

# **THIẾT KẾ CẦU**

**CƠ KẾT CẤU  
NHỊP LIÊN TỤC - NHỊT**

HÀ NỘI 1998

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI  
PHÂN VIỆN THIẾT KẾ CẦU LỚN HẦM

*Khánh Hiệp*

# GIỚI THIỆU PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG CẦU CÓ KẾT CẤU NHỊP LIÊN TỤC - NHIỆT TRÊN ĐƯỜNG Ô TÔ

( Tài liệu dịch )

Người dịch : Phạm văn Chấn

Hiệu đính : Đặng trần Khiết

HÀ NỘI - 1980

# GIỚI THIỆU PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG CẦU CÓ KẾT CẤU NHỊP LIÊN TỤC - NHIỆT TRÊN ĐƯỜNG Ô TÔ.

## Lời người dịch

Cầu có kết cấu nhịp liên tục - nhiệt là cầu gồm các nhịp giản đơn, sau khi đặt lên trụ được nối liền bằng các liên kết chốt thành hệ liên kết.

Kết cấu này lần đầu tiên Việt Nam sử dụng ở cầu Thăng Long, được thiết kế dưới sự trực tiếp hướng dẫn của chuyên gia Liên Xô И.А.Саваров, người biên soạn tài liệu này. Để có thể áp dụng rộng rãi kết cấu này ở ngành cầu đường Việt Nam, chúng tôi dịch cuốn:

"Меморандум по проектированию и строительству  
мостов с непрерывными пролетами - с температурными  
соединениями" - "HepazpezHbix nponTHbix CтpoeHиe MocToB  
HaabTomobaлbHbix goporax" Xuất bản năm 1997 ở Liên Xô.

Tài liệu này chưa đưa thành "quy trình kỹ thuật chính thức". Vì vậy nó cần được bổ xung và cải tiến cho hoàn thiện hơn.

Người dịch

Phạm Văn Chấn

## LỜI NÓI ĐẦU

Thời gian gần đây, để tăng tốc độ và nâng cao các đòi hỏi về điều kiện xe chạy, trong xây dựng cầu, người ta đã sử dụng rộng rãi kết cấu nhịp có số lượng khe biến dạng ít nhất.

Kết cấu nhịp liên tục - nhiệt hoàn toàn đáp ứng các đòi hỏi đó, ở một loạt nước kết cấu đó đang được người ta sử dụng cùng với kết cấu hoàn toàn liên tục, thực tế đã thay thế kết cấu dầm giản đơn, đặc biệt được sử dụng rộng rãi ở vùng đất lún, cũng như vùng có động đất.

Đối với kết cấu nhịp liên tục - nhiệt, giữ được ưu điểm của dầm giản đơn trong quá trình lắp ráp, còn khi sử dụng lại có ưu điểm của dầm liên tục: Số lượng khe biến dạng ít, vượt thoải góc gãy trên trụ, không làm bản đầu dầm và bệ gối. Điều đó nâng cao độ bền vững và tuổi thọ của kết cấu cầu, đảm bảo sử dụng thuận lợi cho các phương tiện vận tải mà không giảm tốc độ.

Tài liệu "Giới thiệu phương pháp thiết kế và xây dựng cầu có kết cấu nhịp liên tục nhiệt trên đường ô tô". . . . . được biên soạn trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết, thí nghiệm theo dõi hiện trường của Viện nghiên cứu đường ô tô và các kinh nghiệm thiết kế, xây dựng, khai thác hơn 40 cầu ở Liên Xô và các kinh nghiệm quan trọng ở nước ngoài.

Tài liệu "Giới thiệu phương pháp" này do phó tiến sĩ khoa học kỹ thuật.  
И.Д.Саварова, Н.А.Каламук biên soạn.

Tất cả những nhận xét và kiến nghị, xin gửi theo địa chỉ 143900 balasikha - 6 tỉnh Maxcova Cojuzdoruii

**Tác giả**

### I. NGUYÊN TẮC CHUNG:

**1.1.** Tài liệu "Giới thiệu phương pháp" này dùng để thiết kế và xây dựng kết cấu nhịp liên tục - nhiệt bằng bê tông cốt thép, bê tông cốt thép kết hợp thép của cầu đường ô tô và thành phố ở mọi vùng khí hậu.

**1.2.** Kết cấu nhịp liên tục - nhiệt là kết cấu được tạo ra bằng các chuỗi kết cấu nhịp dầm hoặc bản giản đơn với nhau ở mức bản mặt cầu, sao cho dưới tác dụng của lực nằm ngang và nhiệt độ, cầu làm việc như hệ dầm liên tục, còn dưới tác dụng của trọng tải thẳng đứng thì làm việc như dầm giản đơn.

Kết cấu liên tục - nhiệt còn dùng mối nối dầm treo với phần hẫng của dầm nút thừa.

**1.3.** Chỗ nối kết cấu nhịp gọi là liên kết chốt, phần bản để nối kết cấu nhịp gọi là bản nối.

Kết cấu của liên kết chốt phải đảm bảo tính liên tục của áo mặt cầu và tiếp nhận mọi nội lực sinh ra trong một chuỗi kết cấu nhịp, mà không cản trở đến sự quay ở đầu dầm (chuỗi là một nhóm dầm giản đơn nối với nhau).

**1.4.** Dùng kết cấu nhịp liên tục - nhiệt hợp lý hơn cả là dùng với các khẩu độ dưới 33m.

**1.5.** Việc dùng kết cấu nhịp liên tục - nhiệt đặc biệt có hiệu quả ở vùng động đất cũng như móng trụ đặt trong vùng đất lún.

## **2. Cấu tạo sơ đồ kết cấu nhịp liên tục - nhiệt.**

**2.1.** Kết cấu nhịp liên tục nhiệt có thể dùng cho các dầm hoặc bản có khẩu độ bất kỳ với tổ hợp và bố trí bất kỳ trên mặt cắt dọc cũng như trên mặt bằng.

**2.2.** Quy định chiều dài và sơ đồ của chuỗi xuất phát từ điều kiện bố trí cầu, đặc tính của kết cấu và điều kiện khí hậu của vùng xây dựng.

Cấu tạo chuỗi một cách hợp lý bằng cách để cho chuyển vị do nhiệt độ xảy ra ở cả 2 phía tính từ tâm chuỗi và khi đó sử dụng tối đa khả năng của kết cấu khe biến dạng (bảng 1)

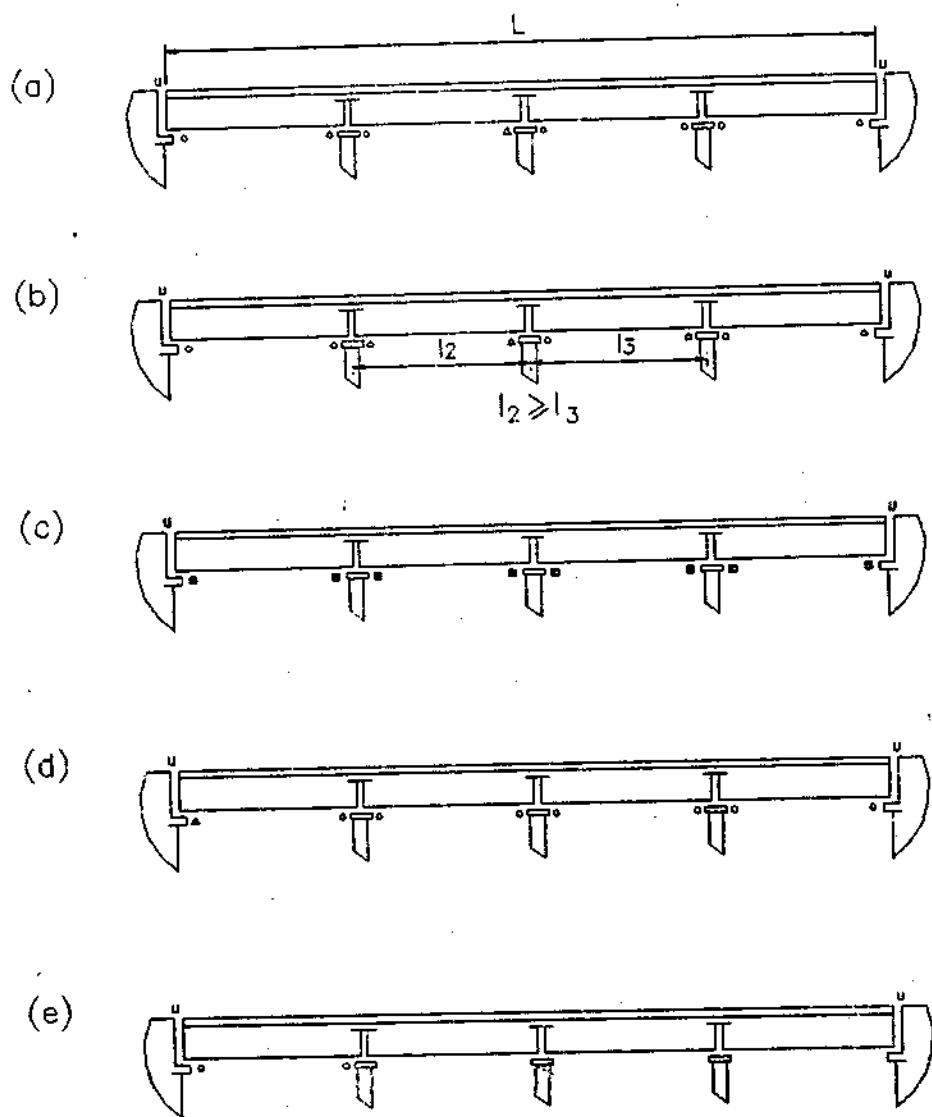
**Bảng 1**

| Kết cấu khe biến dạng                                   | Biên độ chuyển vị(mm) |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| - Liên tục kín bằng lớp phủ bê tông átphan              | 6 - 10                |
| - Liên tục kín bằng lớp phủ bê tông átphan có lưới thép | 15                    |
| - Máng thép co giãn nhồi đầy ma tít không có gờ cứng    | 15 - 20               |
| - Như trên, mép khe có gờ cứng                          | 20                    |
| - Kết cấu co giãn bằng cao su                           | 50                    |
| - Dùng tấm trượt phẳng                                  | 100                   |
| - Dùng tấm trượt vát 1 phía                             | 200                   |
| - Dùng tấm trượt vát 2 phía                             | 300                   |

**2.3.** Kết cấu nhịp liên tục - nhiệt có thể chỉ dùng toàn gối di động, hoặc đặt các gối cố định trên một trong các trụ của nó, được phép chỉ dùng gối di động khi trên chiều dài của chuỗi đều dùng gối cao su phân lớp.

**2.4.** Gối cố định một cách hợp lý là đặt ở giữa chuỗi (hình 1a), khi có khẩu độ khác nhau thì đặt ở nhịp có khẩu độ lớn (hình 1 - b).

**2.5.** Khi chiều dài chuỗi đặt ở trên độ dốc dọc lớn, hợp lý hơn cả là đặt gối cố định ở phía dưới dốc (hình 1đ) điều đó làm cho liên kết chốt chịu lực nén.



HÌNH 1

Sơ đồ cấu tạo kết cấu nhịp

(a), (b) có gối cố định

(c) Không có gối cố định

(d) Cầu trên độ dốc dọc

(e) Cầu trên trụ mềm

Ký hiệu :  $\Delta$ :Gối cố định

$\circ$ :Gối di động

$\blacksquare$ :Gối cao su

$U$ :Khe biến dạng

**2.6.** Trong vùng đất lún dưới một đầu của một nhịp cần thiết phải đặt một gối cố định.

**2.7.** Kết cấu nhịp liên tục - nhiệt dùng trong vùng động đất nếu thiết kế chỉ dùng gối di động (hình 1c).

**2.8.** Trong hệ dầm mút thừa nối dầm treo với phần hẫng, cả hai đầu dầm treo phải dùng gối di động. Khi có việc nối chuỗi phải làm sao cho dưới tác dụng của nhiệt độ cầu vẫn giữ được sơ đồ tĩnh định.

**2.9.** Khi đặt kết cấu nhịp trên trụ mềm, trên mỗi trụ đều phải đặt gối cố định và di động (hình 1 - d). Việc sử dụng gối cao su phân lớp không đòi hỏi biện pháp phụ để trụ tham gia làm việc theo chuyển vị dọc cầu.

**2.10.** Dùng làm gối di động có thể là gối con lăn, trục lăn gối cao su phân lớp. Khi có chuyển vị lớn dùng gối liên hợp, khi chuyển vị nhỏ dùng gối tiếp tuyến. Ưu việt hơn cả là dùng gối cao su phân lớp, phù hợp với quy định trong quy trình BCH-86-71, cho phép bố trí chúng thành từng tầng. Không cho phép gối dầm lên lớp đệm các tông.

**2.11.** Dùng gối tiếp tuyến làm gối cố định, phải xét đến gối chịu lực ngang, phát sinh trong chuỗi kết cấu nhịp.

### **3. Kết cấu liên kết chốt.**

**3.1.** Tùy thuộc vào kết cấu nhịp, việc nối thành kết cấu liên tục - nhiệt có thể có những phương pháp khác nhau:

Đối với dầm cuống nối ở bản mặt cầu (hình 2) và theo mỗi nối ước dọc cầu (hình 3).

Đối với bản - dùng bản nối (hình 4) hoặc theo mỗi nối then dọc (hình 5) và một phần chiều dày của bản.

Ngoài ra, không tùy thuộc vào loại kết cấu nhịp, có thể nối theo lớp bê tông xi măng của áo đường mặt cầu: lớp bê tông đệm (hình 6a) và lớp phủ bê tông xi măng (hình 6, b, c).

**3.2.** Trong cầu không dùng lớp phòng nước thì nối ở lớp sao bằng (hình 7).

**3.3.** Nối theo bản mặt cầu, hoặc một phần chiều dày của bản, phải đảm bảo điều kiện xe chạy tốt nhất và sự vững chắc của kết cấu và được coi là dạng cơ bản của mỗi nối trong kết cấu nhịp liên tục - nhiệt.

**3.4.** Nối kết cấu nhịp theo lớp phủ bê tông xi măng, theo mỗi nối ước dọc, lớp đệm và mỗi nối then dọc của bản, cầu phải trải qua thử nghiệm và được sự đồng ý của người đặt hàng.

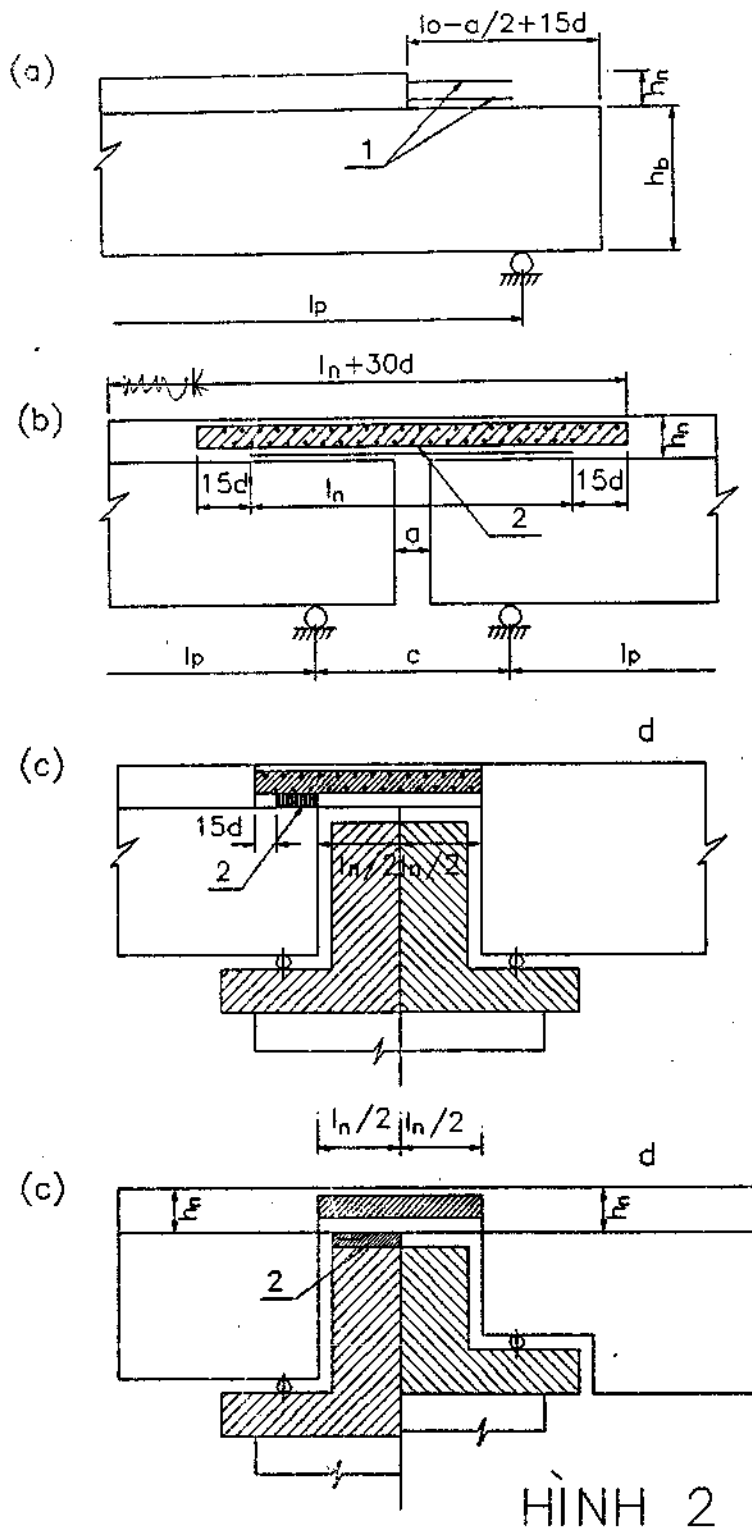
Hình 2 - Sơ đồ nối theo bản mặt cầu (xem bản vẽ)

a - Dầm chưa đổ bê tông bản cánh

b - Nối khi trụ có dạng bình thường.

c, d - Nối khi trụ có xà ngang mặt cắt chữ T.

e - Nối khi tỳ lên xà ngang.



HÌNH 2

Sơ đồ nối theo bản mặt cầu

(a) dầm chưa đổ bê tông bản cạnh

(b) Nối khi trụ có hình dạng bình thường

(c), (d) Nối khi trụ có xà ngang mặt cắt chữ T;

(e) Nối khi dùng xà ngang cao bằng dầm (xà ẩn)

1. Cốt thép thô; 2. Lớp đệm dầm hồi;  $l_n$ . Khẩu độ bản nối

(d) đường kính cốt thép bản nối,  $h_n$ : chiều dày bản nối.

g- Nối khi dùng xà ngang cao bằng dầm (xà ẩn)

1. Cốt thép thò.

2. Lớp đệm bản đàn hồi.

$l_n$ . Khẩu độ bản nối

d: Đường kính cốt thép bản nối.

$h_n$ : Chiều dày bản thí nghiệm và được sự đồng ý của người đặt hàng.

3.5. Nối theo lớp phủ bê tông xi măng không neo xuống kết cấu nhịp (hình 6,b) chỉ nên dùng khi cải tạo và sửa chữa cầu nằm trên đoạn đường bằng, và khoảng cách từ đầu chuỗi đến mặt cắt cố định không lớn hơn 25m.

Nối theo lớp phủ bê tông xi măng có neo xuống kết cấu nhịp trực tiếp bằng cốt thép thò ở mỗi nối ước dọc được dùng cùng với các dạng nối khác (xem điểm 3 - 4) khi điều kiện khoảng cách từ đầu chuỗi đến mặt cắt cố định của chuỗi không lớn hơn 100m.

3.6. Trong mọi trường hợp, ngoài chỗ nối theo mỗi nối ước dọc, các bản nối các kết cấu nhịp kề nhau (bản cánh phân xe chạy, lớp đệm và san bằng, lớp phủ bê tông - xi măng) phải cách ly với kết cấu nằm phía dưới. Chiều dài đoạn cách ly xác định bằng tính toán. Tốt nhất, chiều dài đó lớn hơn hoặc tối thiểu bằng khoảng cách giữa hai gối ở đầu kết cấu nhịp kề nhau.

3.7. Khi nối kết cấu nhịp lắp ghép theo bản mặt cầu, thì khi chế tạo dầm đầu bản cánh cần để cốt thép thò nằm ngang chiều dài phần bản cánh để chừa lại lấy bằng một nửa chiều dài bản nối đã trừ đi khoảng cách đầu dầm kề nhau và cộng với 30 đường kính cốt thép nối bản cánh, không cần để cốt thép thò từ cuống dầm trong phạm vi nối bản cánh (hình 2a).

