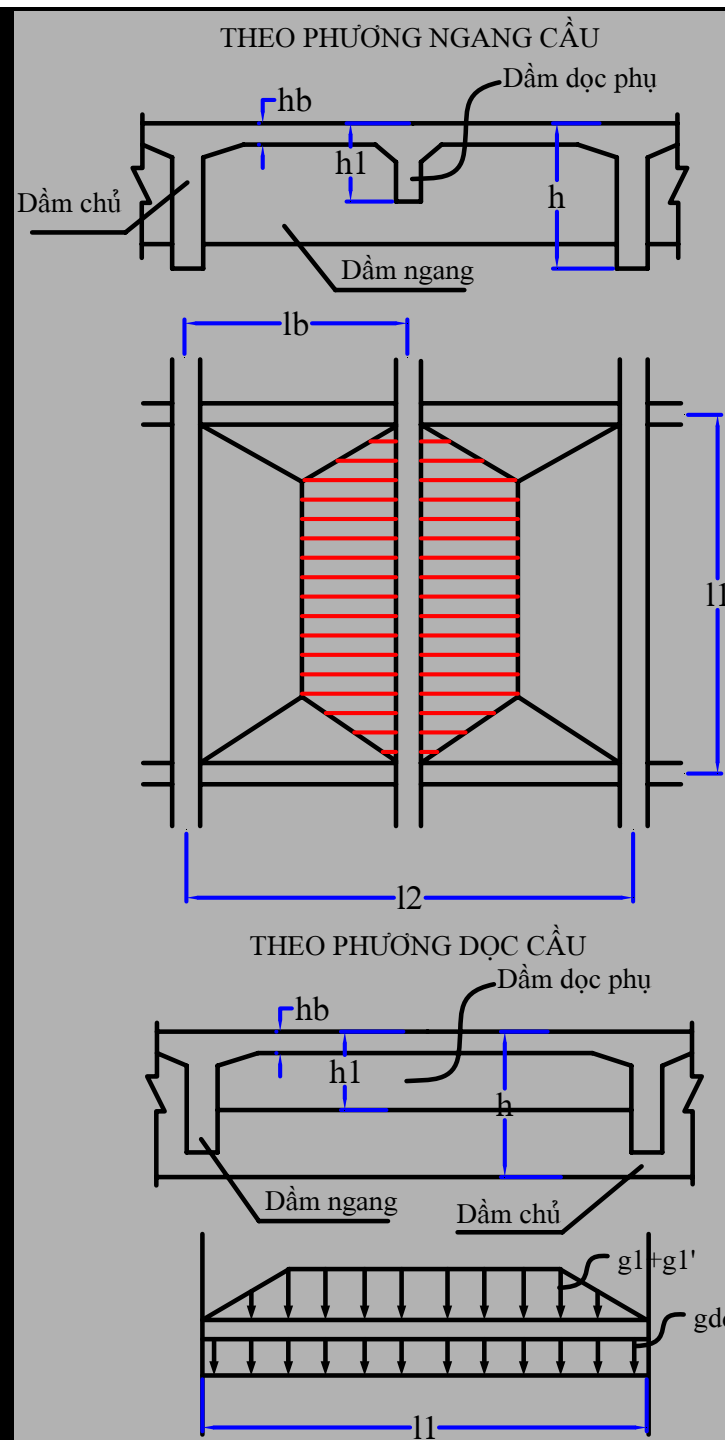
$$g_{dd} = 2.5(h_1 - h_b) \cdot b \text{ (T/m)}$$

- Trọng lượng CLMC g_1 :

$$g_1 = g_{mc} \cdot l_b$$

- Trọng lượng bản mặt cầu g_1' :

$$g_1' = g_b \cdot l_b$$



8.11.1.2. Hoạt tải:

Xác định hệ số phân phối ngang của hoạt tải đối với dầm dọc phụ.

Trị số tại giữa nhịp l_b (1/4 chiều dài nhịp) được xác định theo công thức gần đúng:

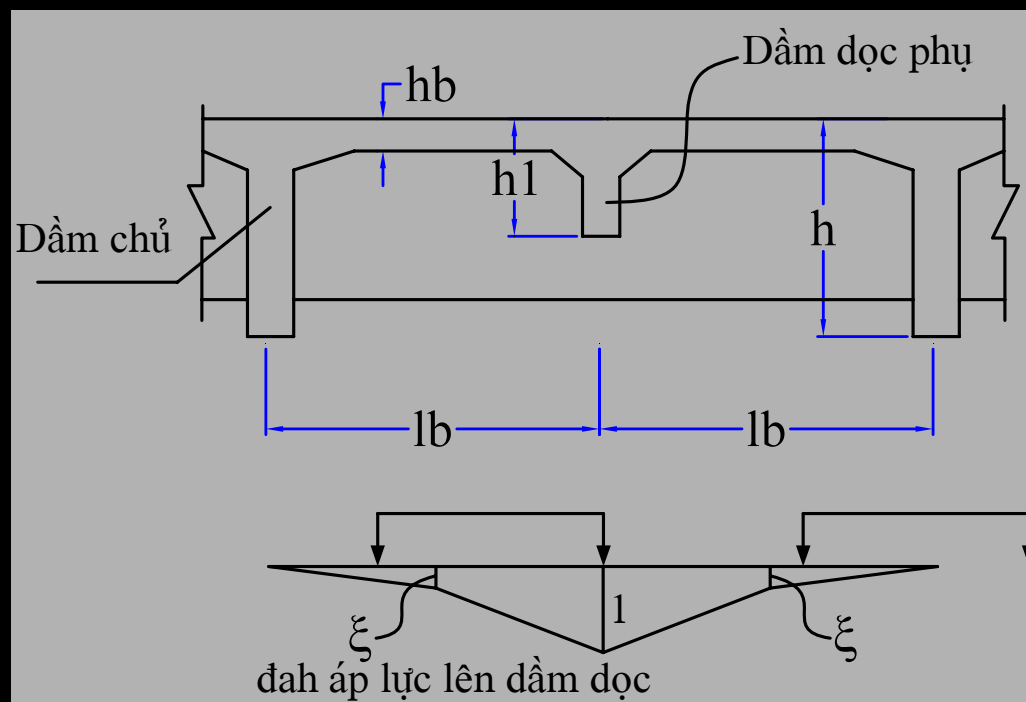
$$\xi = 0.5 \frac{l_1^3}{l_1^3 + l_b^3}$$

***Chú ý:** khi $l_1 \geq 2l_b$ thì nhịp

có dạng gãy khúc thành nhịp dạng tam giác.

-Hệ số phân phối ngang khi xếp tải trọng ô tô, xe đặc biệt:

$$\eta_{oto, XDB} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i$$



8.11.2. Xác định Mô men tính toán:

8.11.2.1. Đối với hoạt tải:

Để đơn giản ta tính với sơ đồ dầm đơn giản có cùng chiều dài nhịp, sau đó nhân với hệ số có xét đến tính chất liên tục của dầm:

$$M_0 = (1 + \mu) \cdot \eta \cdot \sum P_i \cdot y_i^M$$

8.11.2.2. Đối với tĩnh tải:

Nếu chiều dài các nhịp dầm dọc phụ chênh nhau không quá 20%, dầm dọc phụ sẽ tính như một dầm liên tục theo các công thức gần đúng:

8.11.2.3. Công thức xác định mô men tính toán:

+ Tại tiết diện giữa nhịp:

$$\max M_{0.5} = 0.05 \sum (n_i \cdot g_i) l_1^2 + n_h \cdot 0.7 M_0$$

$$\min M_{0.5} = 0.05 \sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1^2 - n_h \cdot 0.3 M_0$$

+ Tại tiết diện các gối giữa:

$$\max M_g = -0.08 \sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1^2 + n_h \cdot 0.2 M_0$$

$$\min M_{0.5} = -0.08 \sum (n_i \cdot g_i) l_1^2 - n_h \cdot 0.9 M_0$$

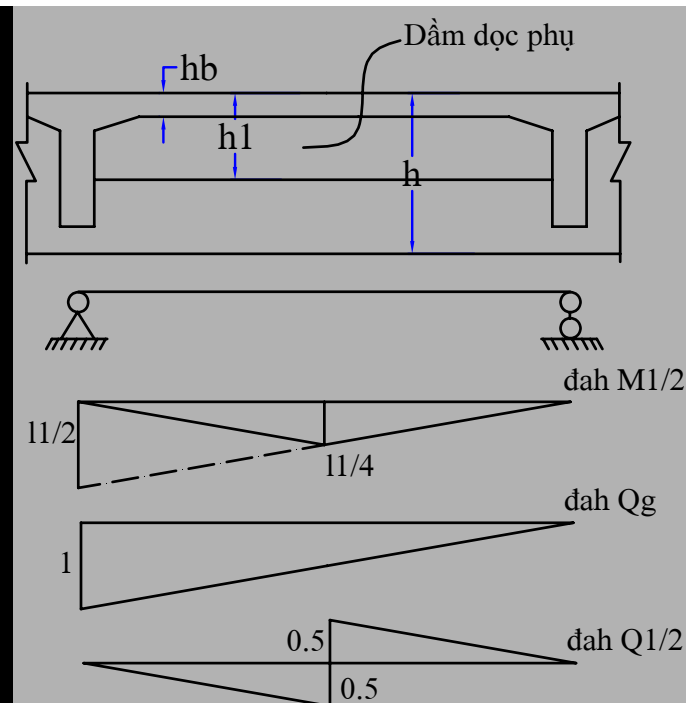
Trong đó:

$$\sum (n_i \cdot g_i) l_1^2 = 1.1(g_0 + g_1) + 1.5 g_1'$$

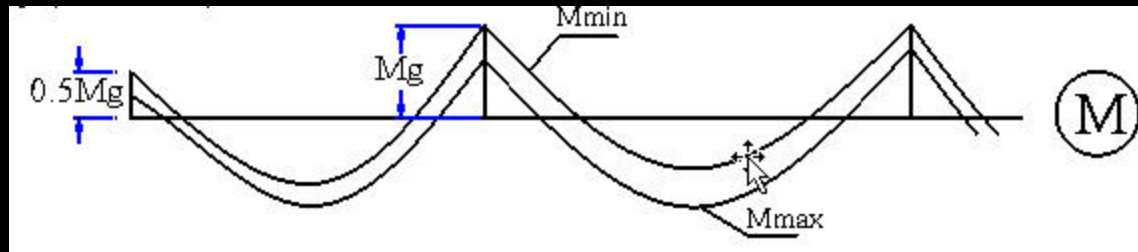
: khi nội lực do tĩnh tải và hoạt tải cùng dấu.

$$\sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1^2 = 0.9(g_0 + g_1) + 0.9 g_1'$$

: khi nội lực do tĩnh tải và hoạt tải trái dấu.



Biểu đồ bao mô men trong dầm dọc



Chú ý: M tại gối biên lấy bằng 1/2 M tại gối giữa

8.11.3. Xác định Lực cắt tính toán:

Được xác định theo các công thức gần đúng có xét đến tính chất liên tục của dầm:

+Tại tiết diện gối biên:

$$Q = 0.45 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h \cdot 0.95 Q_o$$

+Tại tiết diện trái gối thứ 2:

$$Q = -0.55 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 - n_h \cdot 1.15 Q_o$$

+Tại tiết diện phải gối thứ 2 và các gối tiếp theo:

$$Q = 0.5 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h \cdot 1.15 Q_o$$

8.11.3. Xác định Lực cắt tính toán:

+Tiết diện giữa nhịp thứ 1:

Phần dương:

$$Q = -0.1 \sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1 + n_h 0.9 Q_1$$

Phần âm :

$$Q = -0.1 \sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1 - n_h 1.4 Q_1$$

+Tiết diện ở giữa nhịp 2 và các nhịp tiếp theo:

Trong đó:

$$Q = 0.3 \sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1 + n_h 1.6 Q_1$$

Q_0, Q_1 : lực cắt tại gối và giữa nhịp gây ra trong dầm đơn giản được xác định bằng đah có xét đến HSPPN và hệ số xung kích.