3.8. Khi khoảng cách giữa hai đầu dầm kề nhau tương đối lớn người ta dùng sơ đồ hình 2 e, g tốt nhất vẫn dùng dầm có phần bản cánh để chừa lại.

Cho phép bản nối tựa lên xà ngang đầu trụ thông qua bản đệm đàn hồi có chiều dày không nhỏ hơn 0.5cm không kể trường hợp dầm đặt trên gối cao su phân lớp.

3.9. Việc nối một phần chiều dày của bản thực hiện tương tự như nối bản mặt cầu (bản cánh dầm).

3.10. Trong cầu không dùng lớp phòng nước (xem hình 7) ngoài phạm vi tấm đệm đàn hồi, lớp san bằng phải liên kết vững chắc với dầm bằng cốt thép thò từ mỗi nối ước dọc, thì công theo yêu cầu quy định trong BCH - 85 - 68.

3.11. Nối theo mỗi nối ước dọc (hình 3) áp dụng ở các kết cấu nhịp có chiều rộng mỗi nối không nhỏ hơn 30cm. Để lớp áo mặt cầu phủ liên tục qua khoảng hở giữa hai đầu dầm kề nhau phải đặt ván gỗ dán bịt kín.

Nối theo lớp san bằng chỉ cho phép khi chiều dài chuỗi thoả mãn điều kiện: khoảng cách từ mặt cắt cố định đến đầu chuỗi không vượt quá 100m.

**3.12.** Trường hợp nối kết cấu nhịp theo mối nối ước dọc mà đầu trụ có xà ngang mặt cắt chữ T (hình a), thì phần bản mặt cầu nằm trên xà ngang được đổ bê tông đồng thời với mối nối ước dọc và toàn bộ mặt phẳng của bản tựa lên lớp đệm đàn hồi để không làm cản trở chuyển vị dọc. Cách nối này áp dụng cho chiều dài chuỗi không lớn hơn 50m và gối đỡ có dạng bất kỳ không kể khi dùng gối cao su phân lớp.

**3.13.** Khi kết cấu nhịp là dầm bản nối bằng các bản cá đặt ở đầu bản, thì khi chế tạo dầm bản, người ta thường đặt những cấu kiện chôn sẵn khi lắp ráp người ta hàn vào đó bản nối hoặc thanh nối khi đó phải đảm bảo chiều rộng khe hở giữa hai đầu bản có chiều dài tự do  $10 \div 15\text{cm}$  (Xem hình 4).

**3.14.** Khi kết cấu nhịp là bản có lỗ rỗng nối theo mối nối then dọc, khi chế tạo cách đầu bản chiều dài  $50 \div 60\text{cm}$  phía trên không để phần gờ, hoặc khi lắp ráp thì đập bỏ phần gờ đó. Dọc mối nối đặt cốt thép có mặt cắt theo tính toán (hình 5) trên chiều dài  $25 \div 30\text{cm}$  cốt thép được cách ly không cùng làm việc với bê tông bằng cách lấy bao tải tẩm nhựa đường, giấy dầu, vải poliôtilen bọc lại. Đặt cốt thép và lắp dây vào mối nối then dọc, dầm chặt cẩn thận để đảm bảo dính kết với mặt hông của bản và để tạo thành then nối.

Chiều dày bê tông giữa hai đầu dầm bản kề nhau không được lớn quá  $6 \div 8\text{cm}$ .

**3.15.** Khi nối kết cấu nhịp theo lớp đệm bê tông - xi măng mác bê tông không được nhỏ hơn 300 và chiều dài không được nhỏ hơn 60mm khi đó từ mặt cắt cố định đến đầu chuỗi không lớn hơn 50m.

**3.16.** Ở cầu xiên sơ đồ nối cũng giống như cầu thẳng, dầm xiên được thiết kế đặc biệt có phân cánh để chừa lại hoặc dùng dầm xiên định hình. Khi dùng dầm định hình (hình 9) thì cần cắt bỏ cốt thép thò từ cuống dầm trong phạm vi bản gối tới mức mép dưới bản cánh và đổ bê tông xong cuống dầm trước. Khi đó không cần đặt dầm ngang đầu dầm đã được xét trong thiết kế địa hình dầm xiên.

**3.17.** Kết cấu nhịp của cầu trên mặt bằng là đoạn cong thì được nối theo bản mặt cầu. Mặt bằng bản nối có dạng hình thang. Khi bán kính cong nhỏ, bản nối phía bụng và lưng đường cong khác nhau nhiều, thì bản nối ở phía bụng đường cong có thể tạo nên kết cấu nửa chốt (hình 11).

**3.18.** Liên kết chốt của kết cấu nhịp theo bản cánh của dầm theo lớp đệm và lớp san bằng được thực hiện trên toàn bộ chiều rộng của kết cấu nhịp, hoặc chỉ trên phạm vi chiều rộng của xe chạy.

**3.19.** Khi nối kết cấu nhịp theo bản mặt cầu, thì mác bê tông bản nối phải cùng mác với bê tông của kết cấu nhịp. Bố trí cốt thép nên dùng cốt thép loại AI - AIII cũng có thể dùng cốt thép ứng suất trước để nối.

**3.20.** Cốt thép tính toán của bản nối được bố trí trong phạm vi chiều rộng của dầm và mối nối ước dọc. Cốt thép ở mối nối ước dọc, biện pháp hợp lý là đặt liên tục trên trụ từ nhịp này sang nhịp kia. Khi chiều dài cốt thép không đủ thì đặt trong mối nối ước dọc cốt thép ngắn, có chiều dài bằng chiều dài cốt thép cốt thép ở bản nối khi nối kết cấu nhịp theo bản cánh dầm.

Khi nối kết cấu nhịp theo mỗi nối ước dọc, cốt thép tính toán bố trí trên chiều dài  $200 \div 500\text{cm}$ , với kết cấu nhịp ở cầu thẳng và trên chiều dài  $(b_s + b) \cot \alpha + (80-100\text{cm})$  với kết cấu nhịp ở cầu Xiên (xem hình 10).

**3.21.** Khi nối kết cấu nhịp theo bản mặt cầu, nếu chiều dày lớp đệm lớn quá  $8 \div 10 \text{ cm}$ , để giảm bớt độ cứng của chỗ nối, bên trên mặt cắt ngang của bản nối, một cánh hợp lý là đặt quãng hồ nhét đầy mát tít, hoặc đặt một tấm gỗ (hình 12). Khi nối kết cấu nhịp theo mỗi nối ước dọc, chiều dài lớp bê tông đệm trong phạm vi  $100 \div 120\text{cm}$  phải cách ly đối với dầm bằng lớp đàn hồi và được bố trí cốt thép. Trong tất cả các sơ đồ nối kết cấu nhịp, lớp phòng nước đặt tại chỗ nối, không được dính vào lớp bê tông, như vậy trên chiều dài bản nối cộng với  $25\text{cm}$  về mỗi bên, lớp phòng nước cần thiết phải cách ly với lớp bê tông dầm và lớp bảo vệ (lớp phủ bê tông xi măng) bằng lớp giấy dầu, giấy sập, vải pôlietilen v.v...

**3.22.** Lớp đàn hồi làm bằng một số lớp giấy dầu, dán bằng nhựa đường, chiều dày lớp đàn hồi lấy  $0.5 \div 1.0\text{cm}$ .

**3.23.** Tại chỗ "Liên kết chốt" của kết cấu nhịp cần bố trí cốt thép phụ thêm trong lớp bảo vệ, khi nối theo mỗi nối ước dọc thì đặt trong lớp bê tông đệm, dùng lưới cốt thép hàn hoặc buộc, loại thép AI, đường kính  $6\text{mm}$ , với mắt lưới không lớn hơn  $10 \times 10\text{cm}$ .

#### **4. Tính toán kết cấu nhịp liên tục nhiệt.**

**4.1.** Thiết kế kết cấu nhịp liên tục - nhiệt bắt đầu bằng việc tạo chuỗi. Chiều dài chuỗi được chọn bằng việc so sánh các phương án sử dụng các loại gối cầu và kết cấu khe biến dạng khác nhau. Tiêu chuẩn hợp lý của chiều dài chuỗi là sử dụng khả năng tối đa của các loại gối cầu và khe biến dạng đảm bảo được chuyển vị dọc của cầu (phụ lục 1).

**4.2.** Sau khi xác định chiều dài chuỗi, loại hình gối và kết cấu khe biến dạng, người ta chọn loại liên kết chốt của kết cấu nhịp và tiến hành tính toán.

**4.3.** Chuyển vị dọc trong chuỗi của kết cấu nhịp ở mức gối cầu và khe biến dạng đối với mặt cắt cố định của chuỗi được xác định do tác dụng của nhiệt độ, co và từ biến có xét đến tuổi của bê tông dầm lúc đặt dầm vào trụ và nối thành chuỗi.

**4.4.** Biên độ chuyển vị dọc của kết cấu nhịp  $\Delta t$  do tác dụng của nhiệt độ tính theo lượng chênh lệch nhiệt độ, bằng hiệu số nhiệt độ tính toán dương và âm ở địa điểm xây dựng, theo quy định của CHUI- 4.6 - 72. Nhiệt độ tính toán dương là nhiệt độ lớn nhất của không khí  $t_{\max}$  trong suốt thời gian quan sát, nhiệt độ tính toán âm là nhiệt độ bình quân ngày đêm của ngày lạnh nhất trong thời gian quan sát  $t_{\min}$ .

$$\Delta t = \alpha(t_{\max} - t_{\min}) \times L \quad (1)$$

Trong đó

$\alpha$  : Hệ số dẫn dài của vật liệu kết cấu nhịp .

$L$  : Khoảng cách từ mặt cắt cố định của chuỗi đến mặt cắt cần xác định chuyển vị.

**4.5.** Ngoài biên độ - chuyển vị do nhiệt độ, còn xác định khoảng chuyển vị (co và dẫn) trong chuỗi đối với vị trí của nó trong thời điểm nổi. Nhiệt độ tính toán khi nổi là nhiệt độ thực tế bình quân ngày đêm lúc nổi dầm.

Nếu nhiệt độ thực tế còn chưa rõ, để tiến hành tính toán có thể lấy nhiệt độ khi nổi không thấp hơn  $10^{\circ}\text{C}$ .

Khi đặt kết cấu nhịp, lên gối cao su phân lớp, xác định chuyển vị theo chiều dài của chuỗi ở mức gối, cần xét đến chuyển vị đã có tại chỗ của kết cấu nhịp trước khi nổi chúng thành chuỗi (xem phụ lục 2).

**4.6.** Chuyển vị do co và từ biến của bê tông xác định ở mức đáy và đỉnh dầm (kết cấu nhịp) theo cách tính trình bày trong CH365-62.

Trị số chuyển vị do co và từ biến đối với các kết cấu nhịp thiết kế định hình ghi trong bảng 2.

**4.7.** Sơ đồ cơ bản để tính toán bản nổi là dầm bản ngàm hai đầu có khẩu độ tính toán  $L_n$ , bằng chiều dài của bản cách ly khỏi kết cấu nằm phía dưới (hình 13)

**4.8.** Tính toán bản nổi trong giai đoạn làm việc đàn hồi dưới tác dụng của nội lực phát sinh trong bản.

a) Do chuyển vị góc và chuyển vị thẳng đứng ở mặt cắt ngàm của bản, gây ra bởi hoạt tải và tĩnh tải phần II, tác dụng trên kết cấu nhịp được nổi (tĩnh tải phần II là tải trọng của áo mặt cầu, đặt lên sau khi bê tông bản nổi đã đạt cường độ kể cả phần đường người đi, nếu được lắp đặt sau khi đã nổi kết cấu nhịp thành chuỗi).

b) Dưới tác dụng của hoạt tải và tĩnh tải trực tiếp trên bản nổi.

c) Dưới tác dụng của lực hãm.

d) Do phản lực ở gối chuyển vị do nhiệt độ thay đổi.

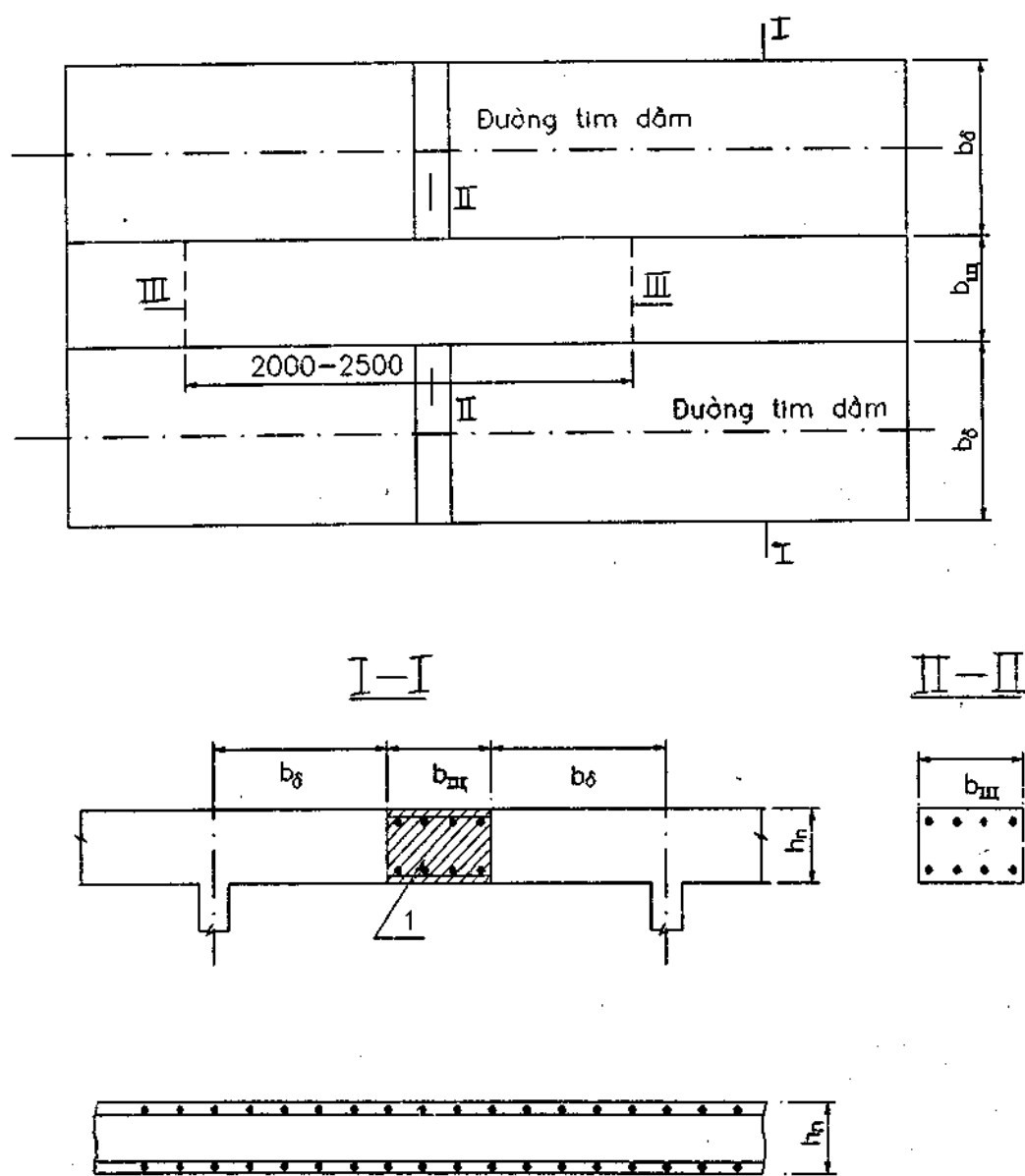
Góc quay và chuyển vị thẳng đứng tại mặt cắt ngàm của bản nổi xác định theo tải trọng, tiêu chuẩn, còn các tác dụng khác, tính theo tải trọng tính toán.

**4.9.** Khi tính toán bản nổi, không xét tác dụng co và từ biến của bê tông dầm vào trạng thái ứng suất của nó, vì tuổi của bê tông dầm và bản nổi chênh lệch nhau nhiều.

**4.10.** Nội lực tính toán của bản nổi có thể là nội lực bất kỳ do các nhân tố kể trên gây ra hoặc tổ hợp các nhân tố đó (bảng 3). Khi đó tổ hợp nội lực do lực hãm hoặc do biến đổi nhiệt độ với các nội lực khác lấy làm tổ hợp chính.

**4.11.** Nội lực trong bản nổi do chuyển vị góc và chuyển vị thẳng đứng ở mặt cắt ngàm bản, xác định theo công thức sức bền vật liệu. Nội lực tĩnh tải phần II, xét tác dụng trên cả hai nhịp kề nhau, còn hoạt tải, chỉ xét tác dụng trên một nhịp.

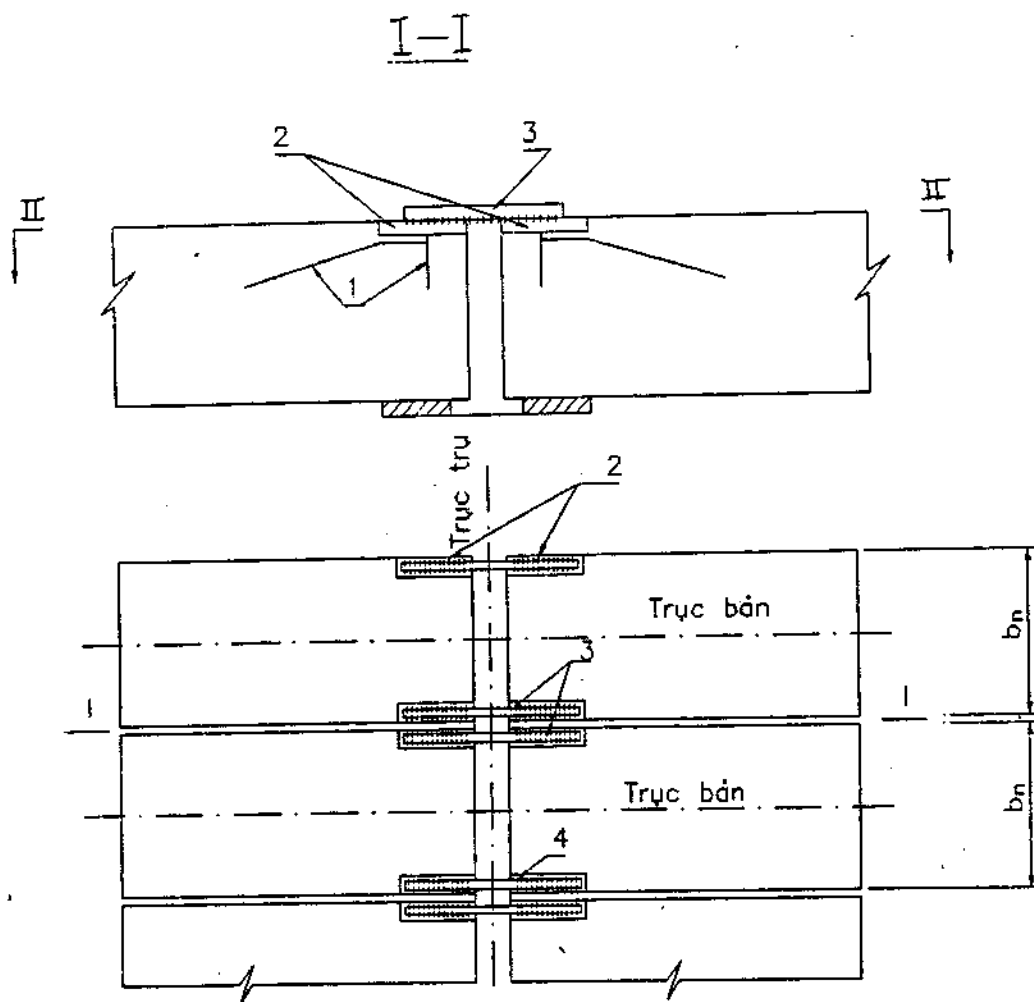
Khi nổi những khẩu độ khác nhau, thì tiến hành chất tải lần lượt từng khẩu độ và tính bản với nội lực lớn nhất.



HÌNH 3

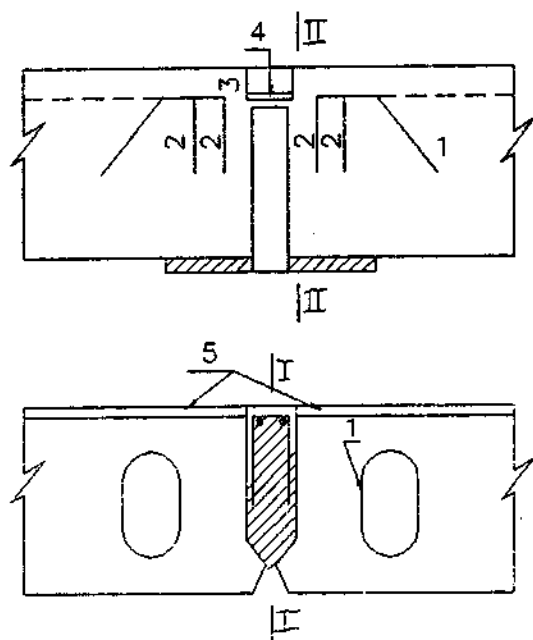
Sơ đồ kết cấu nhịp theo mối nối ướl dọc

1. Mối nối dọc
  2. Vòng bố trí cốt thép tính toán
- $b_g$  : chiều rộng dầm.  
 $b_m$  : chiều rộng mối nối ướl  
 $h_n$  : chiều dày bản nối



HÌNH 4

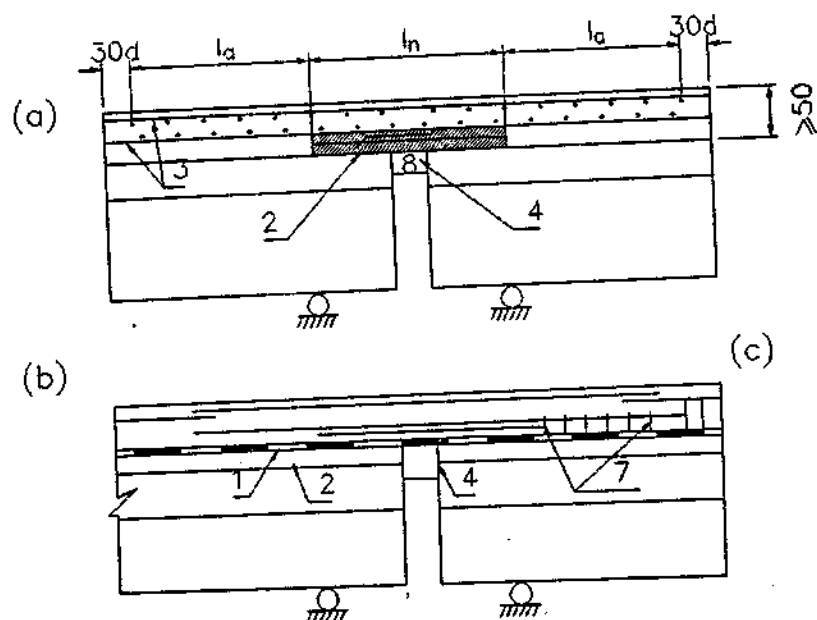
Sơ đồ kết cấu nhịp bằng bản nối; 1. neo; 2 bản chõ. 3. Bản nối hoặc thanh nối; 4. Mối hàn,  $b_n$ . Chiều rộng bản.



HÌNH 5

Sơ đồ kết cấu nhịp theo mối nối then dọc

1. Cốt thép tính toán của liên kết chốt;
- 2,3. Cốt thép đai
4. Bọc cách li bằng giấy dầu
5. Cốt thép ngang của lưới thép dầm bản.

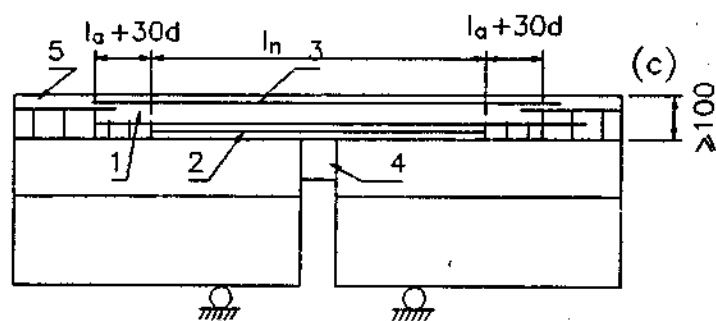


HÌNH 6

Sơ đồ kết cấu nhịp theo lớp áo xi măng

(a) Nối theo lớp dệm, (b) nối theo lớp phủ BT xi măng không có cốt thép neo; (c) như (b) nhưng có cốt neo.

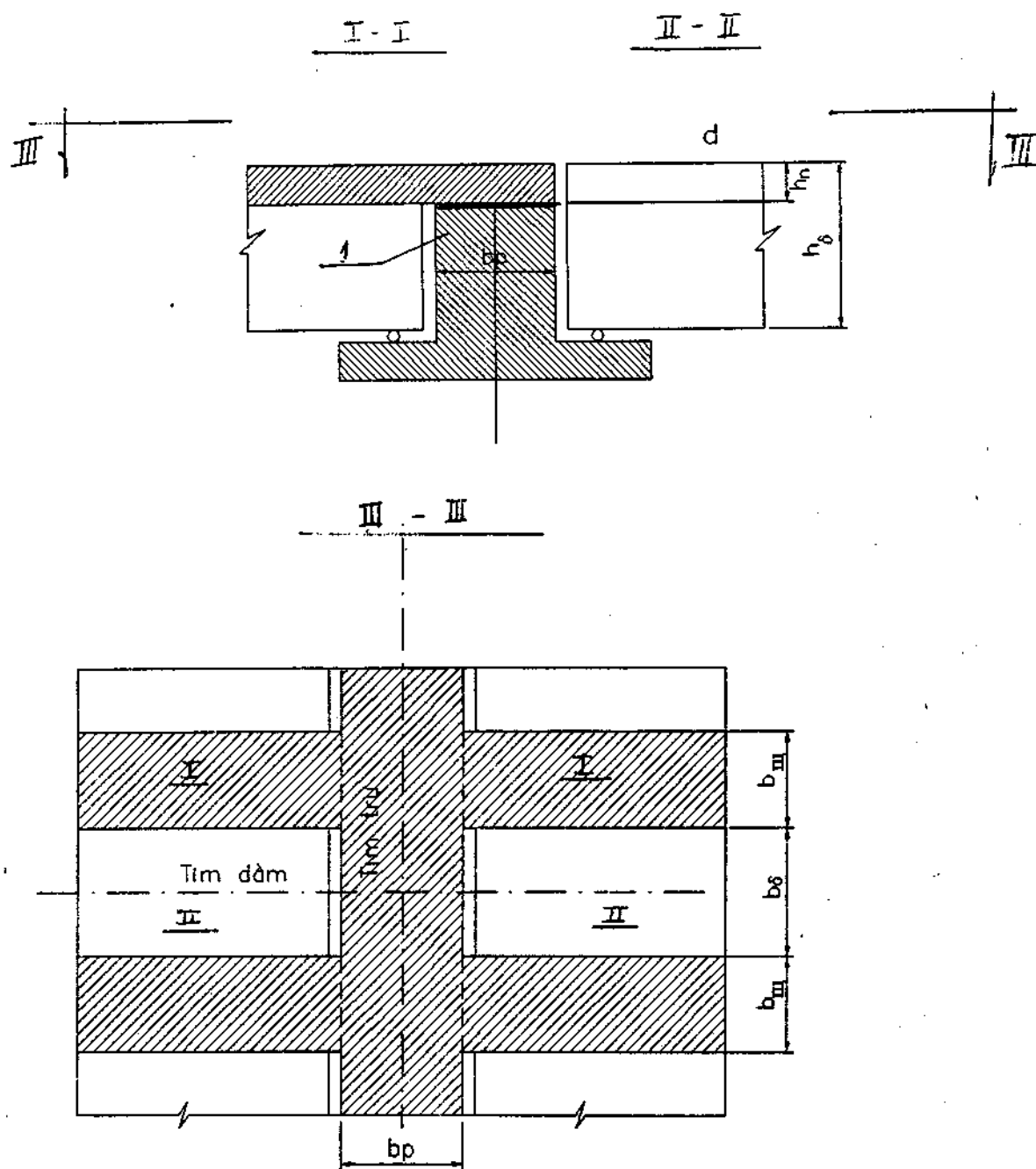
1., Lớp dệm; 2. Lớp đàn hồi; 3. Cốt thép bản nối; 4. Gỗ ván khuôn.  
5. Lớp phủ BT xi măng; 6. Cốt thép lớp phủ; 7. Cốt thép thò từ mối nối ướ  $l_n$ . Khẩu độ bản nối;  $l_a$ : Chiều dài vùng neo;  $l_n$ : Chiều dày bản nối; (d) đường kính cốt thép bản nối.



HÌNH 7

Sơ đồ nối kết cấu nhịp theo lớp sàn bằng không có phòng nước.

1. Lớp sàn bằng; 2. Bản đàn hồi; 3. Cốt thép bản cánh.  
4. Gỗ ván khuôn; 5. Cốt thép lớp sàn bằng; 6. Cốt thép thò từ bản cánh dầm hoặc mối nối ướ dọc



HÌNH 8

Sơ đồ nối kết cấu nhịp theo mối nối uốt dọc khi trụ có xà ngang mặt cắt chữ T.

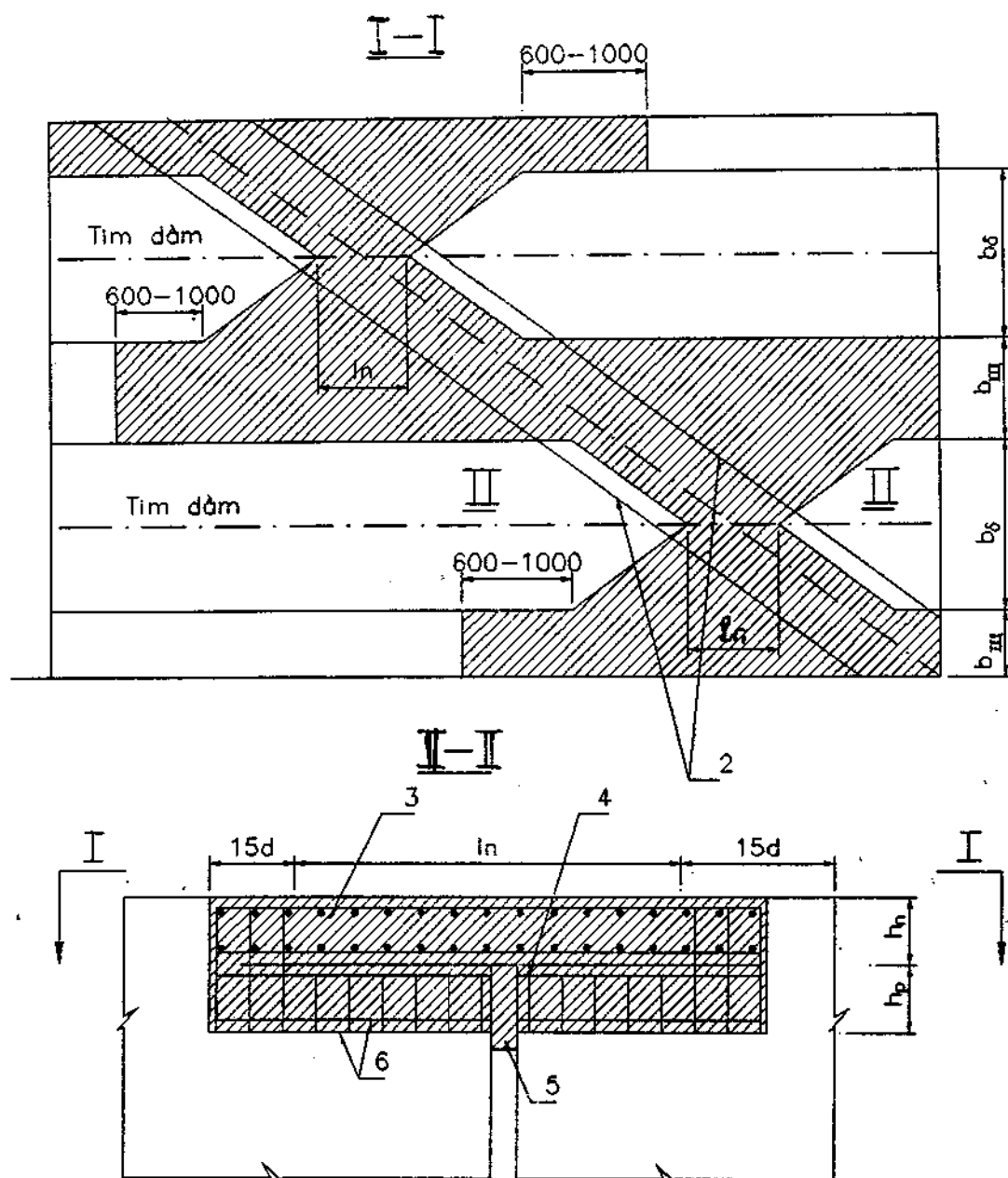
1. Bản dầm đàn hồi.

$b_\delta$  : chiều rộng dầm.

$b_m$  : chiều rộng mối nối uốt

$h_p$  : chiều rộng xà ngang

$h_n$  : chiều dày bản nối



HÌNH 9

Sơ đồ kết cấu nhịp cầu xiên theo bản một cầu  
khi dùng dầm xiên định hình

1. Vùng đặt cốt thép tính toán;
2. Vùng có lớp phòng nước không dính vào lớp áo đường
3. Bản nối; 4. Bản đệm đàn hồi
5. Gỗ ván khuôn; 6. Cốt thép thô

$l_n$  : Chiều dài bản nối

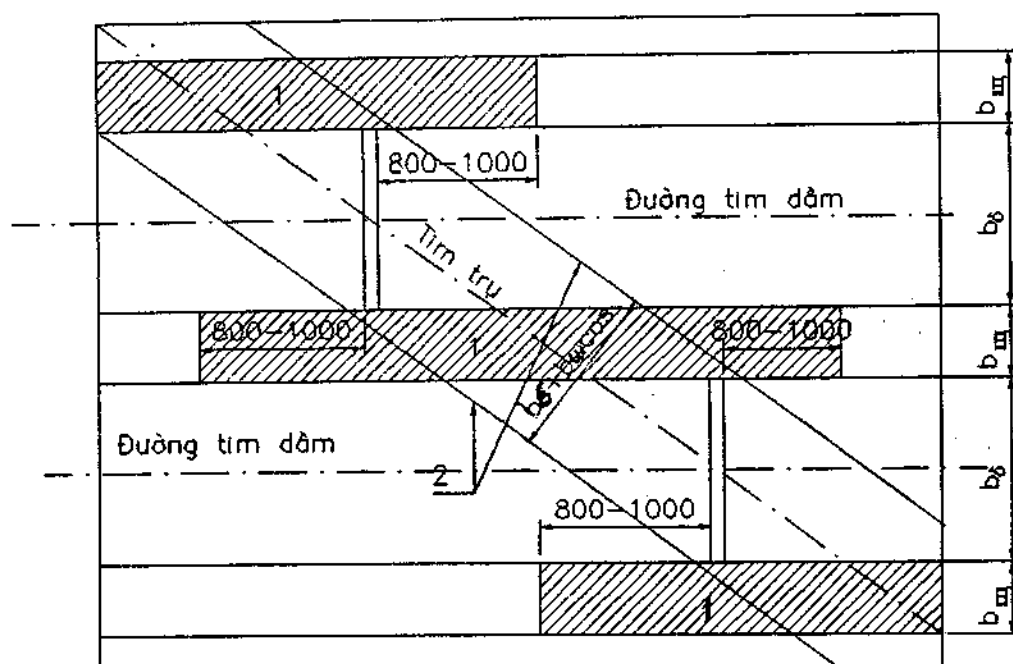
$h_p$  : chiều cao đổ bê tông bụng dầm

$b_\delta$  : chiều rộng dầm.

$b_{III}$  : chiều rộng mối nối

$h_n$  : chiều dày bản nối

$\alpha$  : góc xiên



HÌNH 10

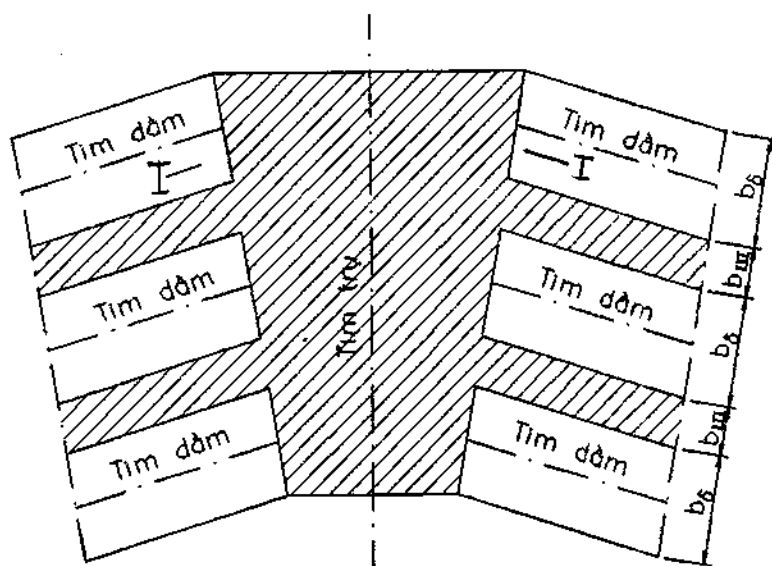
Sơ đồ kết cấu nhịp cầu xiên theo mối nối uốt dọc

1. Vùng đặt cốt thép tính toán ở mối nối uốt dọc
2. Vùng có lớp phòng nước không dính vào lớp áo BT xi măng

$b_d$  : chiều rộng dầm.

$b_m$  : chiều rộng mối nối

$\alpha$  : góc xiên



HÌNH 11

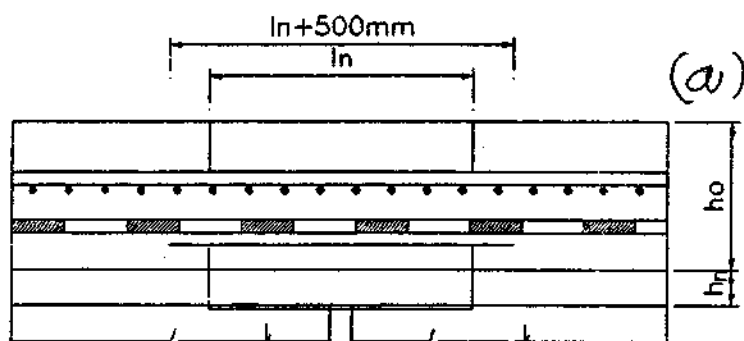
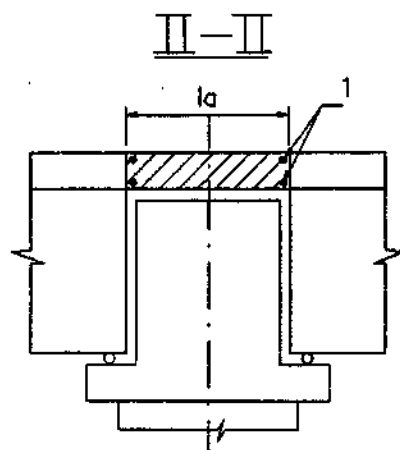
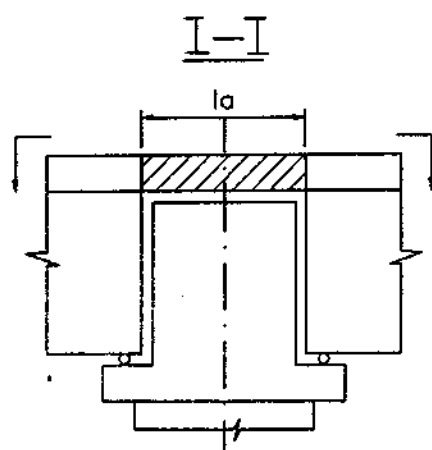
Sơ đồ nối kết cấu nhịp trên đường cong

1. Chốt không hoàn toàn

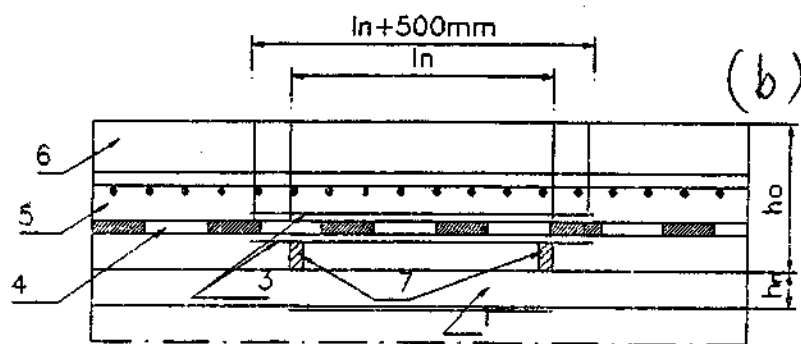
$b_s$  : chiều rộng dầm.