Biểu đồ bao lực cắt trong dầm dọc



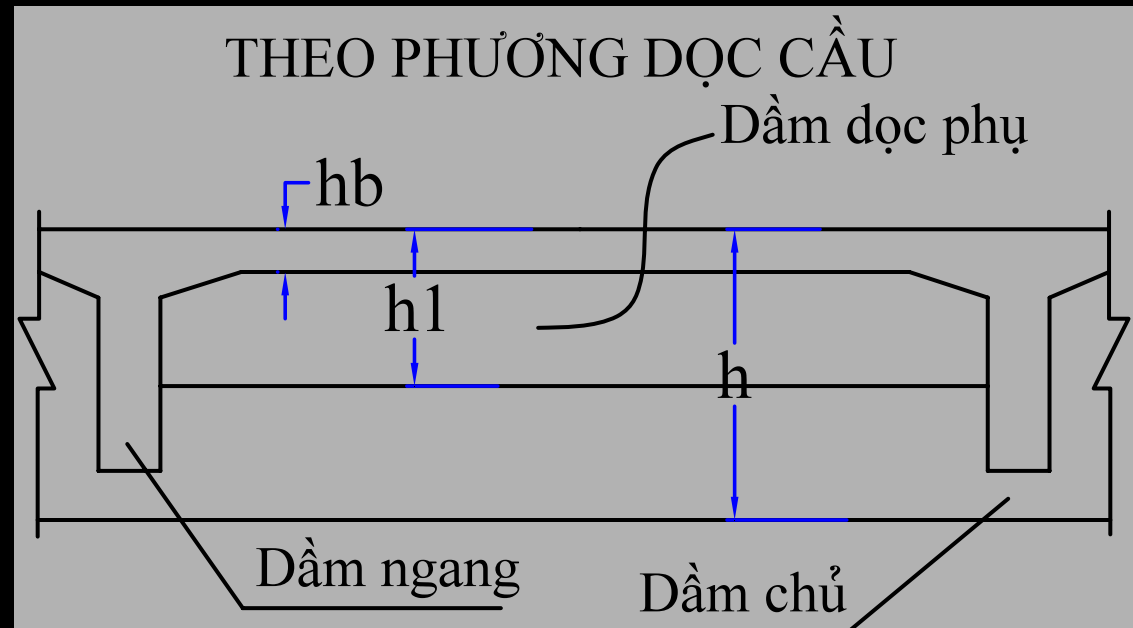
TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM NGANG CỦA KẾT CẤU NHỊP

*Đặc điểm tính toán nội lực trong dầm ngang

+**Cục bộ**: Coi dầm ngang là dầm liên tục trên các gối cứng chịu tải trọng cục bộ của các bánh xe ô tô hoặc xe đặc biệt và tĩnh tải.

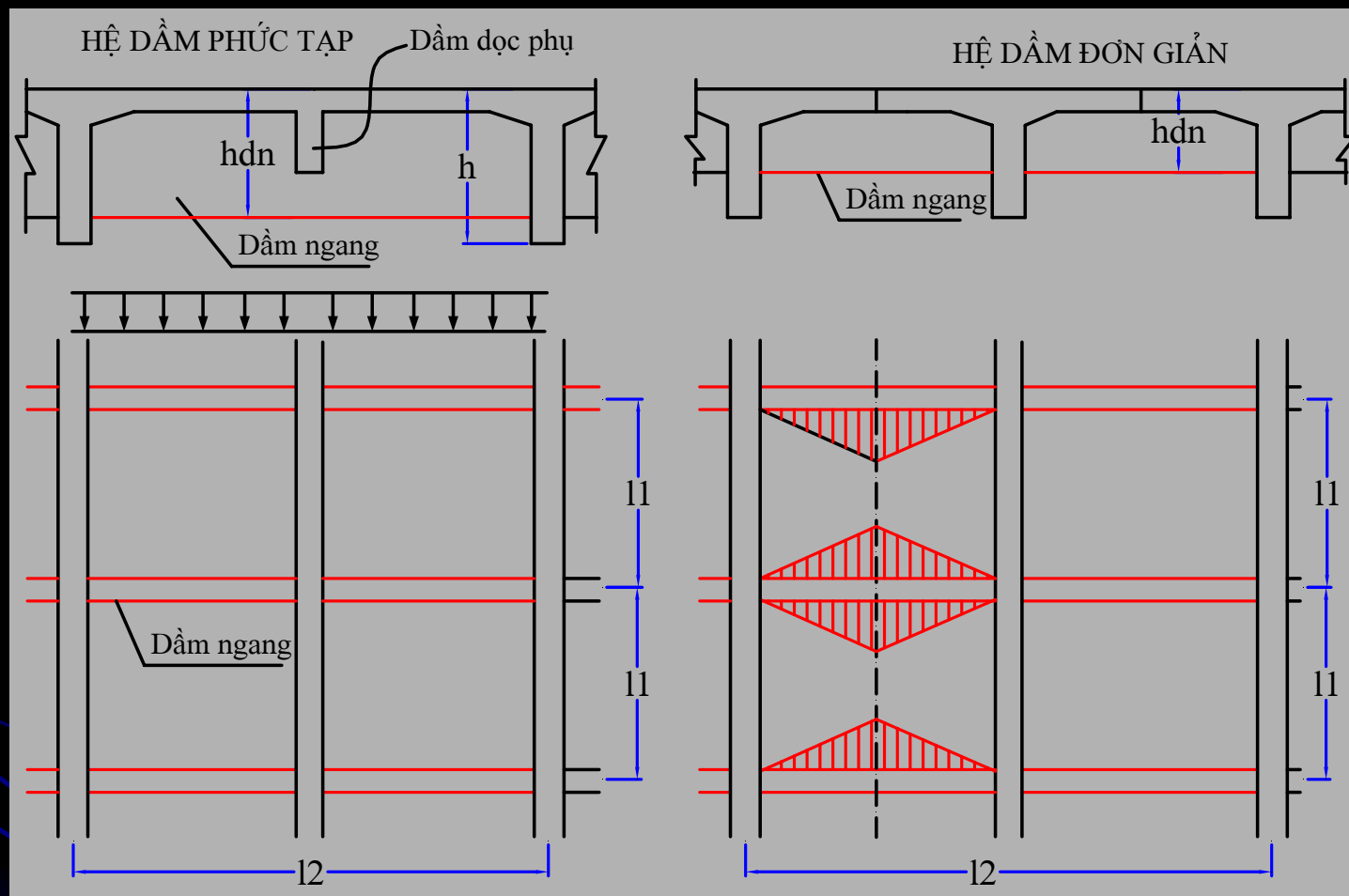
+**Không gian**: do dầm ngang cùng tham gia làm việc với toàn bộ kết cấu nhịp

→ Nội lực tính toán sẽ bằng tổng nội lực cục bộ và không gian gây ra.



8.12. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM NGANG CHỊU LỰC CỤC BỘ

8.12.1. Xác định tính tải tác dụng:



*Tĩnh tải bao gồm:

- Trọng lượng bản thân dầm ngang : $g_{dn} (g_0)$ (T/m)
- Trọng lượng bản mặt cầu : $g_{bmc} (g_1)$ (T/m²)
- Trọng lượng các lớp mặt cầu : $g_{lmc} (g_1')$ (T/m²)
- Trọng lượng dầm dọc phụ (nếu có) : $g_{dd} (g_0')$ (T/m)

+Đối với hệ dầm phức tạp . Tất cả các tải trọng tính được xem như tải trọng phân bố đều trên suốt chiều dài dầm ngang , có giá trị là g_2 : →

$$g_2 = 2.5(h_{dn} - h_b).b_{dn} + g_{dd} \cdot \frac{l_1}{l_2} + (g_{bmc} + g_{lmc})l_1$$

+Đối với hệ dầm đơn giản . Tính tải phân phối theo quy luật bản kê 4 cạnh. Có thể thay thế biểu đồ hình tam giác bằng biểu đồ tải trọng phân bố đều với giá trị như sau:

$$g'_{bmc} = \frac{2}{3} g_{bmc} \quad ; \quad g'_{lmc} = \frac{2}{3} g_{lmc}$$

8.12.2.Xác định hoạt tải tác dụng:

Vẽ đah của áp lực tác dụng lên dầm ngang: →

- +Nếu kết cấu nhịp là hệ dầm phức tạp: đah áp lực lên dầm ngang có dạng tam giác.
- +Nếu KCN là hệ dầm đơn giản và có bố trí khe nối dọc ở bản. tải trọng chỉ truyền xuống dầm ngang từ các bộ phận trực tiếp kê lên dầm ngang với chiều dài l_2 .
- +Nếu KCN là hệ dầm đơn giản không có bố trí khe nối dọc ở bản. đah áp lực dạng gãy khúc. Tung độ đah áp lực tại $\frac{1}{4}$ chiều dài của nó là:

$$\xi = 0.5 \frac{l_2^3}{l_2^3 + l_1^3}$$

*Sau khi vẽ đah áp lực lên dầm ngang. Tiến hành xếp tải trọng lên đah để xác định áp lực của một dãy bánh xe tác dụng lên dầm ngang (xếp xe theo phương dọc cầu): →

$$P'_o = 0.5 \sum P_i \cdot y_i^R$$

8.12.3. Xác định nội lực trong dầm ngang do tải trọng cục bộ:

-Vẽ đah nội lực trong dầm ngang như đối với dầm đơn giản: đahM; đahQ

-Xếp tải lên đah nội lực dầm ngang theo phương ngang cầu. Sau đó nhân kết quả thu được với các hệ số để xét đến sự liên tục.

***Mô men tính toán:** (dầm ngang liên tục hai nhịp)

-Tại giữa nhịp:

$$\begin{aligned} \max M_{0.5} &= 0.06 \sum (n_1 \cdot g_1) \cdot l_2^2 + n_h \cdot 0.7 M_o \\ \min M_{0.5} &= 0.06 \sum_1 (n_1 \cdot g_1) \cdot l_2^2 - n_h \cdot 0.25 M_o \end{aligned}$$

-Tại gối giữa:

$$\begin{aligned} \max M_g &= -0.12 \sum_1 (n_1 \cdot g_1) \cdot l_2^2 \\ \min M_g &= -0.12 \sum (n_1 \cdot g_1) \cdot l_2^2 - n_h \cdot 0.9 M_o \end{aligned}$$

M_o : mô men tại giữa nhịp xác định trong dầm đơn giản:

$$M_o = (1 + \mu) \sum P'_o \cdot y_i$$

$$\sum (n_i \cdot g_i) = 1.1(g_o + g_1) + 1.5 g'_1$$

$$\sum_1 (n_i \cdot g_i) = 0.9(g_o + g_1) + 0.9 g'_1$$

***Lực cắt tính toán:**

Được xác định theo các công thức gần đúng có xét đến tính chất liên tục của dầm: \longrightarrow

+Tại tiết diện gối biên:

$$Q = 0.45 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h \cdot 0.95 Q_o$$

+Tại tiết diện trái gối thứ 2:

$$Q = -0.55 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 - n_h \cdot 1.15 Q_o$$

+Tại tiết diện phải gối thứ 2 và các gối tiếp theo:

$$Q = 0.5 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h \cdot 1.15 Q_o$$

+Tiết diện giữa nhịp thứ 1:

Phần dương:

$$Q = -0.1 \sum_1 (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h \cdot 0.9 Q_1$$

Phần âm :

$$Q = -0.1 \sum_1 (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 - n_h \cdot 1.4 Q_1$$

+Tiết diện ở giữa nhịp 2 và các nhịp tiếp theo:

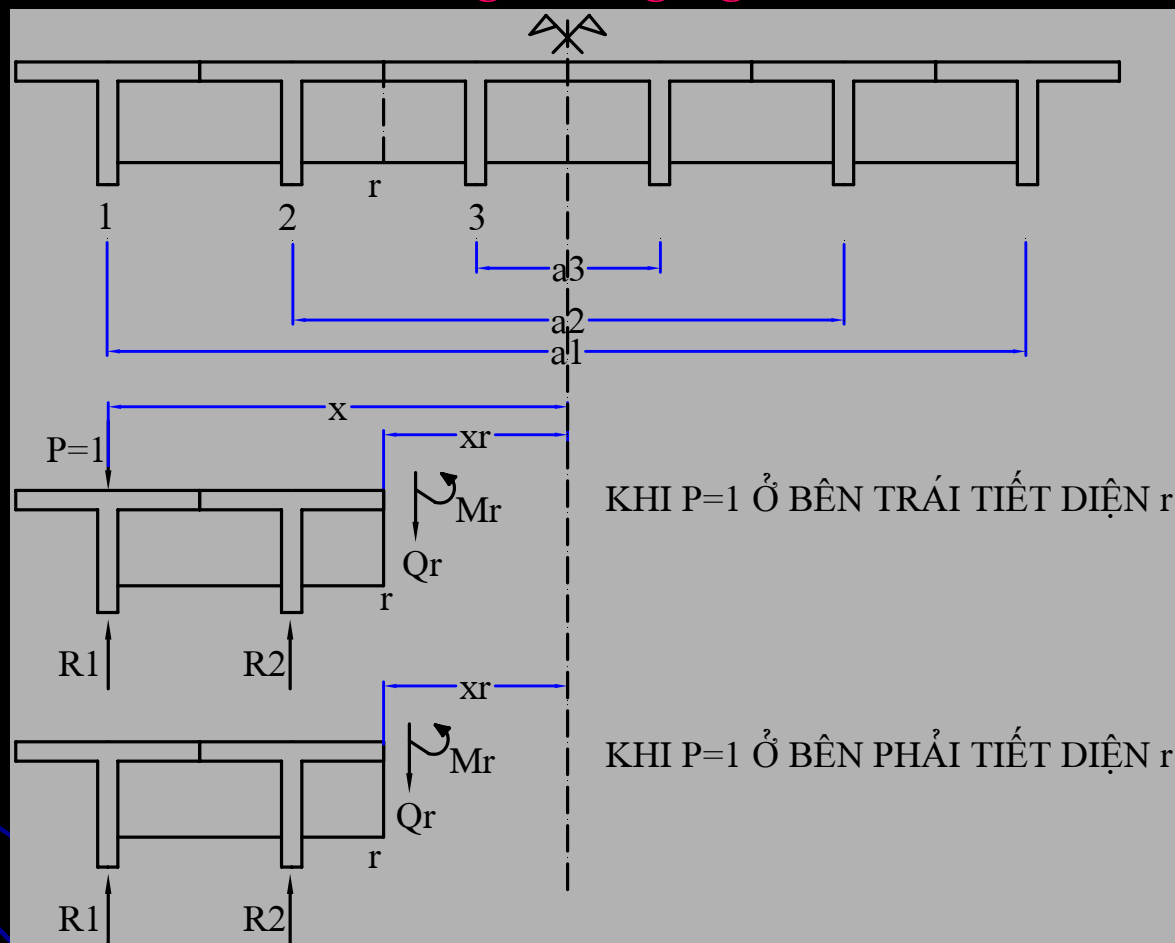
$$Q = 0.3 \sum_1 (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h \cdot 1.6 Q_1$$

Với Q_o, Q_1 : lực cắt tại gối và giữa nhịp gây ra trong dầm đơn giản được xác định bằng đah có xét đến HSPPN và hệ số xung kích.

$$Q_{o,1} = (1 + \mu) \cdot \sum P_o' \cdot y_i$$

8.13. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM NGANG LÀM VIỆC VỚI KCN

8.13.1. Trình tự tính toán nội lực trong dầm ngang làm việc với KCN:



+Vẽ đah các phản lực gối đỡ R_i theo các công thức hoặc phương pháp tra bảng.

+Từ đah các phản lực R_i vẽ các đah mô men tại các tiết diện gối và giữa nhịp bản, đah lực cắt Q ...khi cho lực $P=1$ di chuyển theo phương ngang cầu.

Tung độ đah M, Q tại các tiết diện có thể biểu diễn qua công thức:

***Khi lực P=1 ở bên trái tiết diện tính toán “r” :**

$$M_r = -(x - x_r) + \sum_{\text{trái}} R_i \cdot (0.5a_i - x_r)$$

$$Q_r = -1 + \sum_{\text{trái}} R_i$$

***Khi lực P=1 ở bên phải tiết diện tính toán “r” :**

$$M_r = \sum_{\text{trái}} R_i \cdot (0.5a_i - x_r)$$

$$Q_r = \sum_{\text{trái}} R_i$$

Sau khi vẽ các đah, ta tiến hành xếp tải lên đah → nội lực tính toán. →

Tải trọng tác dụng bao gồm:

*Do tính tải tác dụng lên 1 dầm ngang:

-**Mặt đường xe chạy :** p1 (T/m)

-**Đường người đi :** p2 (T/m)

-**Lan can :** P (T)

*Hoạt tải:

-**Hoạt tải đoàn người:** P''_n = q_n · l₁ (T/m)

-**Hoạt tải của dây bánh xe là :** P''_o = 0,5 · K_{td} · l₁ (T/m)

Trong đó:

Ktd : tải trọng tương đương của hoạt tải, tra với dạng parabol

l_1 : khoảng cách giữa các dầm ngang

qn (T/m²): cường độ tải trọng đoàn người.

Công thức xác định nội lực tính toán:

$$S^{tt} = \sum (n_i \cdot p_i) \cdot \omega + n_t \cdot P \sum y_t + n_h \cdot (1 + \mu) P_o'' \sum y_i + n_h \cdot P_n'' \cdot \omega_n$$

Chú ý:

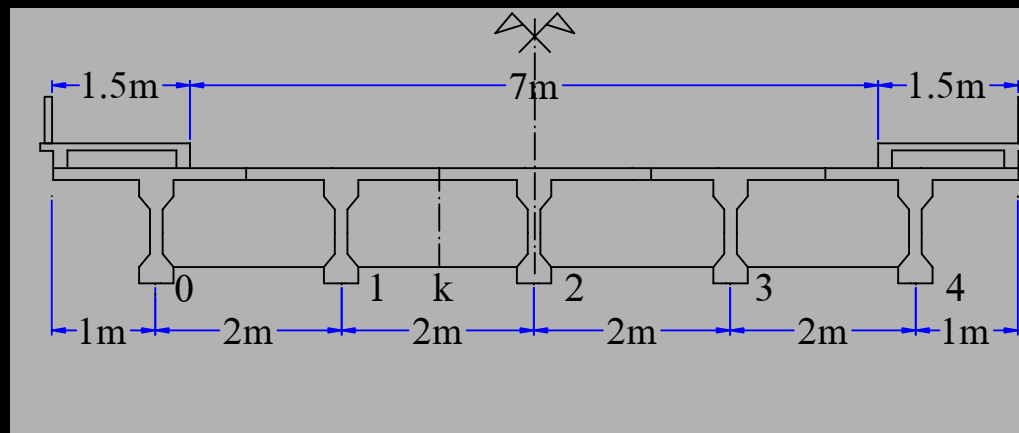
- + Nội lực do tĩnh tải được tính hai lần với $n_t=1.5$ và $n_t=0.9$ trị số lớn sẽ cộng với nội lực do hoạt tải có cùng dấu với nội lực do tĩnh tải gây ra;
- trị số nhỏ sẽ cộng với nội lực khác dấu của hoạt tải.

+Hệ số xung kích đối với hoạt tải ô tô phải xác định theo chiều dài nhịp của dầm chính.

+Cộng nội lực trong trường hợp làm việc với kết cấu nhịp với nội lực do tải trọng cục bộ để được giá trị nội lực cuối cùng.

8.6.3. Ví dụ minh họa:

Cho mặt cắt ngang kết cấu nhịp như hình vẽ sau:



Yêu cầu: Xác định nội lực trong dầm ngang tại tiết diện “k” khi dầm ngang tham gia làm việc với kết cấu nhịp dưới tác dụng của hoạt tải; biết các số liệu tính toán như sau:

- Chiều dài nhịp tính toán: $l = 30$ (m)
- Khoảng cách giữa các dầm ngang $l_1 = 4$ (m)
- Hoạt tải tác dụng : H30 + đoàn người 300kg/m^2

Giải:

+ Để xác định nội lực trong dầm ngang tại tiết diện “k” khi tham gia làm việc với KCN ta phải vẽ đồ ảnh áp lực lên dầm số 0; và 1 như sau:

Áp dụng phương pháp nén lệch tâm ta có:

*Đối với dầm “0”:

$$y_{1;1'} = \frac{1}{n} + \frac{a_1^2}{2 \sum a_i^2} = \frac{1}{5} \pm \frac{8.8}{2 \cdot (8^2 + 4^2)} = 0.6 \quad ; \quad -0.2$$

*Đối với dầm “1”:

$$y_{1;1'} = \frac{1}{n} + \frac{a_1 \cdot a_2}{2 \sum a_i^2} = \frac{1}{5} \pm \frac{8.4}{2 \cdot (8^2 + 4^2)} = 0.4 \quad ; \quad 0 \quad \rightarrow$$

Áp dụng công thức trên ta thiết lập được công thức xác định tung độ đanh của nội lực tại tiết diện “k” như sau:

+Khi P=1 di động bên trái tiết diện “k”

$$M = -(x-2) + 3 \cdot R_0 + R_1$$

$$Q = -1 + R_0 + R_1$$

+Khi P=1 di động bên phải tiết diện “k”

$$M = 3 \cdot R_0 + R_1$$

$$Q = R_0 + R_1$$

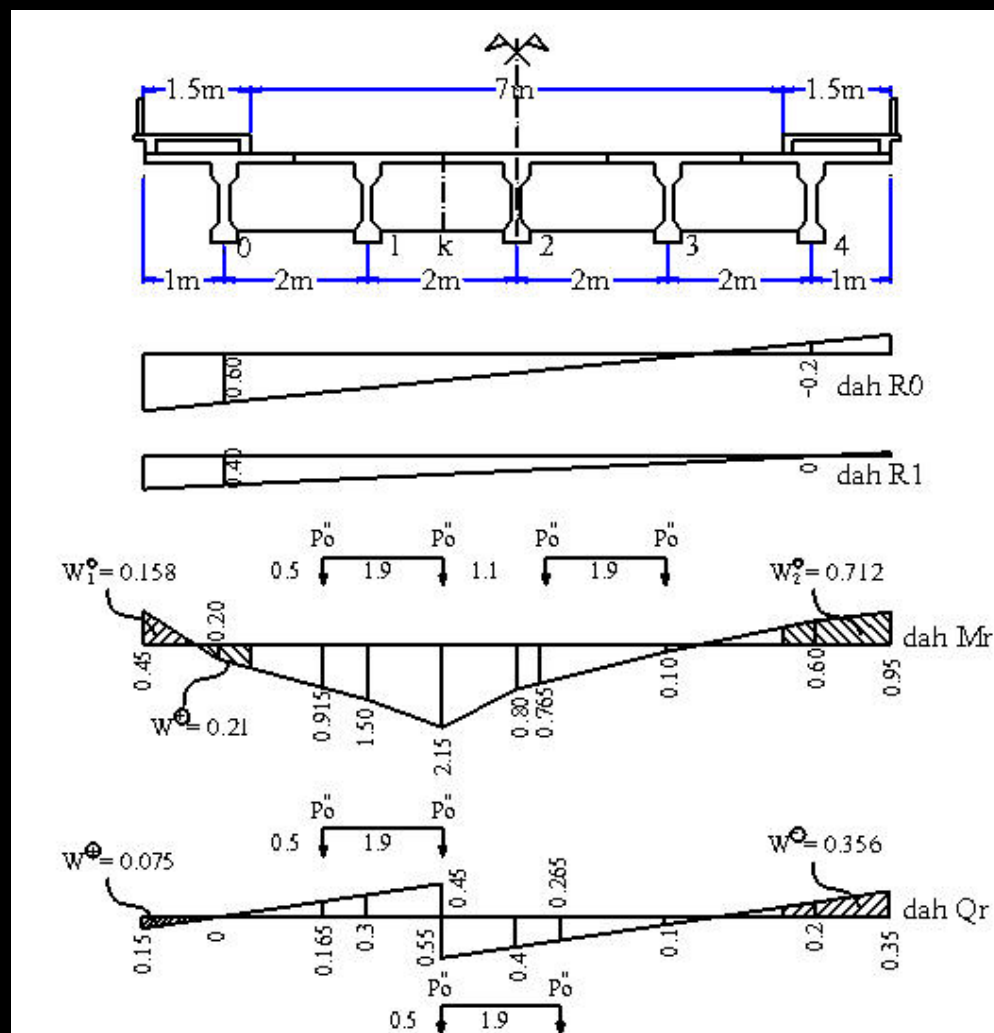
*Từ biểu thức trên ta vẽ được đanh M và Q như sau:

Nội lực tính toán tại tiết diện “r” do hoạt tải gây ra khi dầm ngang làm việc cùng với kết cấu nhịp:

$$S^{tt} = n_h \cdot (1 + \mu) P_o'' \sum y_i + n_h \cdot P_n'' \cdot \omega$$

$$n_h = 1.4$$

$$(1 + \mu) = 1.11$$



k_{td} : tải trọng tương đương của H30 tra bảng 3/trang 460-TK cầu BTCT & Cầu thép với dạng đah parabol được :

$$k_{td} = 1.75 \quad \rightarrow P_o'' = 0.5 * 1.75 * 4 = 3.5(T)$$

$$P_n'' = q_n \cdot l_1 = 0.3 * 4 = 1.2(T / m)$$

+Mô men tính toán tại tiết diện “r”:

$$\begin{aligned} \max M_r &= n_h \cdot (1 + \mu) P_o'' \sum y_i + n_h \cdot P_n'' \cdot \omega^+ = \\ &= 1.4 * 1.11 * 3.5 * (0.915 + 2.15 + 0.765 + 0.1) + 1.4 * 1.2 * 0.21 = 21.72(T.m) \end{aligned}$$

$$\min M_r = n_h \cdot P_n'' \cdot \sum \omega_i^+ = 1.4 * 1.2 * (-0.158 - 0.712) = -1.46(T.m)$$

+Lực cắt tính toán tại tiết diện “r” :

$$\begin{aligned} \max Q_r &= n_h \cdot (1 + \mu) P_o'' \sum y_i^+ + n_h \cdot P_n'' \cdot \omega^+ = \\ &= 1.4 * 1.11 * 3.5 * (0.55 + 0.265) + 1.4 * 1.2 * 0.075 = 4.56(T) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \min Q_r &= n_h \cdot (1 + \mu) P_o'' \sum y_i^- + n_h \cdot P_n'' \cdot \omega^- = \\ &= 1.4 * 1.11 * 3.5 * (-0.45 - 0.165) - 1.4 * 1.2 * 0.356 = -3.96(T) \end{aligned}$$

▶ 8.14. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM CHỦ NHỊP ĐƠN GIẢN

*Trình tự tính toán nội lực trong dầm chủ :

7.14.1. Vẽ sơ đồ tính của dầm chủ:

Từ sơ đồ làm việc, vẽ Sơ đồ tính

7.14.2. Xác định tải trọng tác dụng:

*Tĩnh tải:

-Tĩnh tải giai đoạn 1: trọng lượng bản thân dầm chủ g_1 (T/m)

-Tĩnh tải giai đoạn 2: trọng lượng các lớp mặt cầu, lan can tay vịn, bộ hành, đá vỉa..

$$g_2 = Q \cdot \sum y_o + P_1 \cdot \omega_1 + P_2 \cdot \omega_2 \quad (t/m)$$

Trong đó:

Q : trọng lượng lan can tay vịn tính trên 1m dài cầu

y_o : tung độ đanh áp lực lên dầm tính toán dưới tác dụng tải trọng Q

P1 : trọng lượng các lớp mặt cầu (T/m²)

P2 : trọng lượng lề bộ hành, đá vỉa (T/m²)

$\omega_1; \omega_2$: diện tích phần đanh áp lực lên dầm tính toán dưới tác dụng tải trọng P1, P2

*Hoạt tải:

-Đoàn xe ô tô + đoàn người

-Xe xích hoặc xe đặc biệt

8.14.3. Tính toán HSPPN của tải trọng:

-Vẽ đah áp lực lên dầm tính toán bằng một trong ba phương pháp đã học .

-Xếp tải ở các vị trí bất lợi nhất lên đah áp lực →

$$\eta_{oto}; \eta_{xdb}; \eta_{nguoi}$$

8.14.4. Xác định nội lực tại các tiết diện tính toán:

+Chia dầm thành nhiều tiết diện: tại gối; 1/8l; 1/4l; 3/8l; 1/2l; và vị trí có TD thay đổi .

+Vẽ các đah nội lực tại các tiết diện tính toán.

+Tính nội lực do tác dụng của tĩnh tải và

hoạt tải: có hai phương pháp để xác định.

+Tập hợp các giá trị để vẽ biểu đồ bao mô men.

***Tính toán nội lực trong dầm theo phương pháp xếp xe trực tiếp ở vị trí bất lợi:**

+Nội lực do tĩnh tải + hoạt tải ô tô và đoàn người:

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot \sum P_i \cdot y_i + \eta_{nguoi} \cdot P_{nguoi} \cdot \omega_{ng}$$

$$S'' = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot \sum P_i \cdot y_i + n_h \cdot \eta_{nguoi} \cdot P_{nguoi} \cdot \omega_{ng}$$

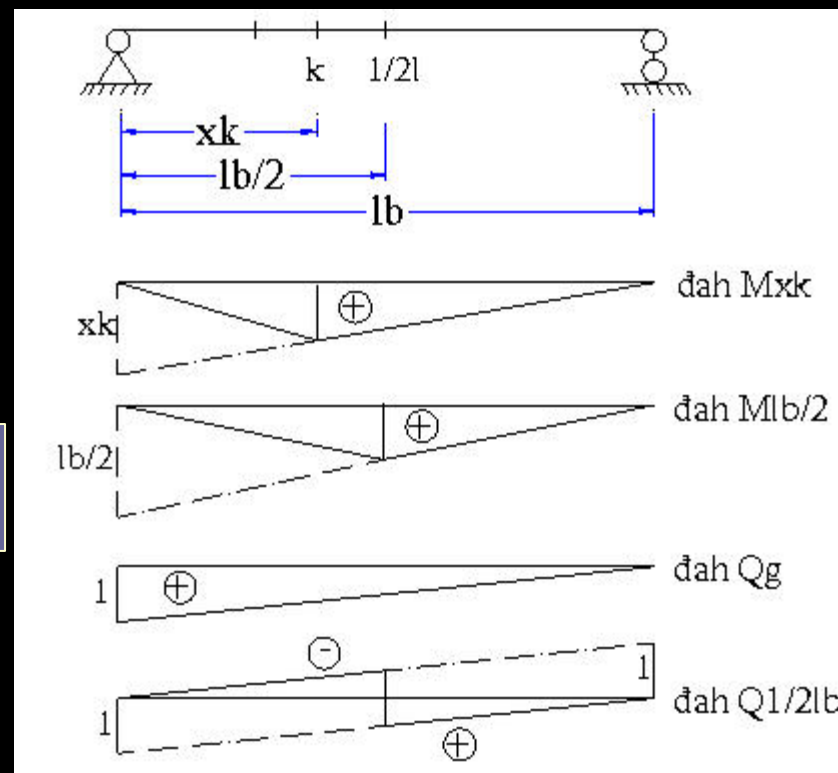
Trong đó:

$n_1; n_2$: Hệ số vượt tải đối với tĩnh tải g_1 và g_2

$\sum \omega$: Tổng diện tích nội lực cần tính toán.

$n_h = 1.4$: Hệ số vượt tải đối với hoạt tải.

$(1 + \mu)$: Hệ số xung kích phụ thuộc vào chiều dài đặt tải λ



β_0 : Hệ số làn xe, khi $\lambda > 25m$ hệ số làn xe phụ thuộc số làn xe m và lấy theo bảng sau:

| | | | |
|-------------|-----|-----|----------|
| Số làn xe m | 2 | 3 | ≥ 4 |
| β_0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |

$\eta_{oto}; \eta_{nguoai}$: Hệ số phân phối ngang của ô tô, đoàn người.

$P_i ; y_i$: Tải trọng trục của hoạt tải; tung độ đah nội lực tính toán tương ứng với vị trí xếp tải trọng trục bánh xe lên đah.

$P_{nguoai}; \omega_{ng}$: Tải trọng phân bố của đoàn người; diện tích của đah tương ứng với vị trí xếp tải trọng người lên đah .

+Nội lực do tĩnh tải + xe đặc biệt:

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

Trong đó: $n_h = 1.1$: hệ số vượt tải của xe đặc biệt.

***Tính toán nội lực trong dầm theo phương pháp tải trọng tương đương:**

+Khái niệm về tải trọng tương đương:

-Xét dầm đơn giản chịu lực như sơ đồ I,
Mô men tại tiết diện “i” :

$$M_i = P_1 \cdot y_1 + P_2 \cdot y_2 + P_3 \cdot y_3$$

$$= \sum P_i \cdot y_i \quad (1)$$

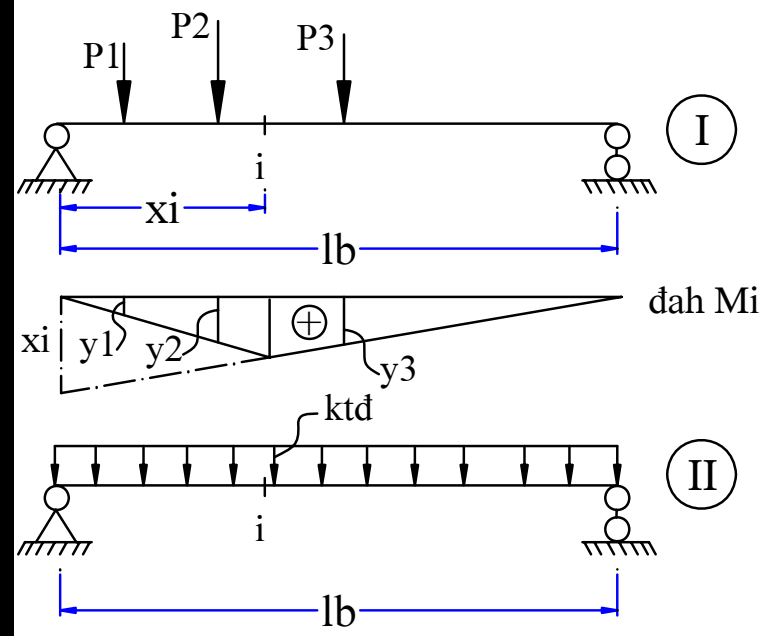
-Xét dầm đơn giản có cùng chiều dài nhịp
Chịu tải trọng phân bố đều như sơ đồ II:
Mô men tại tiết diện “i” :

$$M_i = k_{td} \cdot \omega \quad (2)$$

Nếu (1)=(2) thì k_{td} được gọi là tải trọng tương đương:

$$\Leftrightarrow k_{td} \cdot \omega = \sum P_i \cdot y_i$$

$$\Rightarrow k_{td} = \frac{\sum P_i \cdot y_i}{\omega}$$



+Trong các tài liệu kỹ thuật chuyên ngành, người ta lập sẵn các bảng tra k_{td} dựa vào chiều dài chất tải và dạng của đường ảnh hưởng. →

+Nội lực do tĩnh tải + hoạt tải ô tô và đoàn người:

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng}$$

$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng}$$

+Nội lực do tĩnh tải + xe đặc biệt:

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \eta_{x_{db}} \cdot k_{td}^{x_{db}} \cdot \omega_{x_{db}}$$

$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot \eta_{x_{db}} \cdot k_{td}^{x_{db}} \cdot \omega_{x_{db}}$$

Trong đó:

$$k_{td}^{oto}; k_{td}^{x_{db}} :$$

:Tải trọng tương đương của đoàn xe ô tô; xe đặc biệt.