$b_m$  : chiều rộng mối nối ướ

$b_n$  : Khẩu độ bản nối



(a)



(b)

HÌNH 12

Sơ đồ cấu tạo lớp áo mặt cầu trên chỗ liên kết chốt

(a) Khi chiều dày lớp đệm mỏng (dưới 80-100mm)

(b) Như trên khi chiều dày lớp lớn

1. Bản nối; 2. Lớp đệm

3. Bản ngăn cách lớp phòng nước không bị dính

4. Lớp phòng nước

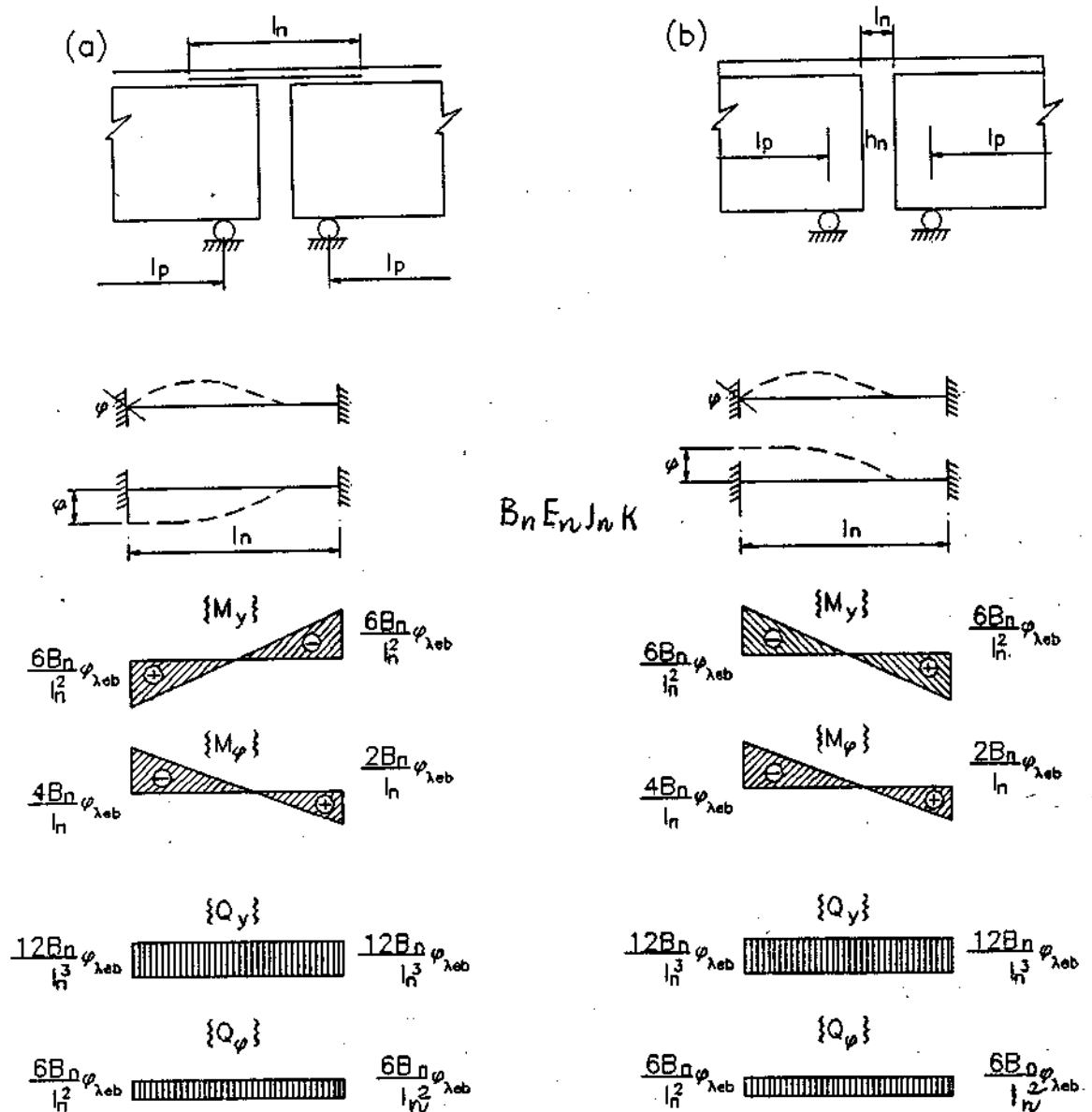
5. Lớp bảo vệ

6. Lớp BT át phan

7. Chỗ hở lớp dày ma tít hoặc tấm gỗ

$h_n$  : Chiều dày bản nối - khẩu độ bản nối

$h_o$  : Chiều dày lớp áo đường



HÌNH 13

So đồ bản nối dưới tác dụng của chuyển vị tại mặt cắt ngàm của nó

(a) Khi tách bản nối với dầm

(b) Khi kết cấu nhịp đặt cách xa nhau

$h_n$ : Chiều dày bản nối

$l_p$ : Khẩu độ tính toán của dầm

$l_n$ : Khẩu độ tính toán của bản nối

$\varphi$ : Chuyển vị thẳng đứng tại mặt cắt ngàm của bản nối

$\varphi_n$ : Góc quay tại mặt cắt ngàm của bản nối

**4.12.** Trị số mô men uốn và lực cắt phát sinh ở mặt cắt ngàm của bản nối khi có tác dụng của chuyển vị, xác định theo công thức sau:

$$M_{\lambda eb} = - \frac{4 \times E_n \times J_n \times K}{Ln} \times \varphi_{\lambda eb} + \frac{2 \times E_n \times J_n \times K}{Ln} \times \varphi_{np} \pm \frac{6 \times E_n \times J_n \times K}{Ln^2} \times (y_{\lambda eb} - y_{np}) \quad (2)$$

$$Q_{\lambda eb} = \frac{6 \times E_n \times J_n \times K}{Ln^2} (\varphi_{\lambda eb} - \varphi_{np}) \pm \frac{L2 \times E_n \times J_n \times K}{Ln^2} (y_{\lambda eb} - y_{np}) \quad (3)$$

Trong đó :

$y_{\lambda eb}, y_{np}$ : chuyển vị thẳng đứng trái và phải tại mặt cắt ngàm bản nối.

$E_n, J_n$ : Độ cứng của bản nối.

$l_n$ : Khẩu độ của bản nối.

$\varphi_{\lambda eb}, \varphi_{np}$ : góc quay trái và phải tại mặt cắt ngàm bản nối.

$K$ : Hệ số triết giảm độ cứng, lấy theo điều 3.21 và 4.27 quy trình Ch 365 - 67

**Bảng 3**

| STT | Tên nội lực                                                                                                         | Nội lực xét đưa vào tổ hợp |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1   | Mô men uốn và lực cắt do chuyển vị góc và thẳng đứng ở mặt cắt ngàm bản do tác dụng của hoạt tải trên kết cấu nhịp. | Không cùng với 3           |
| 2   | Như trên, do tác dụng của tĩnh tải phần II trên kết cấu nhịp                                                        | Với tất cả                 |
| 3   | Như trên, do tác dụng của hoạt tải trên bản nối                                                                     | Không cùng với 1 và 5      |
| 4   | Như trên, do tác dụng của tĩnh tải trên bản nối                                                                     | Với tất cả                 |
| 5   | Nội lực nằm ngang do lực hãm                                                                                        | Không cùng với 3, 6 (*)    |
| 6   | Nội lực nằm ngang do tác dụng của lực ma sát hoặc lực chống cắt ở gối do nhiệt độ biến đổi.                         | Không cùng với 5 (*)       |
| 7   | Nội lực nằm ngang do trọng lượng bản thân của kết cấu nhịp khi cần đặt trên độ dốc.                                 | Với tất cả.                |

Ghi chú : (\*) Nội lực nằm ngang do lực hãm và do tác dụng của biến đổi nhiệt độ (5,6) xét tính đồng thời chỉ khi kết cấu nhịp kê trên gối cao su phân lớp. Khi đó khoảng biến đổi nhiệt độ lấy từ nhiệt độ khi nối chuỗi đến nhiệt độ bình quân của cả thời kỳ mùa hè và mùa đông.

Góc quay lấy trị số dương khi quay theo hướng quay của đầu dầm do tải trọng trên nhịp gây ra, tức là tại đầu phía trái của bản nối quy ngược chiều kim đồng hồ, tại đầu phía phải - theo chiều kim đồng hồ. Trong công thức (2) - (3) thành phần chứa  $y_{\text{gcb}}$  và  $= y_{\text{np}}$  có dấu phía trên ứng với sơ đồ mà mặt cắt ngàm của bản nối nằm ngoài mặt cắt gối của kết cấu nhịp (hình I3a), đầu phía dưới ứng với sơ đồ mặt cắt ngàm của bản nối nằm giữa mặt cắt gối của dầm và đầu dầm (hình I3b)

Trị số nội lực trong bản nối 2 nhịp bằng nhau do tính tải phân II xác định theo công thức.

$$M = \frac{-2E_n \times J_n \times K}{l_n} \times \varphi \quad (4)$$

$$Q = 0 \quad (5)$$

Trong đó:

$\varphi$  : góc quay của mặt cắt ngàm bản do tính tải phân II gây ra.

Khi nối khẩu độ nhịp khác nhau, nội lực do tính tải phân II xác định theo công thức (2) - (3).

**4.13.** Trị số góc quay của mặt cắt ngàm bản nối lấy bằng trị số góc quay tại mặt cắt gối dầm được nối có xét sự làm việc không gian, nhưng không xét ảnh hưởng của bản nối đối với kết cấu nhịp.

**4.14.** Khi tính toán góc quay, độ cứng của dầm có xét tất cả các lớp bê tông của áo mặt cầu đã đặt sau khi nối dầm. Khi tính mô men quán tính của mỗi lớp áo, ta đưa vào modunyn đàn hồi để tính chiều rộng tương đương của lớp.

$$b_c = b_s \times \frac{E_c}{E_s} \quad (6)$$

Trong đó :

$b_c, b_s$ : lần lượt là chiều rộng tính đối của lớp và chiều rộng của bản cánh dầm.

$E_c, E_s$ : Mô duyn đàn hồi bê tông của lớp và của dầm

Khi lớp bê tông của áo mặt cầu nằm trên lớp phòng nước ta tính như đối với mặt cắt tổ hợp.

Tùy thuộc phương pháp nối kết cấu nhịp, khi tính toán tác dụng cả hoạt tải và tính tải phân II, độ cứng của dầm có thể khác nhau.

**4.15.** Góc quay ở mặt cắt gối dầm, không xét hệ số K, xác định theo công thức thuộc điều 3.21 và điều 4.27 của CH 565 - 67

$$\varphi = \frac{0.7 \times q \times (L_p^3)}{24 \times E_s \times J_s} \times \eta \quad (7)$$

Trong đó:

$q$ : Tải trọng phân bố đều tiêu chuẩn.

$L_p$ : Khẩu độ tính toán của dầm

$E_s, J_s$  : Độ cứng tính đối của dầm

$\eta$  : Hệ số, xét sự làm việc không giãn của kết cấu nhịp.

0.7: Hệ số, xét trị số góc quay lý thuyết không phù hợp với thực tế, có được trên cơ sở thống kê các số liệu thí nghiệm bằng hoạt tải trên công trình thật.

Khi đã biết trị số mômen uốn, để đơn giản việc tính toán, góc quay tính theo công thức:

$$\varphi = \frac{0.7 \times M^H \times l_p}{3 \times E_s \times J_s} \quad (8)$$

Trong đó:

$M^H$ : mô men uốn ở giữa nhịp dầm đang xét do tải trọng tiêu chuẩn gây ra

4.16. Chuyển vị thẳng đứng tại mặt cắt ngàm của bản nối, gây ra do góc quay tại mặt cắt gối dầm, xác định theo công thức.

$$y = \frac{\ln - c}{2} \times \varphi \quad (9)$$

Trong đó :

C: khoảng cách giữa 2 tim gối của hai nhịp kề nhau.

4.17. Nội lực trong bản nối do tác dụng cục bộ của hoạt tải của hoạt tải, có xét sự phân bố qua lớp áo mặt cầu, xét hệ số vượt tải  $n'$  và hệ số xung kích  $(1 + \mu)$ , tính theo công thức sau:

+ Đối với mặt cắt ngàm của bản nối:

$$M = \frac{p \times d \times \ln}{24} \left( 3 - \frac{d^2}{\ln^2} \right) n (1 + \mu) \quad (10)$$

$$Q = \frac{p \times d}{2} n (1 + \mu)$$

+ Đối với mặt cắt giữa nhịp của bản nối

$$M = \frac{p \times d \times \ln}{24} \left( 3 + \frac{d^2}{\ln^2} - \frac{2d}{\ln} \right) n (1 + \mu) \quad (11)$$

$$Q = 0$$

Trong đó :

$p$  : Tải trọng phân bố do áp lực bánh xe

$d$ : Chiều dài phân bố tải trọng dọc theo khẩu độ của bản nối.

Tải trọng cục bộ được phân bố trên chiều rộng B lấy bằng:  $B = \ln' - a + b$  (12)

Trong đó :

$a, b$ : Kích thước thực tế của diện tích tiếp xúc của bánh xe theo hướng dọc và hướng ngang cầu.

Khi bản nối tựa lên kết cấu phía dưới, bằng toàn bộ diện tích, nếu kết cấu phía dưới tiếp nhận lực của tải trọng cục bộ, thì không tính tác dụng của tải trọng cục bộ đối với bản nối.

4.18. Nội lực của bản nối do trọng lượng bản thân và do tĩnh tải phần II đặt trên bản, xác định theo công thức

- Đối với mặt cắt ngàm :  $M = \frac{-n \times q \times \ln^2}{12}$  (13)

$Q = \frac{n \times q \times \ln}{2}$  (14)

- Đối với mặt cắt giữa :  $M = \frac{n \times q \times \ln^2}{24}$  (15)

$Q = 0$  (16)

Trong đó : q - tải trọng phân bố của tính tải

4.19. Nội lực dọc trục trong liên kết chốt do tác dụng của biến đổi nhiệt độ phụ thuộc vào loại trụ và gối, chiều dài chuỗi, vị trí của nút liên kết.

4.20. Trong chuỗi không có gối cố định, khi các khẩu độ nhịp bằng nhau và cùng một loại gối thì mặt cắt cố định ở giữa chuỗi.

Trong chuỗi có khẩu độ nhịp và các loại gối khác nhau, mặt cắt cố định xác định như trọng tâm của các thành phần phản lực gối nằm ngang lấy giá trị tuyệt đối do tính tải gây ra.

$$U = \frac{\sum_{i=1}^K |S_i|}{\sum_{i=1}^K |f_i \times A_i|} \quad (17)$$

Trong đó:

$\sum_{i=1}^K |S_i|$  - Mômen tĩnh của các thành phần phản lực gối nằm ngang,

lấy giá trị tuyệt đối do tính tải đối với đầu chuỗi.

$\sum_{i=1}^K |f_i \times A_i|$  - Tổng giá trị tuyệt đối các thành phần phản lực nằm ngang của gối

do tính tải của tất cả kết cấu nhịp trong chuỗi.

K - tổng số gối di động trong chuỗi kết cấu nhịp.

4.21. Lực dọc trục Nt, phát sinh trong liên kết chốt do tác dụng của nhiệt độ (khi trụ cứng với mọi loại gối, không kê gối cao su phân lớp) được tính bằng tổng lực ma sát ở tất cả các gối di động ở phía đầu chuỗi gần nhất.

$$N_t = \pm \sum_{i=1}^j f_i \times A_i \quad (18)$$

Trong đó :

f<sub>i</sub> - hệ số ma sát, lấy như sau:

- Đối với gối con lăn f = 0.05; gối tiếp tuyến f = 0.5; gối phân lớp liên hợp f = 0.02 ÷ 0.07 phù hợp với quy định trong BCH 86 - 71

$j$  : số lượng gối di động trong phần chuỗi, tính từ nút đang xét đến phía đầu chuỗi gần nhất.

$A_i$  - Phản lực gối do tính tải tính toán.

Lực dọc trục ở cầu kiến nối khi dùng gối cao su phân lớp lấy bằng tổng lực cắt ở các gối di động phía đầu chuỗi gần nhất và xác định theo công thức.

$$N_t = \pm \sum_{i=1}^j \Delta i \times \left( \frac{E_p \times G_p}{h_p} \right) \times i \quad (19)$$

Trong đó :

$\Delta i$  - chuyển vị dọc ở mỗi gối trong chuỗi kết cấu nhịp đối với gối cố định hoặc mặt cắt cố định của chuỗi (cm) tính theo độ chênh lệch giữa trị số nhiệt độ dương và âm và nhiệt độ khi nối chuỗi (cm).

$E_p$  - diện tích của gối trên mặt bằng (cm<sup>2</sup>)

$h_p$  - Tổng chiều dày các lớp cao su của gối (cm)

$G_p$  - Mô duyn chống cắt của cao su, lấy bằng 8kg/cm<sup>2</sup> trong khoảng nhiệt độ từ 20° đến - 10°, 10kg/cm<sup>2</sup> ; khi nhiệt độ - 30°, 15kg/cm<sup>2</sup>; khi nhiệt độ - 40°.

Chú ý rằng khi nhiệt độ giảm sẽ gây cho bản nối chịu kéo; khi nhiệt độ tăng - bản nối chịu nén. Nếu trong chuỗi có các loại gối khác nhau, nội lực dọc trục trong cấu kiện nối, lấy bằng tổng các nội lực phát sinh ở từng loại gối.

4.22. Nội lực dọc trục trong liên kết chốt, phát sinh do lực hãm gây ra, khi trụ cứng thì lấy bằng lực hãm của tải trọng đặt giữa mặt cắt đang xét đến đầu chuỗi di động.

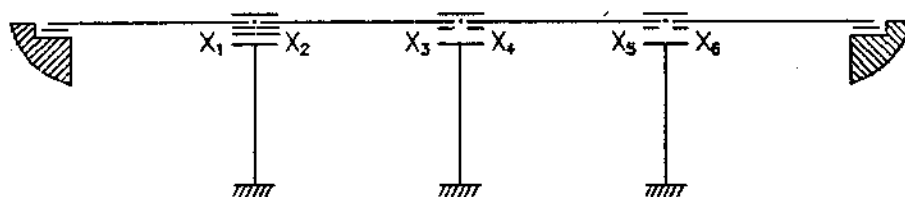
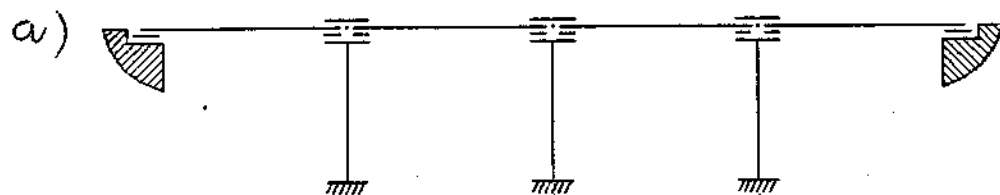
4.23. Khi kết cấu nhịp đặt trên trụ mềm, nội lực dọc trục ở liên kết chốt, do tác dụng của thay đổi nhiệt độ, của lực hãm, của lực động đất xác định bằng tính toán của hệ thống kết cấu nhịp - trụ theo phương pháp thông thường tính cầu trên trụ mềm.

4.24. Kết cấu cơ bản để tính cầu có kết cấu nhịp liên tục - nhiệt trên trụ mềm có được bằng cách tháo bỏ các liên kết nằm ngang ở gối hoặc liên kết chốt và thay thế vào đấy bằng các ẩn lực thừa - lực hướng dọc (hình 14)

Khi kết cấu nhịp tựa trên gối cao su phân lớp, tốt nhất nên dùng kết cấu cơ bản tháo bỏ liên kết ở mức gối. Nếu cầu có một số chuỗi kết cấu nhịp liên tục - nhiệt, thì chỉ tính một chuỗi mà không xét ảnh hưởng của những chuỗi bên cạnh đến trạng thái ứng suất của nó.