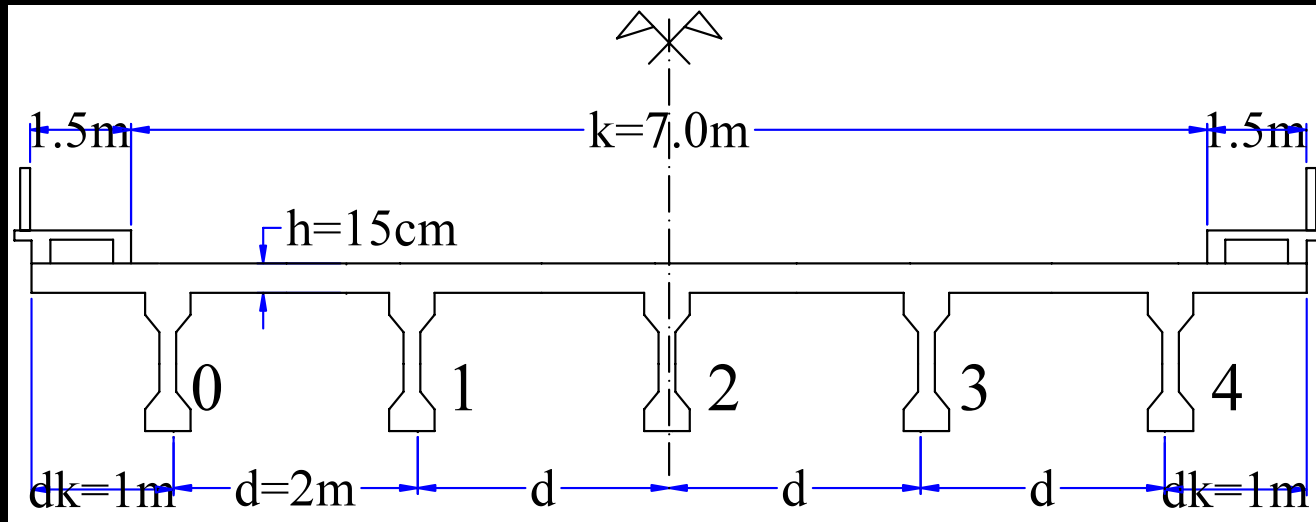
***Nhận xét về hai phương pháp tính toán nội lực:**

- Phương pháp xếp xe trực tiếp cho kết quả chính xác hơn. Khi số lực tập trung ít thì việc tính toán cũng đơn giản hơn.
- Phương pháp dùng tải trọng tương đương tính toán đơn giản hơn (chủ yếu tra bảng) và có thể dùng cho dầm có dạng thẳng hoặc cong. Tuy nhiên kết quả chỉ phù hợp với kết quả của phương pháp xếp xe trực tiếp khi đỉnh của chúng trùng nhau (bảng tra và tính toán trực tiếp).

8.15. VÍ DỤ MINH HỌA TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM CHỦ NHỊP ĐƠN GIẢN

Đề bài:

Cho kết cấu nhịp dầm đơn giản có mặt cắt ngang như mục 7.10:



Cho biết các số liệu tính toán như sau:

- Chiều dài nhịp tính toán của dầm chủ : $l = 30 \text{ m}$
- Mô men quán tính của một dầm chủ : $J_d = 0.228 \text{ (cm}^4\text{)}$
- Trọng lượng bản thân một dầm chủ: $g_1 = 1.32 \text{ (T/m)}$
- Trọng lượng các lớp mặt cầu, lan can tay vịn, lề bộ hành... tác dụng lên một dầm chủ là : $g_2 = 0.52 \text{ (T/m)}$
- Hoạt tải trọng tác dụng:
 - + Đoàn xe H30 + đoàn người 300 kg/m^2
 - + Xe đặc biệt HK80

Yêu cầu:

Xác định nội lực tại TD giữa nhịp của dầm số “0” do hai t/h tải trọng tác dụng như sau:

*Tĩnh tải + H30 + Người

*Tĩnh tải + Xe đặc biệt HK80

Giải:

8.15.1.Vẽ sơ đồ tính: Dầm chủ làm việc theo sơ đồ dầm đơn giản.

8.15.2.xác định tải trọng tác dụng lên dầm số “0”:

*Tĩnh tải:

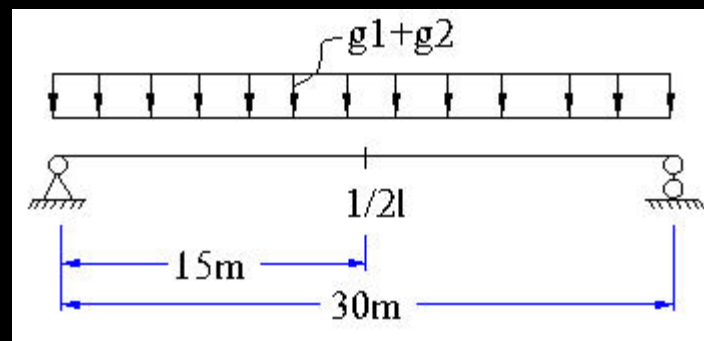
-Tĩnh tải giai đoạn 1: $g_1 = 1.32$ (T/m)

-Tĩnh tải giai đoạn 2: $g_2 = 0.52$ (T/m)

*Hoạt tải:

-H30 + người 0.3 (T/m²)

-HK80



8.15.3.Xác định HSPPN của tải trọng đối với dầm số “0”:

-Quá trình tính toán tiến hành tương tự như mục 7.10 ta xác định được

Hệ số phân phối ngang của các tải trọng đối với dầm số 0: →

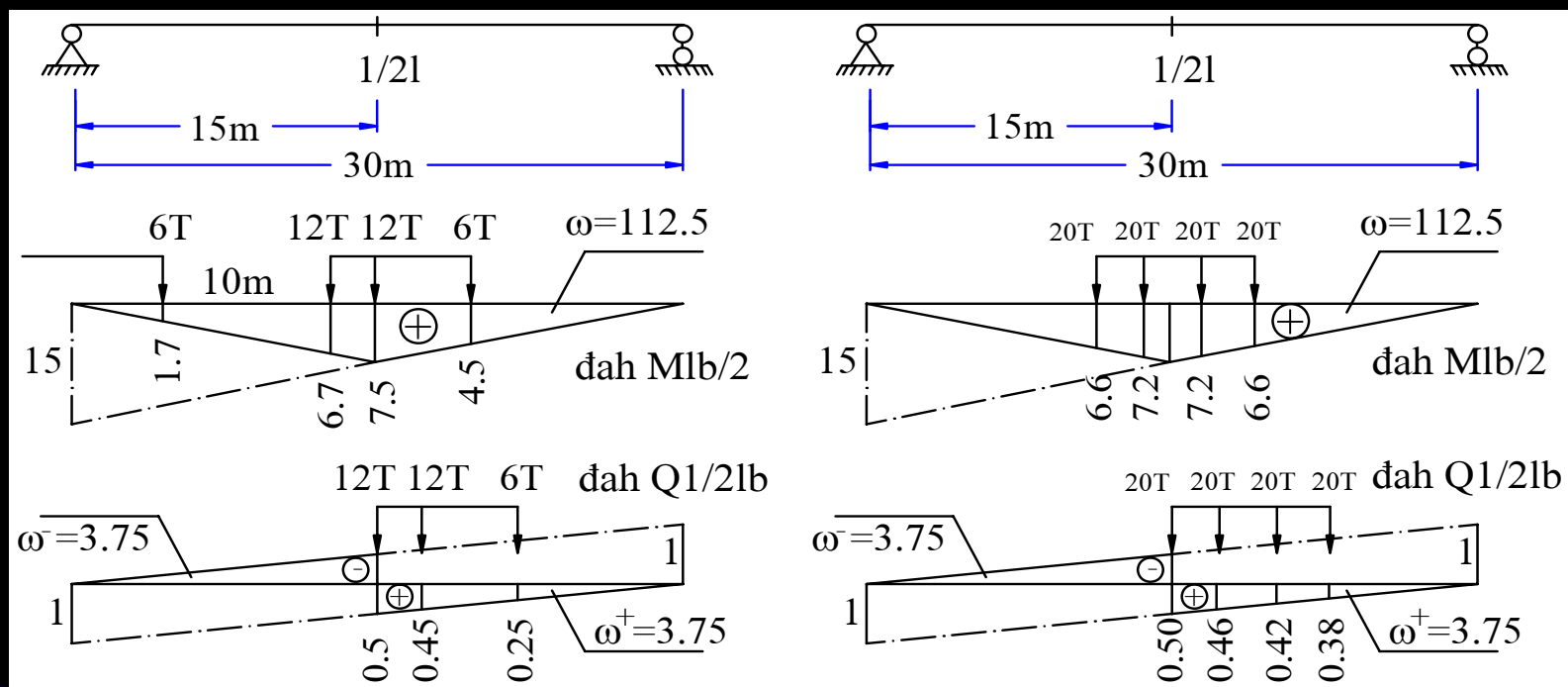
$$\eta_{H30} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i = \frac{1}{2} (0.623 + 0.283 + 0.145 + 0.025) = 0.538$$

$$\eta_{HK80} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i = \frac{1}{2} (0.594 + 0.194) = 0.394$$

$$\eta_{nguoai} = \omega_{nguoai} = 1.14$$

8.15.4. Xác định nội lực tại tiết diện giữa nhịp:

-Vẽ đah M, Q tại tiết diện giữa nhịp:



Xếp xe H30 lên đah M,Q tại 1/2 nhịp

Xếp xe HK80 lên đah M,Q tại 1/2 nhịp

*Nội lực tại giữa nhịp do tĩnh tải + H30 + người:

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{ngươi} \cdot P_{ngươi} \cdot \omega_{ng}$$

$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{ngươi} \cdot P_{ngươi} \cdot \omega_{ng}$$

Mô men tại giữa nhịp:

$$\begin{aligned}
 M_{1/2L}^{tc} &= (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot \sum P_i \cdot y_i + \eta_{nguoi} \cdot P_{nguoi} \cdot \omega_{ng} \\
 &= (1.32 + 0.52) * 112.5 + 0.9 * 0.538 * [12 * (7.5 + 6.7) + 6 * (1.7 + 4.5)] + 1.14 * 0.3 * 112.5 \\
 &= 345.99(T.m) \\
 M_{1/2L}^{tt} &= (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{id}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoi} \cdot P_{nguoi} \cdot \omega_{ng} \\
 &= (1.1 * 1.32 + 1.5 * 0.52) * 112.5 + 1.4 * 1.11 * 0.9 * 0.538 * [12 * (7.5 + 6.7) + 6 * (1.7 + 4.5)] \\
 &\quad + 1.4 * 1.14 * 0.3 * 112.5 = 461.17(T.m)
 \end{aligned}$$

Lực cắt tại giữa nhịp:

$$\begin{aligned}
 Q_{1/2L}^{tc} &= (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot \sum P_i \cdot y_i + \eta_{nguoi} \cdot P_{nguoi} \cdot \omega_{ng} \\
 &= (1.32 + 0.52) * 0 + 0.9 * 0.538 * [12 * (0.5 + 0.45) + 6 * 0.25] + 1.14 * 0.3 * 3.75 \\
 &= 7.53(T.m) \\
 Q_{1/2L}^{tt} &= (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{id}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoi} \cdot P_{nguoi} \cdot \omega_{ng} \\
 &= 1.4 * 1.11 * 0.9 * 0.538 * [12 * (0.5 + 0.45) + 6 * 0.25] + 1.4 * 1.14 * 0.3 * 3.75 \\
 &= 11.5(T)
 \end{aligned}$$

***Nội lực tại giữa nhịp do tĩnh tải + xe đặc biệt HK80:**

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

$$M_{1/2L}^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

$$= (1.32 + 0.52) * 112.5 + 0.394 * 20 * (6.6 * 2 + 7.2 * 2) = 424.48(T.m)$$

$$M_{1/2L}^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

$$= (1.1 * 1.32 + 1.5 * 0.52) * 112.5 + 1.1 * 0.394 * 20 * (6.6 * 2 + 7.2 * 2)$$

$$= 490.33(T.m)$$

**Nếu tính toán bằng cách sử dụng phương pháp tải trọng tương đương:
+Nội lực do tĩnh tải + hoạt tải ô tô và đoàn người:**

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng}$$

$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng}$$

Trong đó:

$k_{td}^{H30} = 1.84$: tải trọng tương đương của Đoàn xe H30 tra bảng \longrightarrow

Mô men tại giữa nhịp:

$$\begin{aligned}
 M_{1/2L}^{tc} &= (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng} \\
 &= (1.32 + 0.52) * 112.5 + 0.9 * 0.538 * 1.84 * 112.5 + 1.14 * 0.3 * 112.5 \\
 &= 345.70(T.m)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{1/2L}^{tc} &= (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng} \\
 &= (1.1 * 1.32 + 1.5 * 0.52) * 112.5 + 1.4 * 1.11 * 0.9 * 0.538 * 1.84 * 112.5 \\
 &\quad + 1.4 * 1.14 * 0.3 * 112.5 = 460.72(T.m)
 \end{aligned}$$

So sánh với kết quả tính bằng phương pháp xếp xe trực tiếp ta thấy chênh lệch giữa hai phương pháp:

$$\frac{461.17 - 460.72}{460.72} \cdot 100\% = 0.09\%$$

Sự chênh lệch này là rất bé (sai số toán học)



Kết quả tính của hai phương pháp tính là phù hợp nhau.

CHƯƠNG 9

TÍNH TOÁN MỐ & TRỤ CẦU



9.1. TÍNH TOÁN TRỤ CẦU

I. Các loại tải trọng tác dụng:

+ Tĩnh tải:

- . Trọng lượng bản thân mố trụ
- . Trọng lượng KCN.
- . Trọng lượng đất đắp (nếu có)
- . áp lực đẩy ngang của đất,
- . Lực đẩy nổi của nước

+ Hoạt tải:

- . Trọng lượng xe, người đi bộ
- . Áp lực ngang của đất do hoạt tải đứng trên lăng thể trượt.
- . Lực ly tâm (đối với cầu cong).

+ Các tải trọng phụ:

-Theo phương dọc cầu:

- *Lực hãm xe
- *Lực gió dọc cầu
- *Lực va tàu bè
- *Lực ma sát gối cầu
- *Áp lực thủy tĩnh.

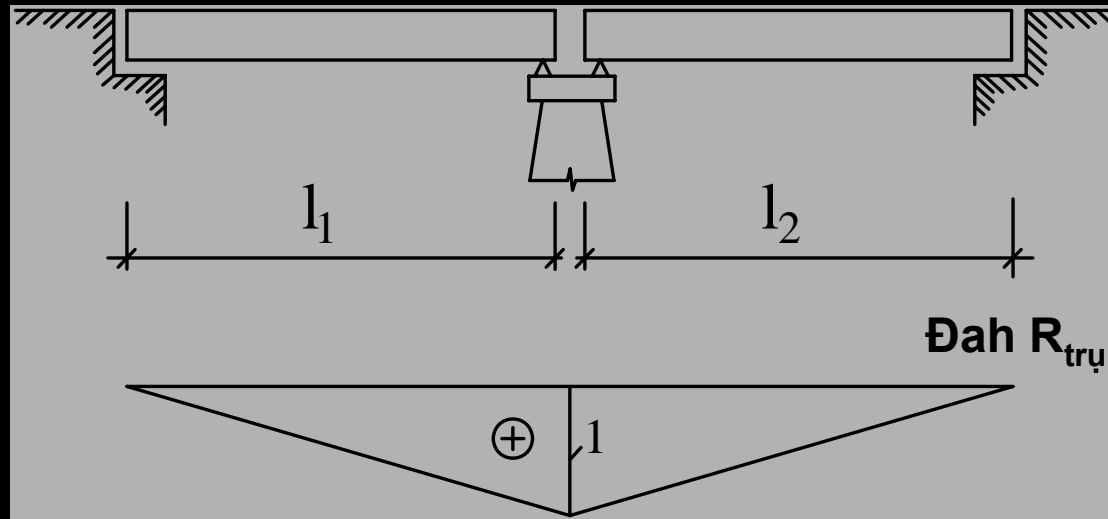
-Theo phương ngang cầu:

- *Lực gió ngang cầu
- *Lực lắc ngang
- *Lực va tàu bè
- *Áp lực thủy động.

Ngoài ra, còn có các tác dụng đặc biệt khác như lực động đất, lực do quá trình thi công gây ra.

II. Tính toán nội lực trụ cầu:

1. Phản lực tĩnh tải của KCN:



a. Nhịp trái:

- Phản lực do trọng lượng dầm, đường người đi, lan can, các lớp mặt cầu:

$$R_n^{tc} = (g_1 + g_2) * w_t$$

$$R_n^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) * w_t$$

Mô men dọc cầu đối với trọng tâm của mặt cắt :

$$M_d^{tc} = \sum R^{tc} * e_1$$

$$M_d^{tt} = \sum R^{tt} * e_1$$

Trong đó:

e1: k/c từ gối cầu đến trọng tâm mặt cắt tính toán

b. Nhịp phải: tính tương tự.

➔ Mô men dọc cầu do tĩnh tải KCN kê lên trụ cầu :

$$M_d^{tc} = R_1^{tc} * e_1 - R_2^{tc} * e_2$$

$$M_d^{tt} = R_1^{tt} * e_1 - R_2^{tt} * e_2$$

2. Trọng lượng bản thân trụ:

Trọng lượng bản thân trụ tính từ mặt cắt đang xét trở lên

- Trọng lượng tiêu chuẩn: $R^{tc} = \gamma.V$

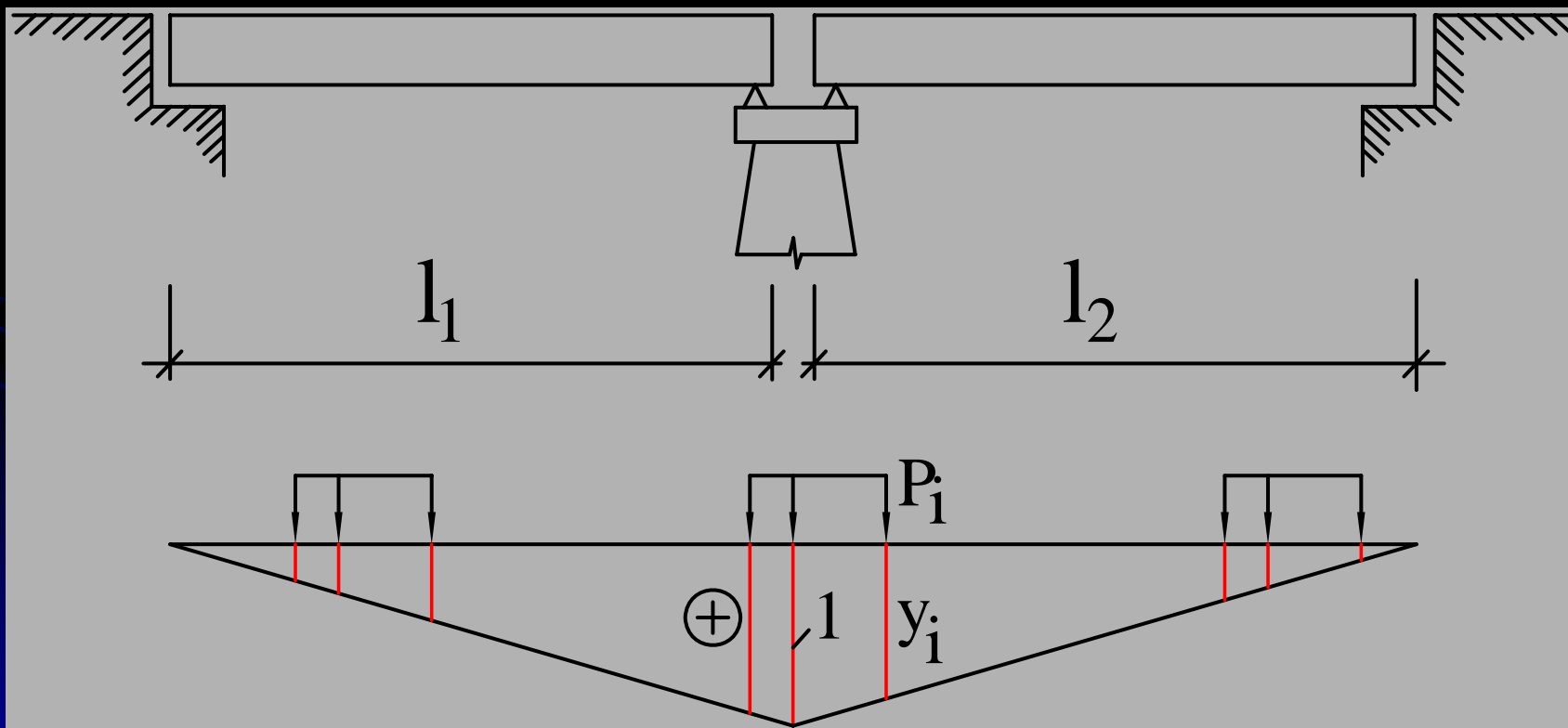
- Trọng lượng tính toán: $R^{tt} = n_t.R^{tc}$

3. Phản lực do hoạt tải ô tô trên kết cấu nhịp:

a. Khi hoạt tải đứng trên hai nhịp ở tất cả các làn xe:

Có thể xác định bằng hai cách:

- . Xếp xe trực tiếp lên đường ảnh hưởng.
- . Dùng tải trọng tương đương.



$$\rightarrow R_0^{tc} = m * \beta * \sum P_i \cdot y_i = m * \beta * K_{td} * \omega$$

$$R_0^{tt} = 1.4 R_0^{tc} : THC$$

$$R_0^{tt} = 1.12 R_0^{tc} : THP$$

$$R_0^{tt} = 0.98 R_0^{tc} : THDB$$

Với K_{td} tra ứng với $\lambda = L_1 + L_2$

→ Mô men dọc cầu:

$$\rightarrow M_0^{tc} = m * \beta * K_{td} \cdot (\omega_1 \cdot e_1 - \omega_2 \cdot e_2)$$

$$M_0^{tt} = 1.4 M_0^{tc} : THC$$

$$M_0^{tt} = 1.12 M_0^{tc} : THP$$

$$M_0^{tt} = 0.98 M_0^{tc} : THDB$$

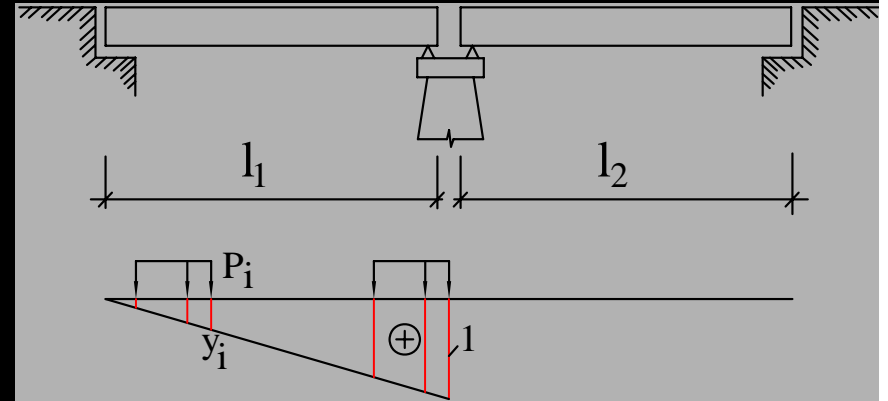
b. Hoạt tải đứng trên một nhịp (lớn) ở tất cả các làn xe:

$$R_0^{tc} = m * \beta * \sum P_i * y_i$$

$$R_0^{tc} = m * \beta * K_{td} * \Omega$$

$$R_0^{tt} = n_h (1 + \mu) * \beta * m * \sum P_i * y_i$$

$$R_0^{tt} = n_h (1 + \mu) * \beta * m * K_{td} * \Omega$$



Với K_{td} tra ứng với $\lambda = L_1$

→ Mô men dọc cầu:

$$\rightarrow M_0^{tc} = m * \beta * K_{td} * \omega_1 * e_1$$

$$M_0^{tt} = 1.4 M_0^{tc} : THC$$

$$M_0^{tt} = 1.12 M_0^{tc} : THP$$

$$M_0^{tt} = 0.98 M_0^{tc} : THDB$$

c. Hoạt tải đứng trên hai nhịp, xe chạy lệch tâm:

Trường hợp này ô tô chạy sát mép đá vỉa theo quy định và số làn xe chạy lệch lấy như sau:

+Bcầu ≤ 10.5m : Xếp 1 làn xe chạy lệch

+Bcầu > 10.5m : Xếp 2 làn xe chạy lệch

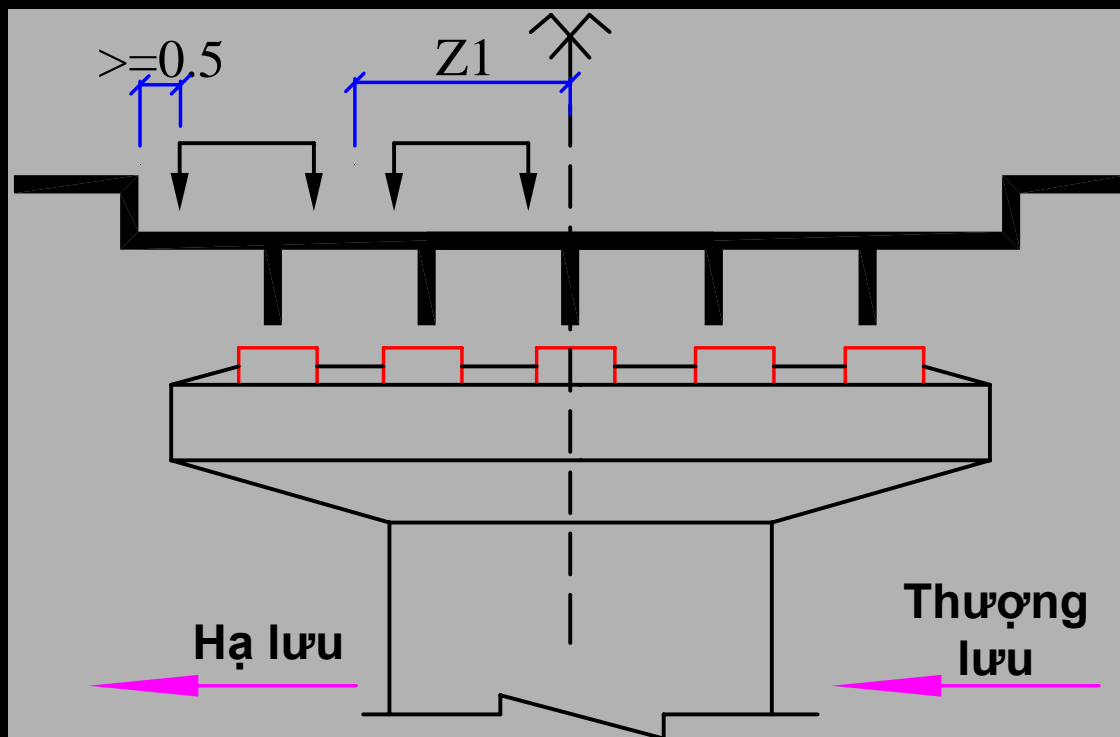
Ngoài việc xác định M dọc cầu còn phải xác định M ngang cầu

$$M_{0ng}^{tc} = R_0^{tc} * Z_1$$

$$M_{0ng}^{tc} = 1.12M_{0ng}^{tc} : THP$$

$$M_{0ng}^{tc} = 0.98M_{0ng}^{tc} : THDB$$

Chú ý: Xếp xe lệch tâm về phía hạ lưu



4. Phản lực của xe xích trên kết cấu nhịp:

Có thể xác định bằng hai cách:

- . Xếp xe trực tiếp lên đường ảnh hưởng.
- . Dùng tải trọng tương đương.

Áp lực của xe xích lên KCN:

$$R^{tc} = K * (w_1 + w_2)$$

$$R^{tt} = 1.1 * R^{tc}$$

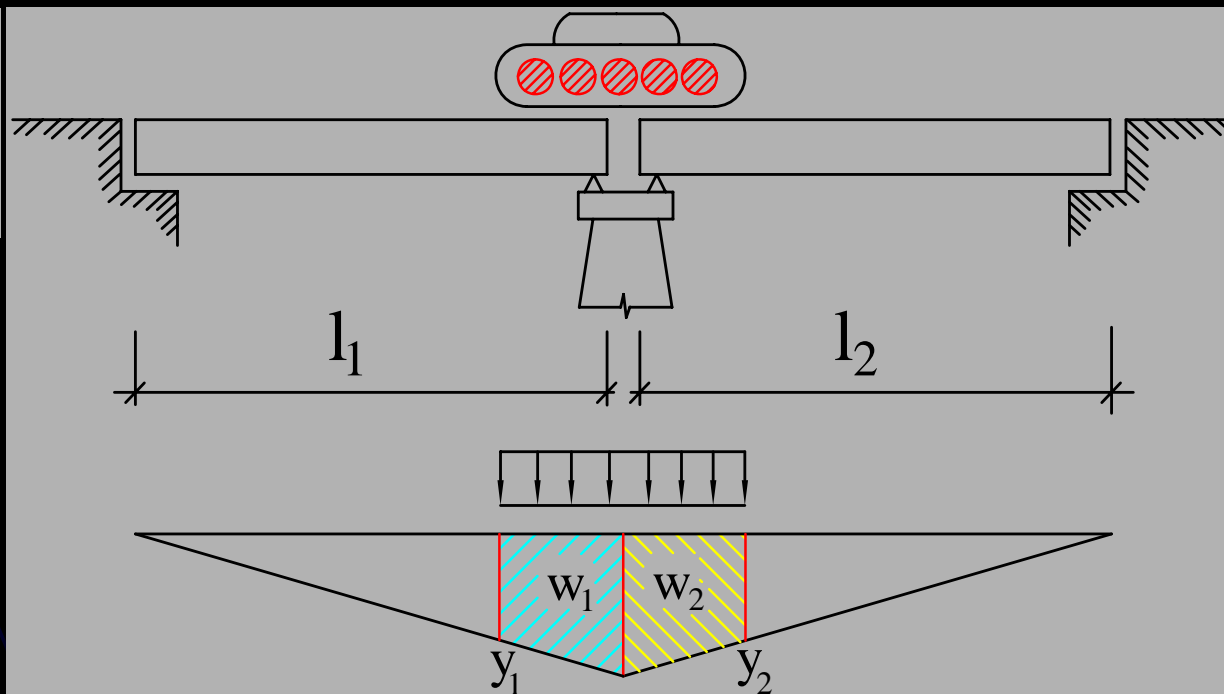
Mô men theo phương
dọc cầu:

$$M_d^{tc} = K(w_1 \cdot e_1 - w_2 \cdot e_2)$$

$$M_d^{tt} = 1.1 M_d^{tc}$$

Trong đó:

**K: áp lực trên 1m
dài của xe xích**



5. Phản lực do người đi bộ trên kết cấu nhịp:

a. Người đi trên hai lề ở cả hai nhịp:

áp lực xuống mỗi trụ cầu: \rightarrow Mô men theo phương dọc

$$R_n^{tc} = 2.d.q_n (w_1 + w_2)$$

$$R_n^{tt} = 1.4R_n^{tc} : THC$$

$$= 1.12R_n^{tc} : THP$$

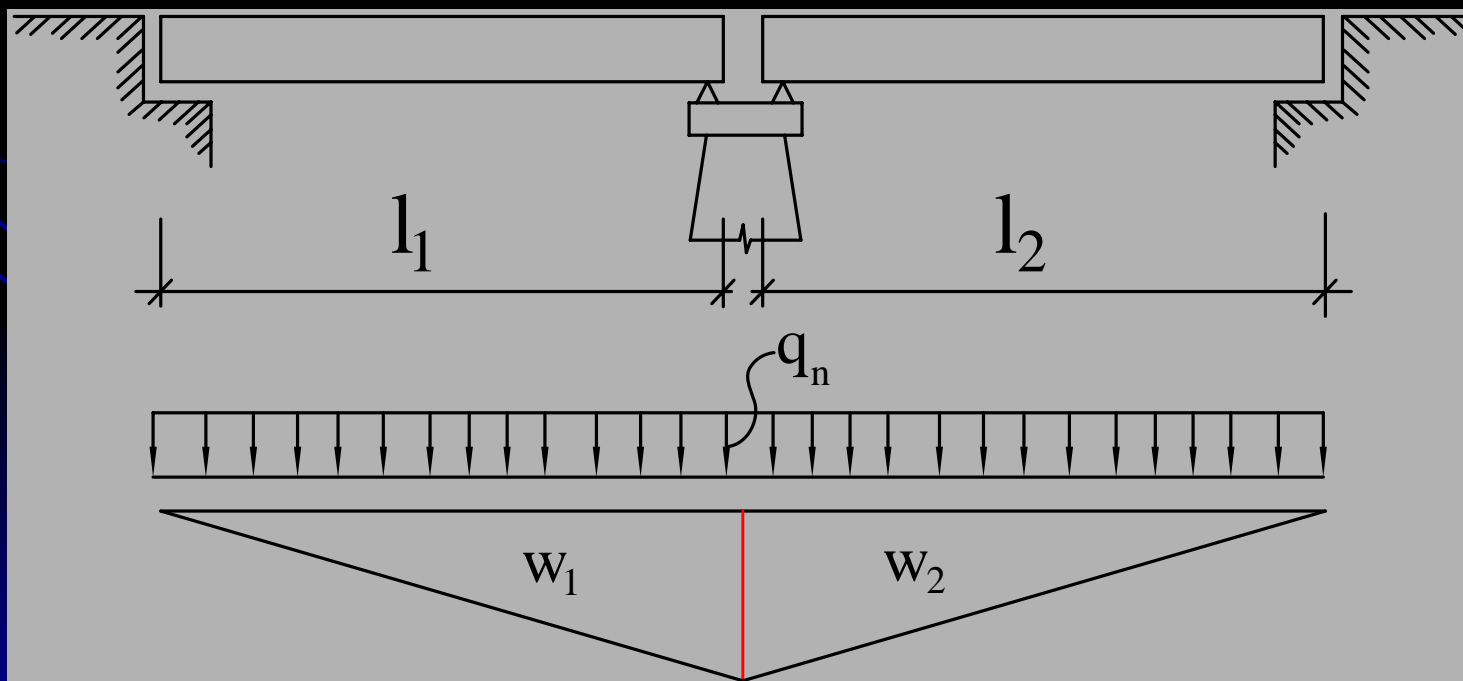
$$= 0.98R_n^{tc} : THDB$$

$$M_d^{tc} = 2.d.q_n (w_1 * e_1 - w_2 * e_2)$$

$$M_d^{tt} = 1.4.M_d^{tc} : THC$$

$$M_d^{tt} = 1.12.M_d^{tc} : THP$$

$$M_d^{tt} = 0.98.M_d^{tc} : THDB$$



b. Người đi trên hai lè ở một nhịp (nhịp lớn hơn):
 áp lực xuống mố trụ cầu: → Mô men theo phương dọc

$$R_n^{tc} = 2.d.q_n.w_1$$

$$R_n^{tt} = 1.12R_n^{tc} : THP$$

$$R_n^{tt} = 0.98R_n^{tc} : THDB$$

$$M_n^{tc} = R_n^{tc} . e_1$$

$$M_n^{tt} = 1.12M_n^{tc} : THP$$

$$M_n^{tt} = 0.98M_n^{tc} : THDB$$

c. Người đi trên hai nhịp xếp lệch tâm:
 áp lực xuống mố trụ cầu:

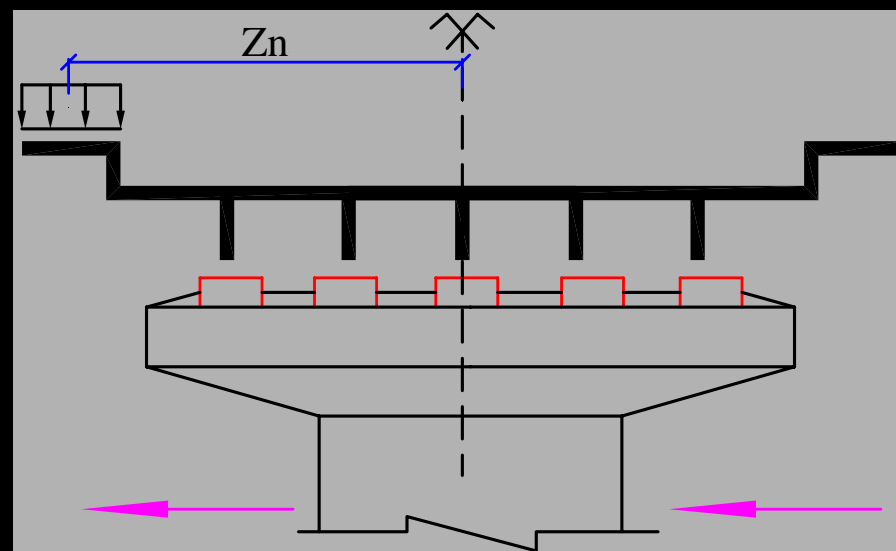
$$R_n^{tc} = d.q_n.(w_1 + w_2)$$

$$R_n^{tt} = 1.12R_n^{tc} : THP$$

Mô men theo phương ngang

$$M_n^{tc} = R_n^{tc} * Z_z$$

$$M_n^{tt} = 1.12M_n^{tc} : THP$$



6. Lực hãm hoặc lực khởi động của đoàn xe:

$$\begin{aligned}
 T &= 0.3 * P * m * \gamma : \text{khi } \lambda \leq 25m \\
 &= 0.6 * P * m * \gamma : \text{khi } \lambda = 25 \div 50m \\
 &= 0.9 * P * m * \gamma : \text{khi } \lambda > 50m
 \end{aligned}$$