4.25. Tìm ẩn lực thừa bằng cách giải hệ phương trình chính tắc bằng

$$\begin{vmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{1i} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{2i} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \delta_{i1} & \delta_{i2} & \delta_{ii} \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \Delta_{1p} \\ \Delta_{2p} \\ \vdots \\ \Delta_{ip} \end{vmatrix}$$



HÌNH 14

Sơ đồ để tính toán kết cấu nhịp liên tục nhiệt dùng gối cao su phân lớp trên trụ mềm.

- (a) Sơ đồ tính toán
- (b) Kết cấu cơ bản

Trong đó

$\delta_{ii}$  - chuyển vị của kết cấu nhịp, trụ và gối do ẩn thừa thứ  $i$  gây ra theo hướng của nó.

$\delta_{ij}$  - chuyển vị của kết cấu nhịp, trụ và gối do ẩn thừa thứ  $j$  gây ra theo hướng của ẩn thừa thứ  $i$ .

$\Delta_{ip}$  - chuyển vị trong chuỗi kết cấu nhịp do nhiệt độ, lực hãm, lực động đất, ở gối  $i$  đối với mặt cắt cố định.

4.26. Đối với kết cấu liên tục nhiệt trên trụ mềm dùng gối cao su phân lớp trên tất cả các trụ, ma trận hệ số là ma trận vuông hoàn toàn đối xứng, có dạng:

$$\begin{vmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & c & c & c & c & \dots \\ \delta_{21} & \delta_{22} & c & c & c & c & \dots \\ c & c & \delta_{33} & \delta_{34} & c & c & \dots \\ c & c & \delta_{43} & \delta_{44} & c & c & \dots \\ c & c & c & c & \delta_{55} & \delta_{56} & \dots \\ c & c & c & c & \delta_{65} & \delta_{66} & \dots \\ c & c & c & c & c & c & \dots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots \end{vmatrix} \quad (21)$$

Trong đó :

$c = \delta_{ij}$  là hằng số, xác định theo công thức.

$$\delta_{ij} = \frac{h_p^y}{2G_p^y \times F_p^y \times K} \quad (22)$$

$j > i + 1.$

Hệ số ma trận xác định theo công thức

$$\delta_{ii} = \frac{h_p^y}{2G_p^y \times F_p^y \times K} + \frac{h_p^i}{KG_p^i \times F_p^i} + \varphi^i h_{on}^i + \frac{(h_{on}^i)^3}{3E_{on}^i \times J_{on}^i} + a \quad (23)$$

$$\delta_{ii+1} = \frac{h_p^y}{2G_p^y \times F_p^y \times K} + \varphi^i h_{on}^i + \frac{(h_{on}^i)^3}{3E_{on}^i \times J_{on}^i} + a \quad (24)$$

Trong đó :

$h_p^y, h_p^i$ : Tổng chiều dày các lớp cao su của các gối trên mố và trụ giữa có ẩn thừa thứ  $i$ .

$G_p^y, G_p^i$ : Mô đun chống cắt của các gối ở mố và trụ có ẩn thừa thứ  $i$ .

$F_p^y, F_p^i$ : diện tích mặt bằng gối trên mố và trụ có ẩn thừa thứ  $i$ .

$\varphi^i$ : góc quay của móng trụ có ẩn thừa thứ  $i$  do tác dụng của ẩn thừa  $i$ .

$a$ : Chuyển vị nằm ngang của bệ, phụ thuộc vào loại móng và đặc trưng của đất nền.

$h_{on}^i$ : Chiều cao của trụ có ản thừa thứ  $i$ , tính từ đáy móng đến vị trí đặt ản thừa thứ  $i$

$E_{on}^i, J_{on}^i$ : độ cứng chống uốn tính đối hướng dọc cầu của trụ có ản thừa thứ  $i$ .

$K$ : số lượng gối trên mặt cắt ngang của kết cấu nhịp.

4.27. Ma trận số hạng tự do của mỗi loại tác dụng: hãm thay đổi nhiệt độ, là ma trận cột. Hệ số đo biến đổi nhiệt độ xác định theo công thức (1) đầu của nó xét tới ảnh hưởng của ản thừa về chuyển vị do nhiệt độ.

Hệ số của ma trận số hạng tự do do lực hãm và các lực nằm ngang khác  $T$  xác định theo công thức :

$$\Delta_i T = \pm \frac{h_p^y \times T}{2G_p^y \times F_p^y \times K} \quad (25)$$

Xác định dấu của chuyển vị theo hướng tác dụng của lực và hướng của ản lực thừa.

4.28. Trong kết cấu nhịp đặt trên độ dốc, cần tính nội lực phát sinh trong bản nối do phản lực của trọng lượng bản thân kết cấu nhịp theo hướng dốc dọc gây ra.

$$N_y = \sum_{j=1}^n P_{ji}$$

Trong đó :

$P_j$ : trọng lượng của kết cấu nhịp

$i$  : Độ dốc dọc của kết cấu nhịp

$n$  : Số lượng khẩu độ, tính từ nút đang xét đến đầu chuỗi di động gần nhất.

4.29. Dưới tác dụng của các nội lực tìm được, tổ hợp theo bảng 3, tính bản nối chịu kéo lệch tâm theo công thức tính toán mặt cắt trong trường hợp lệch tâm nhiều (xem CH 365-67 điều 3.16)

$$N_e = (R_a \times F_a - N) (h_o - a') \quad (27)$$

Từ đó rút ra :

$$F_a = \frac{N_e + N(h_o - a')}{R_a \times (h_o - a')} = \frac{M_n}{R_a \times (h_o - a')} + \frac{N_n}{R_a} \quad (28)$$

Trong đó:

$M_n, N_n$  : trị số nội lực tính toán đối với bản nối.

4.30. Khi cách ly bản trên một phân chiều dài của dầm các mặt cắt cuối dầm phải kiểm toán tác dụng của ứng suất chính.

4.31. Khi trong chuỗi có gối cố định thì nhịp có gối cố định phải kiểm toán momen và lực dọc trục, phát sinh do lực ma sát, hoặc lực chống cắt của gối. Các lực đó tính cùng với tác dụng của hoạt tải và co như tổ hợp phụ.

4.32. Mô men uốn do lực ma sát ở gối (hoặc lực chống cắt) tác dụng vào mặt cắt của dầm xác định theo công thức.

Khi đặt gối cố định ở phía trái dầm.

$$M_x = \pm [(N_1 + N_i - N_2) y_H^* - N_2 (y_H^* - \frac{hn}{2}) - \frac{(N_1 + N_i - N_2) y_H^* + N_1 (y_b^* - \frac{hn}{2}) - N_i \times y_H^* - N_2 (y_b^* - \frac{hn}{2})}{l_p}] \quad \text{X]} \quad (29)$$

Khi đặt gối cố định ở phía phải dầm

$$M_x = \pm [N_i \times y_H^* - N_1 (y_H^* - \frac{hn}{2}) - \frac{(N_1 + N_i - N_2) y_H^* + N_1 (y_b^* - \frac{hn}{2}) - N_i \times y_H^* - N_2 (y_b^* - \frac{hn}{2})}{l_p}] \quad \text{X]} \quad (30)$$

Trong đó :

$N_i$  - Phản lực nằm ngang ở gối di động của dầm

$N_1$  - Nội lực trong bản nối phía đặt gối di động

$N_2$  - Nội lực trong bản nối phía đặt gối cố định

$y_H, y_b$  : Khoảng cách từ trục trung hoà của mặt cắt dầm đến đáy và đỉnh dầm

$h_n$  : Chiều dày bản nối

$l_p$  : Khẩu độ tính toán của dầm

X: Toạ độ mặt cắt đang xét

Trong công thức, dấu cộng tương ứng với nhiệt độ giảm, dấu trừ - nhiệt độ tăng

4.33. Trong sơ đồ nối kết cấu nhịp theo lớp đệm và lớp phủ mặt bê tông xi măng, cần thiết phải bố trí cốt thép theo tính toán trong vùng neo cố  $l_a$  (xem hình 6). Chiều dài vùng neo cố xác định theo trị số tính toán của nội lực hướng dọc trong bản nối phụ thuộc vào trị số lực dính kết của lớp được liên kết với kết cấu phía dưới:

$$l_a \geq \frac{N_n}{BC}$$

Trong đó :

B : Chiều rộng của phần nối kết cấu nhịp

C: Lực dính kết.

Đối với mặt tiếp xúc của các lớp bê tông lực dính kết lấy bằng 0.25 Rp (kg/cm<sup>2</sup>), đối với lớp bê tông có lớp phòng nước lấy 0.5 ÷ 0.6 kg/cm<sup>2</sup>.

4.34. Lực truyền vào trụ của kết cấu nhịp liên tục nhiệt, lấy bằng lực phát sinh ở gối của chuỗi khi tác dụng vào chuỗi tất cả các yếu tố lực và nhiệt. Gối cố định truyền vào trụ tổng số trị số lực nằm ngang, sinh ra trên toàn chuỗi kết cấu nhịp do lực hãm, lực ma sát, hoặc lực chống cắt ở gối.

4.35. Tính toán liên kết kết cấu nhịp liên tục - nhiệt trên cầu Xiên và cầu trên đường cong không khác tính toán cầu trên đường thẳng.

## 5. Lắp đặt liên kết chốt.

5.1. Khi đặt dầm của kết cấu nhịp, phải quy định vị trí gối trên trụ phải xét đến nhiệt độ không khí và bố trí gối trong chuỗi kết cấu nhịp có quan hệ với gối cố định hoặc mặt cắt cố định của chuỗi.

5.2. Khoảng cách giữa hai đầu dầm cổ gối di động hoặc giữa đầu dầm với xà ngang có mặt cắt chữ T, hoặc với tường trước mố phải xét đến chuyển vị dọc của dầm theo chiều dài chuỗi.

5.3. Trước khi đổ bê tông bản nối hoặc lắp đặt cấu kiện liên kết kết cấu nhịp, phải có biện pháp chống mất ổn định cho dầm và chống chuyển vị dọc của dầm trên các nhịp lân cận. Để làm việc đó, cần có thanh chống xiên cho dầm, và thanh chống ngang giữa các đầu dầm để chịu ép khi nhiệt độ tăng lên và đặt thanh giằng (cốt thép thanh hàn với cốt thép thò, hoặc với bản chôn sẵn của dầm trên các nhịp lân cận) để chịu kéo khi nhiệt độ giảm xuống.

Thanh chống ngang được lấy đi sau khi cường độ bê tông của bản nối đã đạt yêu cầu.

5.4. Đổ bê tông bản nối đồng thời với đổ bê tông mố nối ước dọc. Trong phạm vi bố trí cốt thép tính toán không cho phép để vết thi công.

5.5. Đổ bê tông các liên kết chốt, một cách hợp lý là bắt đầu từ gối cố định hoặc từ giữa chuỗi của kết cấu nhịp.

5.6. Khi thi công cần tuân theo các yêu cầu của CHuII III-43-75 cũng như các nguyên tắc kỹ thuật an toàn và bảo hộ lao động đã được quy định trong các văn kiện tiêu chuẩn.

Handwritten signature or mark in the top right corner.

## Phụ lục 1

### TRÌNH TỰ SỬ DỤNG ĐỒ THỊ

---

1. Để xác định chuyển vị theo chiều dài chuỗi t, cần tìm biên độ của nhiệt độ tính toán, ở vùng xây dựng cầu và cho trước tuổi bê tông khi nối chuỗi. Thí dụ  $T = 70\%$ , tuổi bê tông 3 tháng.

2. Trên hình 1A, trên trục tung phía bên phải tìm trị số biên độ nhiệt độ và tuổi bê tông cần thiết 70 (3)

3. Xác định chiều dài kết cấu nhịp trong chuỗi từ đó tích tụ chuyển vị tại khe biến dạng do biến đổi nhiệt độ, co ngót và từ biến.

Thí dụ: Toàn chiều dài của kết cấu nhịp liên tục - nhiệt là 120m, tất cả đều dùng gối cao su phân lớp, chuyển vị xảy ra về mỗi phía đối với tâm chuỗi tính theo  $L = 60m$ . Trên trục hoành tìm điểm tương ứng với chiều dài 60m, từ đó dựng đường thẳng góc cắt đường thẳng xiên  $7^\circ$  (3)

4. Trên trục tung phía trái, tương ứng với giá trị tìm được chuyển vị  $t=58mm$

5. Các đường thẳng nằm ngang L5 (xem hình 1a) xác định giới hạn trên, của phạm vi sử dụng kết cấu khe biến dạng các loại khác nhau.

Đối với trường hợp đang xét, cần sử dụng khe biến dạng có bản trượt phẳng (đường thẳng).

6. Chuyển vị theo chiều dài chuỗi khi không xét co ngót và từ biến được xác định theo trình tự tương tự, dùng hình 1 theo đồ thị đó, xác định loại kết cấu khe biến dạng khi sửa chữa cầu, khi đó quá trình co ngót và từ biến đã kết thúc.

7. Trình tự sử dụng đồ thị ở hình 2 cũng tương tự như trên đường nằm ngang L"7 quy định giới hạn trên của việc sử dụng gối cao su phân lớp có chiều dày khác nhau.

**Phụ lục 2**  
**THÍ DỤ TÍNH TOÁN KẾT CẤU NHỊP LIÊN TỤC - NHIỆT**  
**DỤNG GỐI CAO SU PHÂN LỚP TRÊN TRỤ CỨNG**

---

Cầu gồm 5 nhịp khẩu độ dài 24m. Vùng xây dựng có các đặc trưng nhiệt độ như sau;

Nhiệt độ lớn nhất tuyệt đối  $t_{max} = 34^{\circ}\text{C}$

Nhiệt độ bình quân ngày đêm, lạnh nhất  $t_{min} = - 24^{\circ}\text{C}$

Chênh lệch nhiệt độ để tính toán  $\Delta T = 58^{\circ}$ .

Kết cấu nhịp liên tục - nhiệt gồm 5 nhịp kê, trên gối cao su phân lớp, không dùng gối cố định. Như vậy chuyển vị do nhiệt độ thay đổi, co và từ biến phát sinh sang cả hai bên tâm chuỗi. Chiều dài tích tụ chuyển vị là  $L = 2.5 \times 24 = 60\text{m}$ .

Biên độ chuyển vị lớn nhất do co, từ biến và thay đổi nhiệt độ ở đầu chuỗi ứng với khi nối chuỗi bê tông đầm tuổi 3 tháng là 51mm, tuổi 12 tháng là 46mm (xem hình 1a, phụ lục 1)

Với chuyển vị đó, tại đầu chuỗi cần đặt kết cấu khe biến dạng có bộ phận co dẫn là cao su K8 (theo thiết kế số No 22015 - M - 1971 của Viện thiết kế đường BX) Để chọn chiều cao của gối cao su phân lớp (kích thước trên mặt bằng xác định theo phương pháp thông thường) và xác định nội lực truyền vào trụ, phải tính chuyển vị theo chiều dài chuỗi phụ thuộc vào nhiệt độ khi đặt đầm lên trụ và nhiệt độ khi nối chuỗi, cho trước một số trị số nhiệt độ khi lắp đặt đầm và nối đầm, rồi xác định chuyển vị trong chuỗi đối với tâm chuỗi khi nhiệt độ thay đổi trong khoảng từ nhiệt độ nối chuỗi đến nhiệt độ tính toán lớn nhất và nhỏ nhất, chuyển vị tìm được cộng với chuyển vị gối trước khi nối nhịp do thay đổi nhiệt độ trong khoảng từ nhiệt độ đặt đầm đến nhiệt độ nối chuỗi (bảng 1)

- Chuyển vị lớn nhất do tác dụng nhiệt độ thay đổi (xem bảng 1) là chuyển vị của gối ở mỗi khi đặt đầm trên nhịp ở nhiệt độ  $10^{\circ}\text{C}$  và khi nối chuỗi ở nhiệt độ  $20^{\circ}\text{C}$ .

Bảng 1

| Nhiệt độ đặt đầm $t_1^0$ | Nhiệt độ nổi đầm $t_2^0$ | Vị trí gối | Khoảng cách đến tâm chuỗi (m) | Chuyển vị ở mức gối (mm) do tác dụng của nhiệt độ thay đổi |                      |        |           |          |
|--------------------------|--------------------------|------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------|--------|-----------|----------|
|                          |                          |            |                               | Khi chưa nổi từ $t_1^0$ đến $t_2^0$                        | Khi đã nổi kín chuỗi |        |           |          |
|                          |                          |            |                               |                                                            | Từ $t_2$ đến         |        | Tổng cộng |          |
| 1                        | 2                        | 3          | 4                             | 5                                                          | tmax                 | tmin   | đến tmax  | đến tmin |
| - 15 $^0$ C              | 10 $^0$ C                | 1          | 60                            | 3                                                          | 14.40                | -20.4  | 17.40     | -17.40   |
|                          |                          | 2          | 36                            | -3                                                         | 8.65                 | -12.25 | 5.65      | -15.25   |
|                          |                          | 3          | 36                            | 3                                                          | 8.65                 | -12.25 | 11.65     | -9.25    |
|                          |                          | 4          | 12                            | -3                                                         | 2.88                 | -4.08  | -0.12     | -7.08    |
|                          |                          | 5          | 12                            | 3                                                          | 2.88                 | -4.08  | 5.88      | -1.04    |
|                          | 20 $^0$ C                | 1          | 60                            | 4.2                                                        | 8.40                 | -26.4  | 12.60     | -22.2    |
|                          |                          | 2          | 36                            | -4.2                                                       | 5.05                 | -15.85 | 0.85      | -20.05   |
|                          |                          | 3          | 36                            | 4.2                                                        | 5.05                 | -15.85 | 9.25      | -11.65   |
|                          |                          | 4          | 12                            | -4.2                                                       | 1.68                 | -5.28  | -2.52     | -9.48    |
|                          |                          | 5          | 12                            | 4.2                                                        | 1.68                 | -5.28  | 5.88      | -1.08    |
| 0 $^0$ C                 | 10 $^0$ C                | 1          | 60                            | 1.2                                                        | 14.40                | -20.4  | 15.6      | -19.20   |
|                          |                          | 2          | 36                            | -1.2                                                       | 8.65                 | -12.25 | 7.45      | -13.45   |
|                          |                          | 3          | 36                            | 1.2                                                        | 8.65                 | -12.25 | 9.85      | -11.05   |
|                          |                          | 4          | 12                            | -1.2                                                       | 2.88                 | -4.08  | 1.68      | -5.28    |
|                          |                          | 5          | 12                            | 1.2                                                        | 2.88                 | -4.08  | 4.08      | -2.88    |
|                          | 20 $^0$ C                | 1          | 60                            | 2.4                                                        | 8.40                 | -26.4  | 10.8      | -24.0    |
|                          |                          | 2          | 36                            | -2.4                                                       | 5.05                 | -15.85 | 2.65      | -18.25   |
|                          |                          | 3          | 36                            | 2.4                                                        | 5.05                 | -15.85 | 7.45      | -13.45   |
|                          |                          | 4          | 12                            | -2.4                                                       | 1.68                 | -5.28  | -0.72     | -7.68    |
|                          |                          | 5          | 12                            | 2.4                                                        | 1.68                 | -5.28  | 4.08      | -2.88    |
| 10 $^0$ C                | 10 $^0$ C                | 1          | 60                            | 0                                                          | 14.40                | -20.4  | 14.4      | -20.4    |
|                          |                          | 2          | 36                            | 0                                                          | 8.65                 | -12.25 | 8.65      | -13.25   |
|                          |                          | 3          | 36                            | 0                                                          | 8.65                 | -12.25 | 8.65      | -12.25   |
|                          |                          | 4          | 12                            | 0                                                          | 2.88                 | -4.08  | 2.88      | -4.08    |
|                          |                          | 5          | 12                            | 0                                                          | 2.88                 | -4.08  | 2.88      | -4.08    |
|                          | 20 $^0$ C                | 1          | 60                            | 1.2                                                        | 8.40                 | -26.4  | 9.60      | -25.20   |
|                          |                          | 2          | 36                            | -1.2                                                       | 5.05                 | -15.85 | 3.85      | -17.05   |
|                          |                          | 3          | 36                            | 1.2                                                        | 5.05                 | -15.85 | 6.25      | -14.65   |
|                          |                          | 4          | 12                            | -1.2                                                       | 1.68                 | -5.28  | 0.48      | -6.48    |
|                          |                          | 5          | 12                            | 1.2                                                        | 1.68                 | -5.28  | 2.88      | -4.08    |

Ghi chú:

1. Chuyển vị tính cho nửa chuỗi phía trái
2. Chuyển vị sang trái lấy giá trị dương, sang phải lấy giá trị âm
3. Trị số đóng khung - trị số chuyển vị cực trị

Ngoài chuyển vị do tác dụng của nhiệt độ, còn phải xác định chuyển vị trong chuỗi do co và từ biến.