Trong đó:

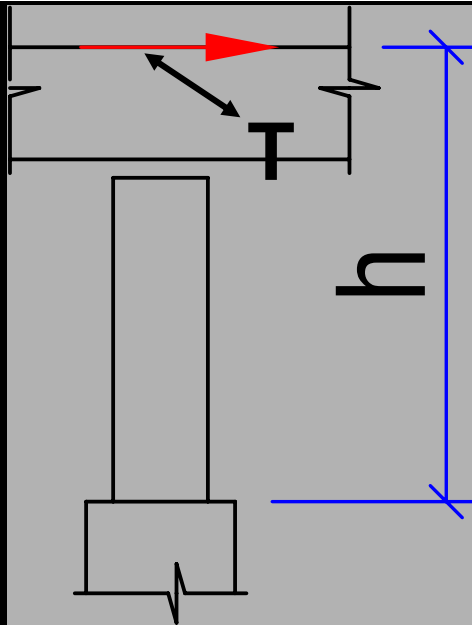
P: trọng lượng xe nặng nhất trong đoàn xe

m: số làn xe

$\gamma = 1$: gối cố định

$\gamma = 0.5$: gối trượt, tiếp tuyến

$\gamma = 0.25$: gối con lăn



Mô men theo phương dọc cầu:

$$M^{tc} = T * h$$

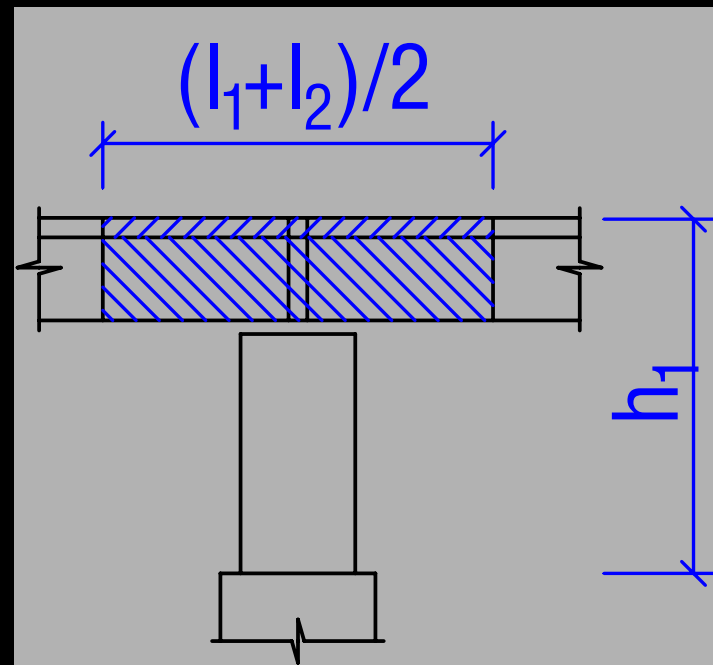
$$M^{tt} = 1.12 * M^{tc}$$

7. Lực ly tâm:

Đối với cầu nằm trên đường cong có $R \leq 600m$, cần phải xét đến lực ly tâm: (c)

$$c = \frac{15}{100 + R} \cdot \frac{\sum P}{l} \begin{cases} \geq \frac{0.15P}{l} : khi R < 250m \\ \geq \frac{40P}{l.R} : khi 250m \leq R \leq 600m \end{cases}$$

Lực ly tâm tác dụng lên trụ cầu:



$$R_{LT}^{tc} = \frac{1}{2} (c_1 \cdot l_1 + c_2 \cdot l_2)$$

$$R_{LT}^{tt} = 1.4 R_{LT}^{tc} : THC$$

$$R_{LT}^{tt} = 1.12 R_{LT}^{tc} : THP$$

Mô men theo phương ngang cầu:

$$M_{LT}^{tc} = R_{LT}^{tt} \cdot h_1$$

$$M_{LT}^{tt} = 1.4 M_{LT}^{tc} : THC$$

$$M_{LT}^{tt} = 1.12 M_{LT}^{tc} : THP$$

8. Lực lắc ngang:

+Đối đoàn xe ô tô lực lắc ngang xem như tải trọng phân bố đều, nằm ngang tại CĐĐXC và được lấy như sau:

+Đối với H30 : $g = 0.4$ (T/m)

+Đối với H13, H10 : $g = 0.2$ (T/m)

→ Lực lắc ngang tác dụng lên trụ cầu:

$$R_{LN}^{tc} = g.(L_1 + L_2)/2$$

+Đối với xe xích, xe đặc biệt: lực xem như lực tập trung

+Đối với HK80 : $R_{LN}^{tc} = 5$ (T)

+Đối với xe xích: $R_{LN}^{tc} = 4$ (T)

→ Mô men theo phương ngang cầu:

$$M_{LN}^{tc} = R_{LN}^{tt} . h$$

$$M_{LN}^{tt} = 1.12 M_{LN}^{tc} : THP$$

9. Tải trọng gió theo phương ngang cầu:

Gió tác động lên diện tích chắn gió → Lực gió

*Xác định S chắn gió:

+Lan can:

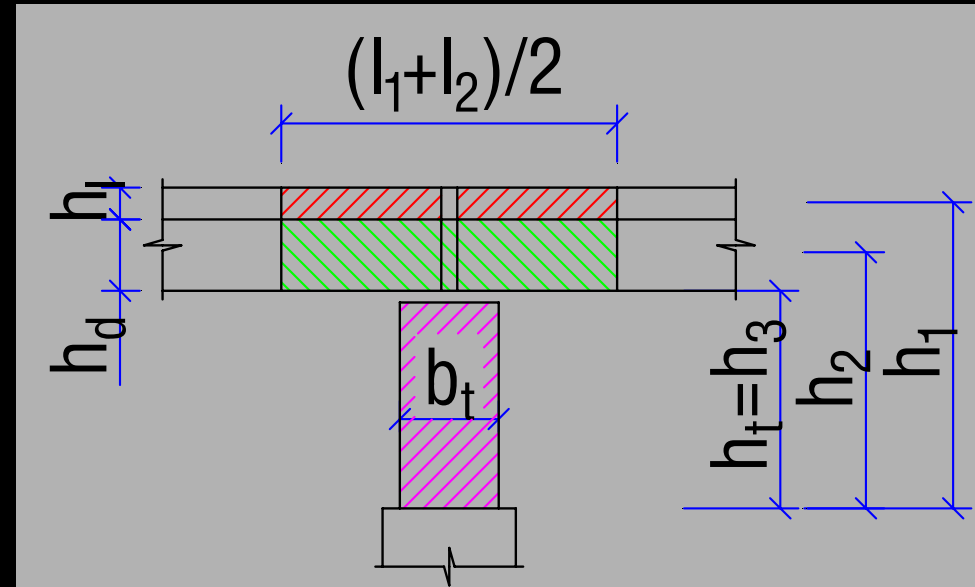
$$S_{LC} = k \cdot h_{LC} (l_1 + l_2) / 2$$

+Dầm chủ:

$$S_{dầm} = h_{dầm} (l_1 + l_2) / 2$$

+Trụ cầu:

$$S_{trụ} = b_{trụ} \cdot h_{trụ}$$



Lực gió tác dụng lên trụ: $R_{gió}^{tc} = S \cdot w_{gió}$

Mô men do lực gió gây ra:

$$M^{tc} = w_{gió} (S_{LC} + S_{dầm} + S_{trụ})$$

$$M^{tt} = 1.2 M^{tc} : THP$$

Chú ý:

$w_{gió} = 50 \text{ kg/m}^2$: khi không có xe

$w_{gió} = 180 \text{ kg/m}^2$: khi có xe

10. Tải trọng gió theo phương dọc cầu:

Tải trọng gió theo phương dọc chỉ xét đối với cầu giàn rỗng. Lực gió tác dụng lên giàn theo phương dọc cầu lấy như sau:

$$R_{\text{giàn}}^{tc} = 0.6 \cdot \gamma \cdot R_n^{tc}$$

Trong đó:

$R_{\text{trụ}}^{tc}$: Lực gió theo phương ngang xử theo mục 9.

+Lực gió tác dụng lên trụ:

$$R^{tc} = w_{\text{gió}} \cdot S_{\text{trụdọccầu}}$$

→Lực gió tổng cộng tác dụng lên trụ cầu:

$$R^{tc} = R_{\text{giàn}}^{tc} + R_{\text{trụ}}^{tc}$$

→Mô men theo phương dọc cầu:

$$M^{tc} = h_{\text{gian}} \cdot R_{\text{gian}}^{tc} + h_{\text{tru}} \cdot R_{\text{tru}}^{tc}$$

$$M^{tt} = 1.2M^{tc} : THP$$

11. Lược va chạm tàu bè:

- Tải trọng này đặt vào giữa chiều rộng hay dài của mố trụ ở cao độ MNTT tính toán, phụ thuộc vào tải trọng toàn phần của tàu, xác định như sau:

| Tải trọng toàn phần của tàu(T) | Tải trọng tính toán (T) | | | |
|--------------------------------|-------------------------|--------------------|------------|------------------------|
| | Dọc theo tim cầu | | Ngang cầu | |
| | Có thông thuyền | Không thông thuyền | Thượng lưu | Hạ lưu(không có nước) |
| 12000 | 100 | 50 | 125 | 100 |
| 8000 | 70 | 40 | 90 | 70 |
| 4000 | 65 | 35 | 80 | 65 |
| 2000 | 55 | 30 | 70 | 55 |
| 500 | 25 | 15 | 30 | 25 |
| 250 | 15 | 10 | 20 | 15 |
| 100 | 10 | 5 | 15 | 10 |

Chú ý: với mố trụ có bố trí hệ thống chống va thì không xét tải trọng này

12. Lực ma sát gối cầu:

- Khi KCN chuyển vị dưới tác dụng của nhiệt độ, cũng như của hoạt tải. Trong gối cầu sẽ xuất hiện lực ma sát. Đó là lực nằm ngang, hướng dọc cầu, truyền cho cả hai gối di động và cố định có trị số là:

$$T = f \cdot N$$

Trong đó:

N: phản lực gối do tĩnh và hoạt tải (không xét $1+\mu$)

f: hệ số ma sát trong của gối.

• Chú ý:

- Lực ma sát chỉ tính khi mố trụ đặt trên nền đá và các bộ phận của mố trụ liên kết trực tiếp với gối cầu.
- Lực ma sát coi như tác dụng tại trung tâm của khớp gối cố định cũng như đỉnh của khớp gối dưới trong gối di động
- Lực ma sát và lực hãm không được tính đồng thời với nhau trong cùng một tổ hợp khi tính gối cầu, thường dùng trị số lớn hơn trong hai loại trên để tính toán.

13. Áp lực thủy tĩnh:

Là lực đẩy Acsimet. Lực này được tính ứng với hai trường hợp MNCN & MNTN

14. Tải trọng thi công:

+Trọng lượng ván khuôn

+Thiết bị thi công: cần trục lao dầm..

+Các ứng lực điều chỉnh nhân tạo.

+Tải trọng người khi thi công

+Áp lực dầm, rung của thiết bị thi công...

15. Tổ hợp tải trọng:

Trong tính toán ta phải chọn tổ hợp tải trọng ở trạng thái bất lợi nhất có khả năng xảy ra đối với công trình.

- Người ta đã phân ra làm 3 tổ hợp:

+ **Tổ hợp tải trọng chính:** đối với bộ phận chịu lực chủ yếu của cầu thì THC bao gồm:

Trọng lượng bản thân

Hoạt tải đoàn xe, người

Lực xung kích, lực ly tâm, áp lực đất.

(KC chịu lực ngang là chủ yếu)

+ **Tổ hợp tải trọng phụ:** là tổ hợp có xét thêm:

Lực hãm xe, lực lắc ngang, gió,

Lực do thay đổi nhiệt độ, co ngót từ biến.

+ **Tổ hợp đặt biệt:** là tổ hợp có xét đến các lực

Lực động đất, lực va

Lực do thi công