Khi nổi kín chuỗi có thể lấy tuổi bê tông đầm 3 tháng hoặc 12 tháng, hơn nữa, nổi chuỗi lúc tuổi bê tông 3 tháng khi đặt đầm cũng lấy tuổi bê tông 3 tháng, còn khi nổi chuỗi lúc tuổi bê tông 12 tháng, vẫn tính đặt đầm ở tuổi bê tông 3 tháng.

Trị số chuyển vị do co và từ biến tính theo các công thức ở bảng 2, và kết quả ghi ở bảng 3.

| Vị trí gối | Chuyển vị trong chuỗi                   |                  |
|------------|-----------------------------------------|------------------|
|            | do từ biến                              | do co            |
| 1          | $-(2\Delta_w^I + \frac{\Delta_0^I}{2})$ | $-2.5\Delta_w^I$ |
| 2          | $-(2\Delta_w^I - \frac{\Delta_0^I}{2})$ | $-1.5\Delta_w^I$ |
| 3          | $-(\Delta_w^I + \frac{\Delta_0^I}{2})$  | $-1.5\Delta_w^I$ |
| 4          | $-(\Delta_w^I - \frac{\Delta_0^I}{2})$  | $-0.5\Delta_w^I$ |
| 5          | $-\frac{\Delta_0^I}{2}$                 | $-0.5\Delta_w^I$ |

Ghi chú :

1.  $\Delta_0^I$  - chuyển vị của một kết cấu nhịp ở mức gối.  
 $\Delta_w^I$  - như trên ở mức khe biến dạng (Xem bảng 2 thuộc mục 4 của sách này).
2. Dấu trừ ứng với chuyển vị sang phía phải đối với tâm chuỗi.

Chuyển vị do co và từ biến cộng với chuyển vị do nhiệt độ thay đổi, khi đó nhận thấy rằng nếu đặt dầm và nối dầm cũng ở tuổi 3 tháng thì chuyển vị đạt trị số lớn nhất chỉ khi ở nhiệt độ dương (xem bảng 4)

**Bảng 3**

| Tuổi khi đặt dầm (tháng) | Tuổi khi nối dầm (tháng) | Vị trí gối | Chuyển vị ở mức gối (mm) do co và từ biến |            |                   |            |                  |
|--------------------------|--------------------------|------------|-------------------------------------------|------------|-------------------|------------|------------------|
|                          |                          |            | Lúc chưa nối chuỗi                        |            | Sau khi nối chuỗi |            |                  |
|                          |                          |            | do co                                     | do từ biến | do co             | do từ biến | do co và từ biến |
| 3                        | 3                        | 1          | -                                         | -          | -8.08             | -11.02     | -19.10           |
|                          |                          | 2          | -                                         | -          | -4.85             | -3.86      | -8.71            |
|                          |                          | 3          | -                                         | -          | -4.85             | -7.30      | -12.15           |
|                          |                          | 4          | -                                         | -          | -1.62             | -0.14      | -1.76            |
|                          |                          | 5          | -                                         | -          | -1.62             | -3.58      | -5.20            |
|                          | 12                       | 1          | -0.27                                     | -2.16      | -6.72             | -4.36      | -13.51           |
|                          |                          | 2          | 0.27                                      | 2.16       | -4.04             | -1.52      | -3.13            |
|                          |                          | 3          | -0.27                                     | -2.16      | -4.04             | -2.89      | -9.36            |
|                          |                          | 4          | 0.27                                      | 2.16       | -1.34             | -0.05      | 1.03             |
|                          |                          | 5          | -0.27                                     | -2.16      | -1.34             | -1.42      | -5.19            |

Ghi chú:

1. Chuyển vị sang trái: dương, sang phải : âm.
2. Chuyển vị sau khi nối chuỗi xác định các công thức ở bảng 2 của phụ lục và quy định tại bảng 2 của phần giới thiệu phương pháp (điều 4.6)

Bảng 4

| Nhiệt độ<br>đặt dầm | Tuổi nối<br>chuối<br>(tháng) | Nhiệt độ<br>nối chuối | Vị trí gối | Chuyển vị ở mức gối (mm) do co, từ<br>biến và thay đổi nhiệt độ |          |
|---------------------|------------------------------|-----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------|----------|
|                     |                              |                       |            | đến tmax                                                        | đến tmin |
| - 15                | 12                           | 10                    | 1          | 3.89                                                            | -30.91   |
|                     |                              |                       | 2          | 2.52                                                            | -18.38   |
|                     |                              |                       | 3          | 2.29                                                            | -18.61   |
|                     |                              |                       | 4          | 0.91                                                            | -6.05    |
|                     |                              |                       | 5          | 0.69                                                            | -6.27    |
|                     |                              | 20                    | 1          | -0.91                                                           | -35.71   |
|                     |                              |                       | 2          | -2.28                                                           | -23.18   |
|                     |                              |                       | 3          | -0.11                                                           | -21.01   |
|                     |                              |                       | 4          | -1.49                                                           | -8.45    |
|                     |                              |                       | 5          | 0.69                                                            | -6.27    |
| 0                   | 3                            | 10                    | 1          | -3.5                                                            | -38.30   |
|                     |                              |                       | 2          | -1.26                                                           | -22.16   |
|                     |                              |                       | 3          | -2.36                                                           | -23.20   |
|                     |                              |                       | 4          | -0.08                                                           | -7.04    |
|                     |                              |                       | 5          | -1.12                                                           | -8.08    |
|                     |                              | 20                    | 1          | -                                                               | -        |
|                     |                              |                       | 2          | -                                                               | -        |
|                     |                              |                       | 3          | -                                                               | -        |
|                     |                              |                       | 4          | -                                                               | -        |
|                     |                              |                       | 5          | -                                                               | -        |
| 0                   | 12                           | 10                    | 1          | 2.08                                                            | -32.71   |
|                     |                              |                       | 2          | 4.32                                                            | -16.58   |
|                     |                              |                       | 3          | 0.49                                                            | -20.41   |
|                     |                              |                       | 4          | 2.71                                                            | -4.25    |
|                     |                              |                       | 5          | 1.11                                                            | -8.07    |
|                     |                              | 20                    | 1          | -2.71                                                           | -37.51   |
|                     |                              |                       | 2          | -0.48                                                           | -21.38   |
|                     |                              |                       | 3          | -1.91                                                           | -22.81   |
|                     |                              |                       | 4          | 0.31                                                            | -6.65    |
|                     |                              |                       | 5          | -1.11                                                           | -8.07    |
| 10                  | 3                            | 10                    | 1          | -4.70                                                           | -39.50   |
|                     |                              |                       | 2          | -0.06                                                           | -20.96   |
|                     |                              |                       | 3          | -3.50                                                           | -24.40   |
|                     |                              |                       | 4          | 1.12                                                            | -5.84    |
|                     |                              |                       | 5          | -2.32                                                           | -9.28    |
|                     |                              | 20                    | 1          | -9.50                                                           | -44.30   |
|                     |                              |                       | 2          | -4.86                                                           | -25.76   |
|                     |                              |                       | 3          | -5.90                                                           | -26.80   |
|                     |                              |                       | 4          | -1.28                                                           | -8.24    |
|                     |                              |                       | 5          | -2.32                                                           | -9.28    |
|                     | 12                           | 10                    | 1          | 0.89                                                            | -33.91   |
|                     |                              |                       | 2          | 5.52                                                            | -15.38   |
|                     |                              |                       | 3          | -0.71                                                           | -21.61   |
|                     |                              |                       | 4          | 3.91                                                            | -3.05    |
|                     |                              |                       | 5          | 2.31                                                            | -9.27    |
|                     |                              | 20                    | 1          | -3.91                                                           | -38.71   |
|                     |                              |                       | 2          | 0.72                                                            | -20.18   |
|                     |                              |                       | 3          | -3.11                                                           | -24.01   |
|                     |                              |                       | 4          | 1.51                                                            | -3.45    |
|                     |                              |                       | 5          | -2.31                                                           | -9.27    |

Ghi chú:

1. Chuyển vị được xác định cho nửa chuỗi phía trái.
2. Chuyển vị sang trái: dương, sang phải : âm
3. Trị số chuyển vị trong bảng là kết quả của phép cộng tương ứng với các cột trong bảng 1 và bảng 3.
4. Trị số đóng khung là trị số chuyển vị cực trị.

Trị số chuyển vị lớn nhất có thể, gối phải thực hiện là 44.3mm. Theo quy định của BCH 86-71, yêu cầu chiều dày cao su của gối No1 ở mố, xuất phát từ trị số góc cắt cho phép của gối (xem điều 4.11 BCH 86-71) lấy bằng  $\frac{44.3}{0.7} = 63\text{mm}$ .

Tương tự như vậy, xác định lực cắt của cao su trong gối trên các trụ còn lại, tương ứng sẽ chọn được mức của gối. Thường là trên tất các các trụ giữa đều dùng một loạt gối. Chỉ ở đầu chuỗi (trong trường hợp chiều dài của chuỗi rất lớn, thì ở cả trên trụ giữa) mới dùng loại gối khác.

- Từ chuyển vị có thể phát sinh ở gối, xác định được lực chuyển vào trụ. Khi đó, theo CH 200-62 và BCH 88-71 xác định nội lực chỉ xét tác dụng của nhiệt độ thay đổi, không xét ảnh hưởng co và từ biến. Chuyển vị có trị số cực trị (xem bảng 1) là 17.4mm và - 25.2mm.

Môduyn chống cắt của cao su, tương ứng với nhiệt độ tính toán lớn nhất và nhỏ nhất, lấy bằng 8 và 10kg/cm<sup>2</sup>. Trên mố, dùng gối loại ПОЦП 30 x 40 - 8.9. Tổng chiều dày cao su của gối là  $h_p = 65\text{mm}$ .

Trị số lực dọc trục N truyền vào mố do tác dụng của nhiệt độ, xác định theo công thức:

$$N = \frac{G_p \times F_p \times \Delta_t \times K}{h_p}$$

Trong đó:

$\Delta_t$  : Chuyển vị do nhiệt độ thay đổi  
K : Số gối trên mố

Lực tác dụng về phía nền đất đắp:

$$N1 = \frac{8 \times 30 \times 40 \times 1.74 \times 5}{6.5} = 12.800 \text{ kg}$$

Lực tác dụng về phía nhịp cầu

$$N1 = \frac{10 \times 30 \times 40 \times 2.52 \times 5}{6.5} = 23.200 \text{ kg}$$

Để giảm nội lực tác dụng vào mố một cách hợp lý là tăng chiều cao gối. Đặt 2 tầng gối ПО ЦП 30 x 40 x -7.5, khi đó lực chuyển vào mố có các trị số sau đây.

$$\text{Về phía nền đắp : } N1 = \frac{8 \times 30 \times 40 \times 1.74 \times 5}{5.5 \times 2 - 0.5} = 7.900\text{kg}$$

$$\text{Về phía nhịp cầu: } N_1 = \frac{10 \times 30 \times 40 \times 2.52 \times 5}{10.5} = 14.400\text{kg.}$$

Nội lực do nhiệt độ thay đổi, tác dụng vào các trụ giữa, tìm bằng cách cộng các lực cắt tại gối của 2 nhịp kế nhau. Khi gối No<sup>2</sup> và No<sup>3</sup> dùng loại POYCI 30 x 40 -7.5, nội lực truyền vào trụ trong trường hợp uốn chuỗi ở 20°C là

$$N_{2-3} = \frac{10 \times 30 \times 40 \times 1.705 \times 5}{5.5} + \frac{10 \times 30 \times 40 \times 1.46 \times 5}{5.5}$$

$$= 18.600 + 16.000 = 34.600\text{kg.}$$

Trường hợp nối chuỗi ở 10°C

$$N_{2-3} = \frac{10 \times 30 \times 40 \times 1.22 \times 5}{5.5} \times 2 = 26.700 \text{ kg}$$

Từ kết quả tính toán cho thấy rõ rằng khi thiết kế tổ chức xây dựng cầu, lựa chọn thời gian đặt dầm vào nhịp và nối chuỗi, có thể làm giảm được nội lực tác dụng vào trụ. Trên trụ có các gối No<sup>4</sup> và No<sup>5</sup>, nội lực trong gối lần lượt là

$$N_4 = \frac{10 \times 30 \times 40 \times 0.64 \times 5}{5.5} = 7.000 \text{ kg}$$

$$N_5 = \frac{10 \times 30 \times 40 \times 0.41 \times 5}{5.5} = 4.500 \text{ kg}$$

Nối kết cấu nhịp thành chuỗi bằng bản cánh phân xe chạy, trên toàn bộ chiều rộng (B = 2.5 x 5 = 12.5m). Lực dọc trục lớn nhất ở trong bản nối trên trụ có các gối No<sup>4</sup>, No<sup>5</sup> bằng tổng các lực chống cắt trong các gối từ No<sup>1</sup> đến No<sup>4</sup>.

$$\Sigma N_n = 14.400 + 18.600 + 16.000 + 7.000 = 56.000\text{kg} = 56\text{T}$$

$$\text{Nội lực tác dụng trên 1m chiều rộng bản nối lấy bằng: } N_n = \frac{56}{12.5} = 4.5\text{T/m}$$

Tiếp theo, xác định nội lực trong bản nối do tác dụng cả tải trọng thẳng đứng. Các đặc trưng của dầm lấy theo thiết kế định hình No 384/31:

- Khẩu độ tính toán  $l_p = 23.4\text{m}$
- Môduyn đàn hồi của bê tông =  $350.000\text{kg/cm}^2$
- Mômen quán tính của mặt cắt giữa dầm :  $J_{cp} = 131.15 \times 10^5\text{cm}^4$ .
- Vị trí trọng tâm mặt cắt  $y_b = 41.1\text{cm}$
- Mômen quán tính của mặt cắt giữa dầm có xét các lớp áo (lớp bê tông đệm mác 200 dày 3cm, lớp bê tông bảo vệ mác 200 dày 4cm)  $J'_{cp} = 136.85 \times 10^5\text{cm}^4$ .
- Mômen uốn tại mặt cắt giữa dầm do tĩnh tải phần II tải trọng tiêu chuẩn:  
 $M_{II} = 48.6\text{T.M}$
- Mômen uốn của dầm biên do hoạt tải tiêu chuẩn:  
 $M_{bp} = 152.2 \text{ T.M}$
- Góc xoay của dầm do tĩnh tải phần II

$$\varphi_{II} = \frac{M'' \times lp}{3 \times E_s \times J_s} = \frac{48.6 \times 10^5 \times 2340}{3 \times 3.5 \times 10^5 \times 131.15 \times 10^5} = 8.25 \times 10^{-4}$$

Góc xoay của dầm do hoạt tải

$$\varphi^{bp} = \frac{0.7 \times 152.2 \times 10^5 \times 2340}{3 \times 3.5 \times 10^5 \times 136.85 \times 10^5} = 17.4 \times 10^{-4}$$

Lấy chiều dài bản nổi  $l_n = 145\text{cm}$ , bề dày  $14.5\text{cm}$  (chiều dày của bản cánh dầm trừ đi chiều dày tầng đệm).

Chuyển vị thẳng đứng (xuống dưới) của mặt cắt ngang của bản nổi do hoạt tải.

$$y^{bp} = \frac{l_n - c}{2} \varphi^{bp} = \frac{145 - 65}{2} \times 17.4 \times 10^{-4} = 0.0696\text{cm}$$

Mômen quán tính của bản nổi có xét các lớp bê tông của áo nằm phía trên bản (chiều rộng  $1\text{m}$ )

$$J_n = \frac{(14.5 + 3 \times \frac{265000}{350000})^3 \times 100}{12} + \frac{(4 \times \frac{265000}{350000})^3 \times 100}{12}$$

$$= 3.94 \times 10^4 \text{cm}^4$$

Nội lực trong bản nổi, do tĩnh tải phần II

$$M''_{II} = - \frac{2E_n \times J_n \times K \times \varphi''}{l_n} = \frac{2 \times 3.5 \times 10^5 \times 3.94 \times 10^4 \times 0.8}{145} \times 8.25 \times 10^{-4}$$

$$= -1.26 \text{TM/m}$$

do hoạt tải đặt trên một nhịp

$$M^{bp}_{II} = - \frac{4 \times E_n \times J_n \times K}{l_n} \varphi^{bp} + \frac{6 \times E_n \times J_n \times K}{l_n^2} y^{bp}$$

$$= - \frac{4 \times 3.5 \times 10^5 \times 3.94 \times 10^4 \times 0.8}{145} \times 17.4 \times 10^{-4} +$$

$$+ \frac{6 \times 3.5 \times 10^5 \times 3.94 \times 10^4 \times 0.8}{145^2} \times 6.96 \times 10^{-2} = -3.1 \times 10^5 \text{kgcm/m}$$

$$= -3.1 \text{TM/m.}$$

do trọng lượng bản thân bản nổi và tĩnh tải phần II trên bản

$$M^{NCCT} = \frac{-nq \times l_n^2}{12} = - \frac{0.83 \times 1.45^2}{12} = -0.14 \text{T.M/m}$$

Tổng mômen uốn tác dụng ở mặt cắt ngang của bản nổi

$$M_n = -1.26 - 3.16 - 0.14 = -4.6 \text{TM/m}$$

Xác định mômen uốn ở mặt cắt ngang bản nổi do tác dụng cục bộ của tải trọng trên bản:

Áp lực của bánh xe của tải trọng H30 là  $6\text{T}$ . Chiều dài phân bố tải trọng dọc theo khẩu độ của bản nổi:

$$d = 0.2 + 2 \times 0.15 = 0.5M.$$

Trong đó : 0.15M - chiều dài của các lớp áo.

- Chiều rộng phân bố tải trọng (công thức 12)

$$b = 1.45 - 0.2 + 0.6 = 1.85M$$

Tải trọng phân bố đều của bánh xe:

$$p = \frac{P}{C} = \frac{6}{0.5} = 12 \text{ T/M}$$

$$\begin{aligned} \text{Mômen uốn } M &= - \frac{12 \times 0.5 \times 1.45}{24} \times \left( 3 - \frac{0.5^2}{1.45^2} \right) \times 1.4 \times 1.3 \\ &= -1.9 \text{ TM} \end{aligned}$$

Mômen uốn tác dụng trên 1m chiều rộng bản nổi

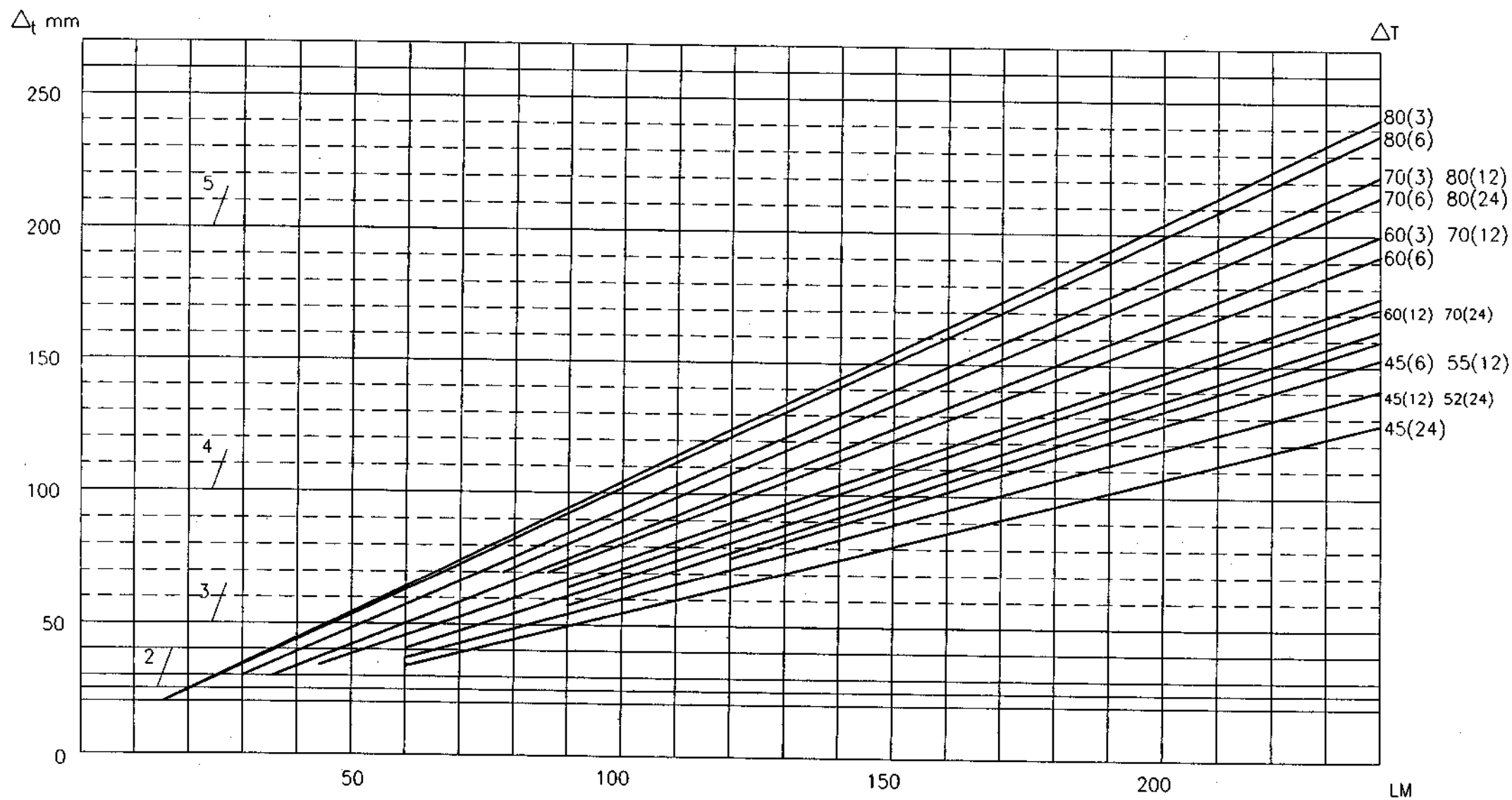
$$M_n = - \frac{1.90}{1.85} = 1.03 \text{ TM/m}$$

Tổng mômen uốn do tác dụng cục bộ của hoạt tải, tĩnh tải phần II và trọng lượng bản nổi :  $M_n = -1.03 - 0.14 - 1.26 = -2.43 \text{ TM/m}$

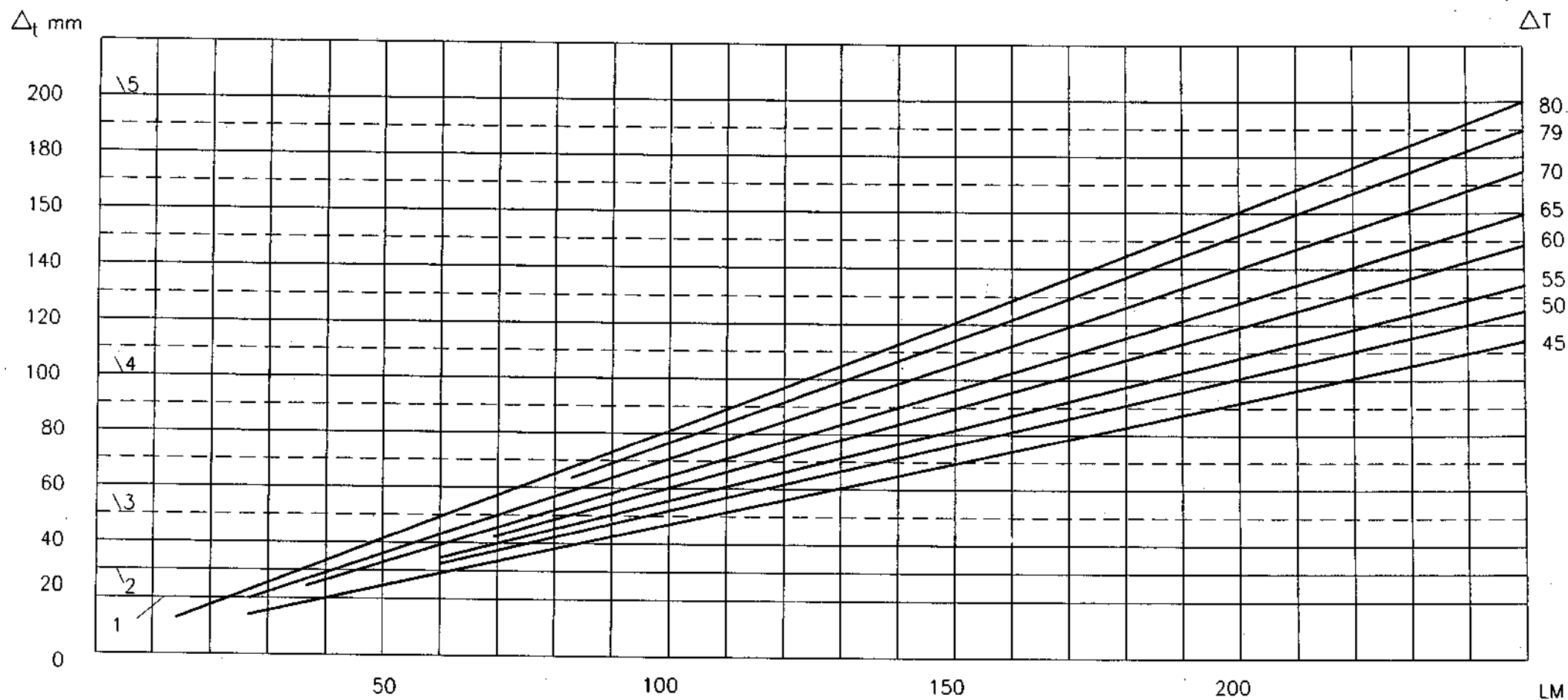
Nội lực tính toán là nội lực do hoạt tải xếp trên kết cấu nhịp được nối :

$$M_{parr} = -4.5 \text{ TM/m}$$

Căn cứ nội lực dọc trục kể trên do tác dụng của nhiệt độ và nội lực dọc trụ do lực hãm theo quy định ở bảng 3 (điều 4.10) của phần giới thiệu phương pháp xác định được mặt cắt cốt thép của bản nổi .



HÌNH 1 (a)



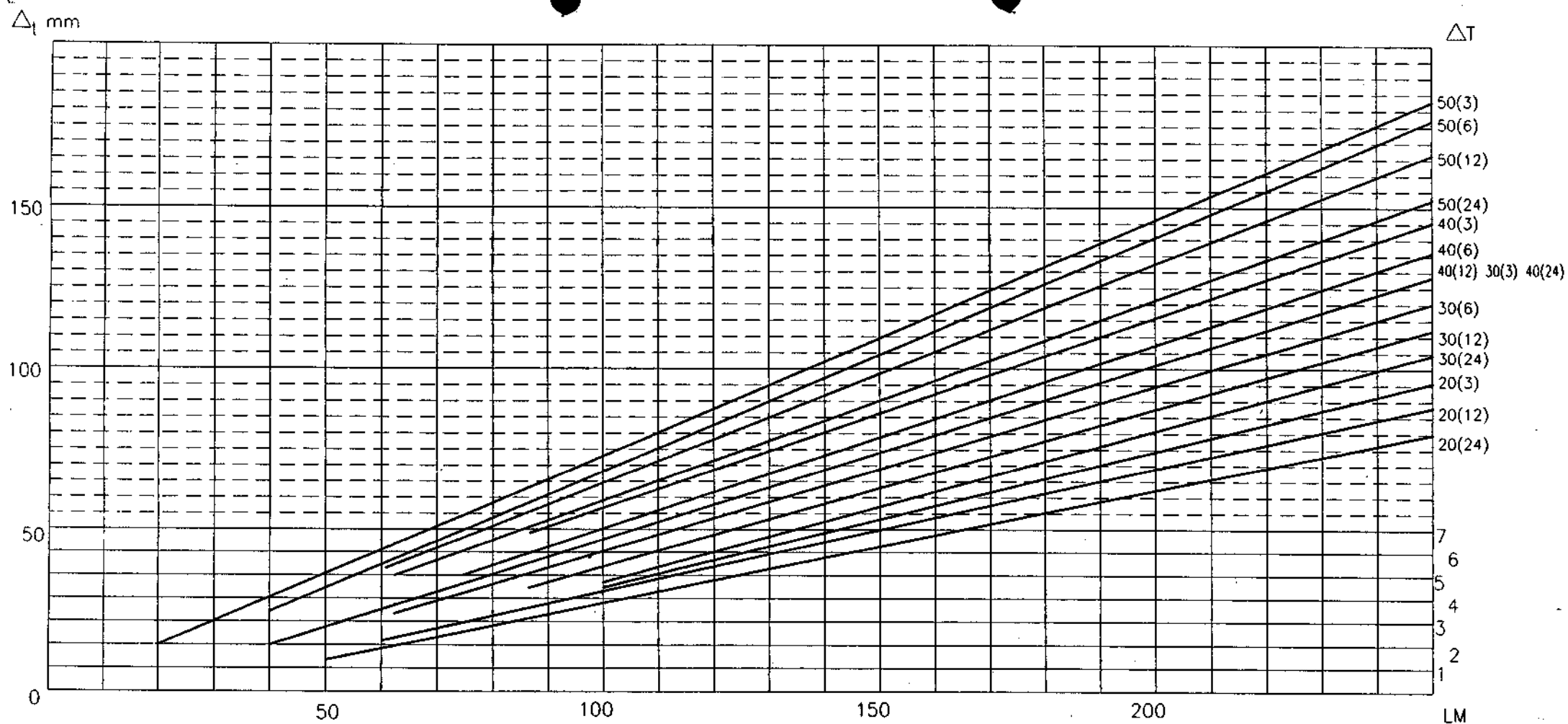
HÌNH 1 (b)

Đồ thị chuyển vị theo chiều dài chuỗi ở mức khe biến dạng đối với mặt cắt cố định, phụ thuộc biến độ của nhiệt độ tính toán có xét co và từ biến ( $\alpha$ ), và không xét co và từ biến của bê tông (b)

$\Delta T$ —Biến độ của nhiệt độ tính toán, số trong ngoặc biểu thị tuổi bê tông của dầm tính theo tháng lúc nổi nhịp

L— Khoảng cách từ mặt cắt cố định của chuỗi đến mặt cắt cần xác định chuyển vị;  $\Delta t$  : trị số chuyển vị.

- 1— Giới hạn trên phạm vi dùng kết cấu khe biến dạng lắp dầy ma tít không có gờ mép cứng. 2— Như 1, nhưng có gờ mép cứng
- 3— Khe biến dạng dùng cao su kiểu k-8; 4—khe biến dạng dùng tấm trượt phẳng. 5— khe biến dạng dùng tấm trượt vát.



HÌNH 2

Đồ thị chuyển vị theo chiều dài chuỗi ở mức gối đối với một  
cốt cố định tùy thuộc vào khoảng nhiệt độ tính toán có  
xét co và từ biến của bê tông

UT- Khoảng nhiệt độ tính toán (số trong ngoặc biểu thị tuổi  
bê tông đầm tính theo tháng lúc nổi đầm

L, Δt- như hình 1; hp - tổng chiều dày của cao su (mm)

1-7: giới hạn trên phạm vi sử dụng gối có chiều dày  
tương ứng (trị số hp (mm) ghi trên các đường thẳng).

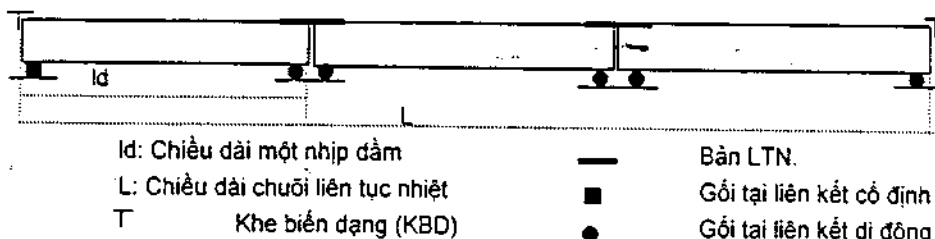
## HỆ DÀM MẶT CẦU LIÊN TỤC NHIỆT (MCLTN)

Phạm văn Chấn

### I- LỢI ÍCH SỬ DỤNG HỆ DÀM MCLTN

Mặt cầu có nhiều khe biến dạng (KBD) là một nhược điểm của dầm giản đơn nhiều nhịp. KBD tạo ra góc lồi tại mặt cầu, gây ra xung đập và cảm giác không êm thuận cho người trên xe nhất là cầu có nhiều nhịp ngắn. Dưới tác dụng của lực xung kích, bản thân kết cấu KBD dễ bị hư hỏng, dẫn đến mặt cầu và lớp phòng nước bị phá hoại, ảnh hưởng đến tuổi thọ của dầm. Kết cấu KBD phải có khả năng biến dạng (quay và thẳng), không thấm nước, xe chạy qua êm thuận, vì vậy kết cấu KBD thường phức tạp và đắt tiền, nhất là khi có yêu cầu biến dạng lớn. Các nhược điểm kể trên có thể khắc phục nếu như nối liền mặt cầu của các dầm giản đơn thành hệ thống liên tục và gọi là hệ dầm mặt cầu liên tục nhiệt. Bản nối giữa các dầm gọi là bản liên tục nhiệt (LTN)

Sơ đồ hệ dầm liên tục nhiệt

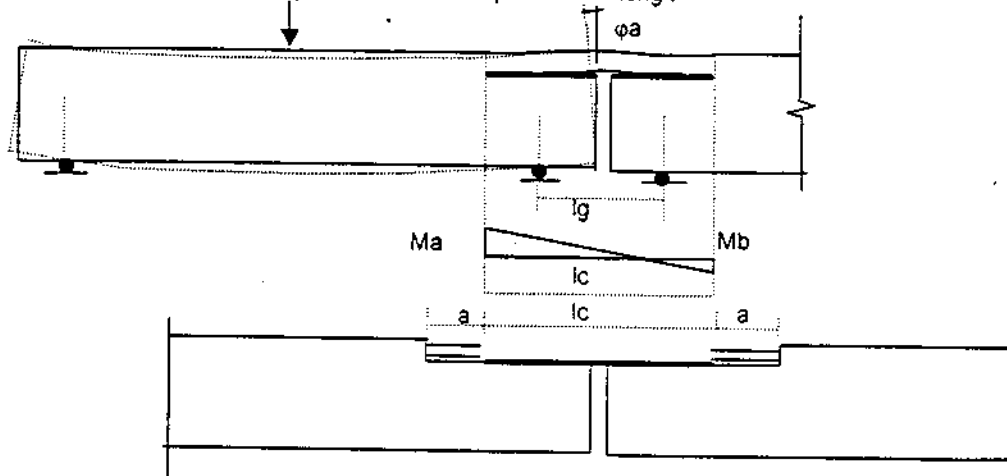


### II CẤU TẠO HỆ DÀM MCLTN

#### 1- Bản nối LTN

Các dầm giản đơn được nối liền thành một chuỗi bởi các bản nối- bản LTN, dưới tác dụng của lực thẳng đứng, làm việc theo sơ đồ dầm giản đơn, còn mặt cầu của chuỗi dưới tác dụng nhiệt độ, co, nở và các lực nằm ngang làm việc theo sơ đồ liên tục.

Bản nối giữa hai đầu dầm có sơ đồ bản ngàm hai đầu, sẽ chịu Momen do đầu dầm chuyển vị quay và thẳng gây ra khi có tải trọng thẳng đứng trên dầm. Momen này tỷ lệ ngược với chiều dài bản nối, vì vậy M sẽ khá lớn nếu chiều dài bản quá ngắn. Bản nối phải được mềm hóa bằng cách bản được tách ly với dầm một đoạn  $l_c$ , nhằm để tăng chiều dài bản nối sao cho momen xuất hiện tương đối nhỏ, phù hợp với bố trí cốt thép của bản mỏng.



Khi đúc dầm giản đơn, phần bản cánh đầu dầm để tại  $l = a + l_c/2$ ,  $l_c$ : chiều dài bản nối,  $a$ : chiều dài gối đỡ cốt thép LTN với cánh dầm, nhằm momen max của bản LTN không nằm vị trí vết thi công. Đáy bản LTN phạm vi  $l_c$  trên đỉnh dầm được làm nhẵn phẳng và có lớp cách ly bản với dầm.

#### 2- Gối dầm

Gối cầu tạo cho đầu dầm có thể quay (gối cố định), quay và chuyển vị nằm ngang (gối di động). Gối cầu thép được phân hai loại: gối cố định, gối di động. Gối cao su là tám kê đàn hồi, biến dạng quay và thẳng của gối do đàn hồi của cao su theo phương thẳng đứng và nằm ngang. Gối cao su là loại gối di động. Gối cao su (hay dùm) không có liên kết giữa gối với dầm, giữa gối với mô trụ. Ma sát giữa cao su và

beton đủ lớn để dưới tác dụng của tĩnh tải, gối bám chắc vào dầm và mỏ trụ.

Tuy nhiên để chống chuyển dịch ngang của hệ dầm cầu đối với mỏ trụ (do động đất, hoặc các lực chấn động khác...) các dầm được liên kết với mỏ trụ bằng các neo (hiện dùng thép d32). Liên kết này thuộc loại cố định (không cho dầm dịch chuyển) hoặc loại di động (phần neo vào dầm được bọc bằng ống thép dạng ôvan theo hướng dọc cho phép dầm di động được).

Gối ở trụ có liên kết cố định được coi là gối cố định, Gối ở trụ có liên kết di động được coi là gối di động.

Hiện nay, cầu ô tô (khẩu độ ngắn chiều dài từ 15-40m), người ta thường dùng gối cao su do có giá thành rẻ hơn và thi công lắp đặt giản đơn hơn thay vì cho gối thép. Gối cao su được chế tạo thành các phiên hình chữ nhật có kích thước (cao từ 14mm-180mm) và sức chịu tải khác nhau. Ở dầm giản đơn, gối được chọn khả năng chịu nén theo phương đứng. Trong hệ mặt cầu LTN, gối còn được chọn theo chiều cao, vì chiều cao quyết định chuyển vị của gối theo phương ngang.

Một số đặc tính kỹ thuật của gối cao su:

1- Độ cho phép chuyển vị của gối cao su

$$d_{max} < [D] = t g \gamma \cdot h_g \quad (1)$$

$h_g$ : chiều cao gối cao su.

$t g \gamma$ : Góc trượt cho phép trong cao su khi có biến dạng nhiệt. Lấy  $t g \gamma = 0,7$

$d_{max}$ : chuyển vị lớn nhất của gối.

Như vậy chiều cao gối được chọn theo yêu cầu:  $h_g > d_{max} / 0,7 \quad (2)$

$d_{max}$ : chuyển vị lớn nhất do nhiệt độ, co và từ biến.

Khi chuyển vị tại gối do nhiệt độ lớn hơn khả năng chuyển vị cho phép ( $0,7 h_g$ ) thì có thể dùng gối cao su loại có thể trượt, (có tấm trượt teflon vật liệu hệ số ma sát nhỏ đặt giữa dầm và gối.)

2- Sức kháng cắt của gối cao su khi gối có chuyển vị  $d$ :  $N = G A \cdot d / h_g \quad (3)$

Khi có lực nằm ngang  $F$  tác dụng, gối có chuyển vị:  $d = F \cdot h_g / G A \quad (4)$

$A$ : diện tích gối cao su

$G$ : Moduyn chống cắt của cao su, lấy  $G = 8 \text{ kg/cm}^2$ .

$d$ : chuyển vị ngang tác dụng vào gối cao su.

Khi  $d = [d_{max}] = 0,7 h_g$  thì  $[N] = 0,7 \cdot G F$ . Đó là khả năng chịu lực nằm ngang của gối.

Lực ngang tại gối khi dầm đặt trên dầm dọc

Khi dầm đặt trên dầm i, Lực ngang tác dụng lên gối  $H_{gi} = P \cdot i / n$ .

$P$ : trọng lượng tính tải bao gồm trọng lượng bản thân dầm và tĩnh tải phụ,  $n$ : số gối của dầm

Yêu cầu  $P \cdot i / n < [N]$

Khi chuỗi liên tục dùng gối cao su có liên kết cố định dầm với mỏ trụ thì toàn bộ lực ngang sẽ do liên kết cố định chịu.

### 3- Sơ đồ bố trí gối dầm

Trên bản vẽ bố trí nhịp, cần chỉ rõ vị trí gối cố định, di động, vị trí bản LTN, KBD. Bố trí gối dầm chủ yếu xác định vị trí gối cố định trên chuỗi, có thể theo hai sơ đồ dưới đây và có liên quan đến việc dùng trụ cứng hay trụ mềm.

Để biểu thị tính cứng, mềm của trụ người ta dùng trị số độ lớn của một lực ngang tác dụng vào đầu trụ để đầu trụ có chuyển vị bằng 1. Kí hiệu  $C_0$ , và  $C_0 = 3 E J / H^3$ .

$E J$ :  $E$  moduyn đàn hồi của BT,  $J$  momen quán tính mặt cắt ngang thân trụ,  $H$  chiều cao trụ.

Trị số  $C_0$  càng lớn trụ càng cứng, ngược lại  $C_0$  càng nhỏ trụ càng mềm.

Khái niệm mảnh chỉ là tương đối, có liên quan tới cường độ liên kết. Trụ mảnh là trụ khi dầm có chuyển vị, cường độ liên kết dầm với trụ đủ lớn, để có thể đẩy đầu trụ chuyển vị cùng với dầm.

Vì vậy tiêu chuẩn cứng mảnh của trụ được xác định như sau:

$$C_0 > [N] / D_i \text{ coi là trụ cứng. } C_0 < [N] / D_i \text{ coi là trụ mảnh.} \quad (5)$$

$[N]$ : Khả năng chống lực ngang cho phép của liên kết cố định.

$D_i$ : Chuyển vị lớn nhất có thể ở đầu trụ do nhiệt độ, co và từ biến gây ra.

Sơ đồ 1- Một chuỗi liên tục gồm các trụ cứng, thì đặt một gối cố định (có thể đặt đầu chuỗi hay bên trong chuỗi) còn lại là đặt các gối di động.

Với sơ đồ này, tại gối cố định dầm không có chuyển vị tương đối với trụ, và dầm tự do chuyển

vị tại gối di động. Gối, KBD càng xa gối cố định có chuyển vị ngang càng lớn. Lực ngang xuất hiện trên chuỗi ( lực hãm, lực động đất ) sẽ truyền cho trụ có gối cố định.

Thường đặt gối CD dưới dốc, để tiếp nhận thành phần lực ngang do trọng lượng bản thân dầm, và bản nổi LTN không chịu lực kéo. Tuy nhiên trường hợp này tạo ra KBD lớn ở đầu tự do của hai chuỗi.

Khi bố trí chuỗi liên tục theo sơ đồ 1 cần thực hiện các nguyên tắc sau đây:

**Nguyên tắc 1:** Trên một chuỗi mà các trụ đều có độ cứng lớn thì chỉ được phép đặt một liên kết cố định, còn lại tất cả đều là liên kết di động.

Điều đó được giải thích như sau: dưới tác dụng của nhiệt, dầm chuyển vị tương đối với trụ một trị số  $d$ . Nếu trụ đó đặt gối cố định, thì gối cố định sẽ buộc đầu trụ có chuyển vị  $d$ , và truyền vào trụ một lực nằm ngang phụ thuộc vào độ cứng của trụ. Lực ngang này có thể khá lớn đến mức có thể phá hủy liên kết cố định giữa dầm và trụ. Mặt khác khi nhiệt độ giảm, dầm sẽ bị co ngắn, nhưng trụ quá cứng không để dầm co, buộc dầm xuất hiện vết nứt rải trên dầm có tổng chiều rộng bằng chuyển vị  $d$ .

**Nguyên tắc 2:** Trụ đặt liên kết cố định sẽ chịu toàn bộ lực ngang tác dụng trên chuỗi.

Gối di động về lý thuyết cũng tiếp nhận lực ngang ( bằng sức kháng chống cắt của gối cao su ) để truyền cho trụ nhưng nhỏ có thể bỏ qua. Lực ngang tác dụng trên chuỗi bao gồm lực hãm hoặc lực động đất. Độ lớn của lực hãm vào trụ gối cố định trên chuỗi giống như trên một nhịp giản đơn, nhưng lực động đất tác dụng trên chuỗi thì sẽ tăng lên đáng kể do lực quán tính tính từ trọng lượng toàn bộ kết cấu phần trên của chuỗi. Lực này chỉ do trụ có gối cố định chịu nên thân và móng của trụ này cần được tăng cường so với trụ đặt gối di động.

**Sơ đồ 2- Trên chuỗi liên tục gồm các trụ mảnh, có thể bố trí các trụ đặt gối cố định**

Với sơ đồ này, lực ngang trên chuỗi sẽ được phân phối cho nhiều trụ. Trụ sẽ chịu lực khi dầm có chuyển vị. Muốn thể liên kết dầm với trụ phải đủ lớn, và trụ phải mảnh để đầu trụ có thể chuyển vị dễ dàng. Như vậy trụ mảnh là trụ được thiết kế để có điều kiện sao cho đầu trụ cùng có chuyển vị với dầm.

Việc phân phối chuyển vị nhiệt tại các gối:  $D_i = (x_i - x_0) \alpha (t_{max} - t_{min})$

$x_i$ : Vị trí của gối so với đầu chuỗi,

$x_0$ : Vị trí của tâm cố định của chuyển vị nhiệt, trong điều kiện không có ràng buộc, tâm cố định ở giữa chuỗi. Do có ràng buộc cưỡng bức của trụ nên vị trí tâm cố định phụ thuộc vào độ cứng trụ  $C_{oi}$

$x_0 = \sum C_{oi} \cdot x_i / \sum C_{oi}$ . Việc phân phối lực ngang cho các trụ theo nguyên tắc trụ càng cứng ( $C_{oi}$  càng lớn), tiếp nhận  $N$  càng nhiều:  $N_i = N \cdot C_{oi} / \sum C_{oi}$ .

Trong sơ đồ 2, cần có một trụ có độ cứng lớn, gọi là trụ neo, tiếp nhận chủ yếu lực nằm ngang trên chuỗi. Chọn sơ đồ 2 thường áp dụng cho cầu có chiều cao lớn.

#### 4- Lựa chọn chiều dài chuỗi.

Do nhu cầu nâng cao tốc độ chạy xe trên cầu mà hiện nay khi thiết kế cầu người ta càng có xu hướng liên tục hoá tức kéo dài chiều dài chuỗi. Nếu xét sử dụng trụ chịu được lực ngang lớn, xét dùng gối cao su có biến dạng lớn, ( có chiều cao thích hợp hoặc loại gối trượt ), xét dùng loại kết cấu khe biến dạng có độ dịch chuyển lớn thì có thể cho phép tăng chiều dài chuỗi. Tuy nhiên trên thực tế các điều kiện trên có thể không cho phép, vì vậy chiều dài chuỗi chủ yếu phải được xác định phụ thuộc vào loại gối và kết cấu KBD đưa vào sử dụng.

### III- TÍNH TOÁN CHUYỂN VỊ

#### A- Lựa chọn kết cấu KBD.

##### 1- Biến dạng chuỗi do nhiệt độ

Dưới tác dụng của nhiệt độ, đầu chuỗi có chuyển dịch ngang:  $\Delta t = (t_{max} - t_{min}) \cdot L \cdot \alpha$  (6)

$L$ : chiều dài chuỗi tính từ liên kết cố định đến đầu chuỗi tự do.

$\alpha$ : hệ số giãn nở của vật liệu dầm. lấy  $\alpha = 0,00001$ .

$t_{max}$ ,  $t_{min}$  nhiệt độ lớn nhất và nhỏ nhất trong vùng xây dựng

## 2- Biến dạng chuỗi do co và từ biến.

Chuyển vị gối do co:  $dc = -Cs \cdot \beta \cdot L$  (7)  $Cs$ : Hệ số co của Bt, lấy  $Cs = 0,0002$

$\beta$ : Hệ số tùy thuộc vào tháng tuổi của BT khi nổi dầm.

| t (tháng) | 0.25 | 0.5 | 1   | 3   | 6   | 12  | 24  |
|-----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\beta$   | 0.8  | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |

Chuyển vị gối do từ biến:  $db = -\sigma \cdot CH \cdot \beta \cdot L$  (8)

$\sigma$ : Ứng suất bình quân trong BT do tĩnh tải phụ và lực DUL gây ra. Trị số này tham khảo trong các bản tính dầm, Có thể lấy gần đúng  $\sigma = 60 \text{ kg/cm}^2$

$CH$ : Hệ số từ biến lấy  $CH = 0,000007$

$\beta$ : Hệ số theo bảng trên.

Cộng do co và từ biến  $Dcb = dc + db = 0,00062 \cdot \beta \cdot L$  (9)

Chuyển vị do co và từ biến phụ thuộc nhiều yếu tố: tuổi BT khi đặt và nổi dầm, độ ẩm không khí, ứng suất trong dầm, cường độ BT khi có lực tác dụng... tính toán bên trên chỉ gần đúng. Để đơn giản tính toán có thể coi co và từ biến tương đương nhiệt độ giảm  $t_c$ .  $Dcb = \alpha \cdot t_c \cdot L$

Lấy  $\beta = 0,4$ ,  $t_c = -0,4 \cdot 0,00062 / \alpha = -25$  độ.

Tổng chuyển vị của KBD:  $D = Dt + Dcb$

## 3- Lựa chọn KBD

Loại KBD được đặc trưng khả năng co dãn của KBD, Thí dụ loại 100: khả năng biến dạng: +50, -50...

Tùy loại kết cấu, KBD có độ biến dạng cho phép  $[D]$ . Yêu cầu  $D < [D]$ .

Chuỗi càng dài, kết cấu KBD phải càng lớn, Hiện nay với  $D = 50-100 \text{ mm}$ , có KBD vật liệu cao su, hoặc thép cao su kết hợp. Khi  $[D]$  lớn hơn phải dùng KBD thép và thường có kết cấu phức tạp: dạng răng lược, hoặc gồm các thanh bằng thép đặt trên thanh đỡ có thể trượt sao cho khi bánh xe vượt qua khe lớn không bị va đập khi. Khi đầu tự do của hai chuỗi đều trên cùng một trụ kết cấu KBD phải xét tổng biến dạng của hai chuỗi hai bên.

## B- Lựa chọn chiều cao gối.

Ngoài yêu cầu chọn gối theo yêu cầu về sức chịu nén theo phương thẳng đứng (do tĩnh tải và hoạt tải), còn phải chọn gối theo khả năng biến dạng của gối theo phương nằm ngang

## 1- Chuyển vị gối do nhiệt độ

Chuyển vị của gối phụ thuộc vào vị trí đối với liên kết cố định (gối ở cuối chuỗi có chuyển vị lớn nhất) và còn phụ thuộc vào nhiệt độ khi đặt gối. (thường có giá trị trung bình giữa  $t_{max}$ ,  $t_{min}$ )

Xét hệ dầm MCLTN, có một liên kết cố định và còn lại là các liên kết di động

Quy ước: Gối có chuyển dịch (+) khi nhiệt độ tăng, Gối chuyển dịch (-), khi nhiệt độ giảm

Gọi  $X_i$  là khoảng cách từ gối  $i$  đến liên kết cố định,

Khi đặt dầm vào gối, ở nhiệt độ  $t_1$ , gối chưa có chuyển vị do nhiệt độ, khi nối liền các dầm thành chuỗi LTN, ở nhiệt độ  $t_2$ , từ  $t_1-t_2$  gối có chuyển vị ngang  $ds = 0,5(t_2-t_1) l_d \cdot \alpha$ ,  $l_d$ : chiều dài một nhịp dầm

khi nhiệt độ  $t_2$  đến  $t_{max}$ : chuyển vị ngang của gối  $Dg(+)= ds + (t_{max}-t_2) X_i \cdot \alpha$  (11)

khi nhiệt độ  $t_2$  đến  $t_{min}$ : chuyển vị ngang của gối:  $Dg(-)= ds + (t_2-t_{min}) X_i \cdot \alpha$  (12)

## 2- Chuyển vị gối do co và từ biến.

Vị trí gối so với gối CĐ là  $X_i$ , theo (9)  $Dcb = -0,00062 \cdot \beta \cdot X_i = -\alpha \cdot t_c \cdot X_i$

Tổng chuyển vị ngang ở gối cuối chuỗi bằng tổng chuyển vị ngang do nhiệt độ và co và từ biến.

$$Dg(+)= ds + (t_{max}-t_2) L \cdot \alpha \quad (10)$$

$$Dg(-)= ds + (t_2-t_{min}-t_c) L \cdot \alpha \quad (11)$$

Chuyển vị max của gối, lấy giá trị tuyệt đối:  $Dg = \max [Dg(+), |Dg(-)|]$

## 3- Chọn chiều cao gối.

Chiều cao gối phải thỏa mãn  $Dg < [D] = 0,7 \text{ hg}$  (12) hay  $\text{hg} > Dg / 0,7$

Như vậy chuỗi liên tục càng dài,  $Dg$  càng lớn, yêu cầu chiều cao gối càng lớn để có  $[D]$  lớn (hoặc có thể thay thế bằng gối trượt)

## IV. TÍNH TOÁN BÀN NÓI LTN.

## 1- Momen do góc quay đầu dầm

Xét bản ngàm hai đầu, khẩu độ  $l_c$

Khi có tải trọng tác dụng trên nhịp dầm  $l_s$ , mặt cắt đầu dầm quay một góc  $\varphi$

đối với hoạt tải

$$\varphi_h = k \cdot q_h \cdot l_s^3 / (24 E J_d) = k M_h \cdot l_s / (3 E J_d) \quad (13)$$

đối với tĩnh tải tác dụng sau khi nối bản LTN

$$\varphi_t = k \cdot q_t \cdot l_s^3 / (24 E J_d) = k M_t \cdot l_s / (3 E J_d) \quad (14)$$

Ở đó:  $l_s$ : chiều dài nhịp dầm giản đơn.

$E$ : modulyon đàn hồi của BT

$J_d$ : Momen quán tính của dầm giản đơn.

$q$ : lực phân bố tĩnh tải (hoặc hoạt tải) tác dụng trên dầm giản đơn.

$M$ : Momen giữa nhịp do tĩnh tải ( $M_t$ ) hoặc hoạt tải ( $M_h$ ) trên nhịp gây ra.

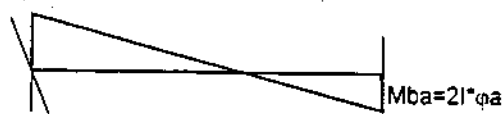
$k$ : hệ số triết giảm do góc quay thực tế nhỏ hơn công thức lý thuyết, lấy  $k=0.7$

Đối với dầm ngàm hai đầu, khi đầu ngàm a có góc quay  $\varphi_a=1$  thì tại ngàm a có  $M_a=4I$  và tại đầu ngàm b đối diện có  $M_b=2I$ .

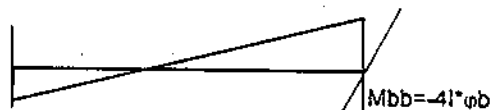
$I$ :  $E J_b / l_c$ ,  $E$  modulyon đàn hồi của BT,  $J_b$  momen quán tính của bản,  $l_c$ : chiều dài bản.

Nếu đầu ngàm a có góc quay  $\varphi_a$  thì tại ngàm a có  $M_a=4I \cdot \varphi_a$  và tại đầu ngàm b đối diện có  $M_b=2I \cdot \varphi_a$ .

Góc quay tại a  $M_{aa} = -4I \cdot \varphi_a$



Góc quay tại b  $M_{ab} = 2I \cdot \varphi_b$



Nếu tại a và b đồng thời có góc quay  $\varphi_a$  và góc quay  $\varphi_b$  thì  $M_a = -4I \cdot \varphi_a + 2I \cdot \varphi_b$ ,  $M_b = -4I \cdot \varphi_b + 2I \cdot \varphi_a$  (15)

Momen do  $\varphi_b$  làm giảm tác dụng của  $M$  do  $\varphi_a$ . Vì vậy bất lợi khi chỉ xét hoạt tải một bên.

$\varphi_a = \varphi_h$ ,  $M_a = -4I \cdot \varphi_h$  (16)  $\varphi_h$  góc quay đầu dầm do hoạt tải gây ra.

Xét tĩnh tải phụ tác dụng sau khi nối bản LTN (tải trọng lan can, lớp phủ mặt cầu),

$M_a = -4I \cdot \varphi_a + 2I \cdot \varphi_b$ ,  $\varphi_a$  và  $\varphi_b$  là góc quay mặt cắt đầu dầm do tĩnh tải nhịp phía a, phía b.

Nếu hai nhịp kề bằng nhau,  $\varphi_a = \varphi_b = \varphi_t$ ,  $M_a = -2I \cdot \varphi_t$  (16a),  $\varphi_t$  góc quay đầu dầm do tĩnh tải phụ

Ghi chú: Để giảm bớt  $M$  do tĩnh tải, lan can nên thi công trước khi thi công bản LTN.

## 2- M do chuyển vị thẳng đứng tại ngàm bản

Gọi khoảng cách hai gối (trên trụ) là  $l_g$ , khi đầu dầm quay tạo nên chuyển vị thẳng đứng  $y$  tại ngàm bản:  $y = \varphi \cdot (l_c - l_g) / 2$  (17).

Momen ngàm do  $y$ :  $M_a = -6I / l_c \cdot y$ , (18) Xét tác dụng 2 bên:  $M_a = 6I / l_c (y_a - y_b)$

Hoạt tải xét tác dụng 1 bên:  $M_h = 6I / l_c \cdot y_h$  Tĩnh tải xét tác dụng 2 bên  $M_t = 6I / l_c (y_a - y_b)$

Do hai nhịp bằng nhau nên  $y_a = y_b$  và  $M_t = 0$ . Vì vậy chỉ xét chuyển vị thẳng đứng do tĩnh tải khi hai nhịp không bằng nhau.

Khi  $l_c > l_g$ ,  $y > 0$  hướng xuống dưới. Momen ngàm (+)

$l_c = l_g$ ,  $y = 0$  (không có chuyển vị thẳng đứng)

$l_c < l_g$ ,  $y < 0$  hướng lên trên. Momen ngàm (-)

Nhận xét: Chiều dài bản LTN thường lớn hơn khoảng cách giữa hai gối.  $l_c > l_g$ ,  $y > 0$ , momen gây ra do  $y$  ngược dấu với momen gây ra do  $\varphi$ , có lợi làm cho  $M$  giảm.

Tóm tắt: Momen phía trên bản (cho  $B=1$ ):  $M(-) = I \cdot (-4 \varphi h + 6y / l_c - 2 \varphi t) / B$ .  $B$ : Chiều rộng bản cánh dầm

## 3- Momen do hoạt tải (HT) trên bản LTN

Khi bánh xe hoạt tải tác dụng trên bản LTN, bản vừa có  $M(-)$  vừa có  $M(+)$ . ( $M(+)$  có giá trị max khi bánh xe hoạt tải giữa nhịp bản.). Chiều dài bản nối LTN càng lớn, momen ngàm (âm) càng nhỏ, nhưng momen (+) càng lớn, vì vậy hợp lý chọn  $M(-)$  và  $M(+)$  xấp xỉ bằng nhau

Xét bản có hoạt tải bánh xe  $P$  (145KN) tác dụng giữa bản

Momen ngàm  $M(-) = -P^*/(24lc) \cdot (3lc^2 - a^2) \cdot (19)$ ,

Momen tại giữa nhịp:  $M(+) = M(-) + P/4 \cdot (lc - a/2) \cdot (20)$

Ở đó:  $a = a_0 + 2hw$ ,  $b = b_0 + 2hw$

$a_0 \cdot b_0$  là diện tích tiếp xúc của bánh xe tiếp xúc với mặt cầu dọc cầu  $a_0 = 36\text{cm}$ , ngang cầu  $b_0 = 51\text{cm}$ . (theo 3.6.1.2.5)

$hw$ : chiều lớp phủ asphalt trên bản.

Chiều rộng phân phối  $M$ :  $B = b + 2d$ ,  $d = (lc - a)/2$

Có thể xét phân phối  $M$  trên dải có chiều rộng  $B1, B2$

theo 22TCN-272-01 Cho  $M(-)$ ,  $B1 = 0.66 + 0.55 \cdot lc$ , (21)

Cho  $M(+)$ ,  $B2 = 1.22 + 0.25 \cdot lc$

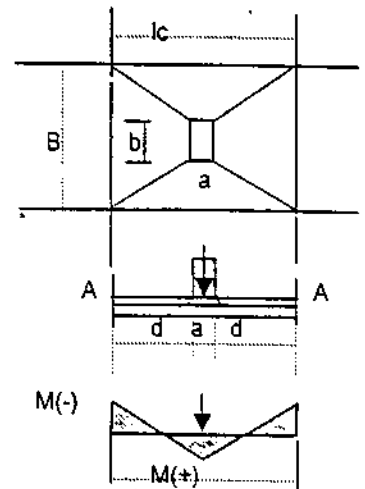
Momen trên 1m rộng bản  $m(-) = M(-)/B1$ ,  $m(+) = M(+)/B2$

Ghi chú: Không xét đồng thời có hoạt tải trên nhịp và trên bản để có  $M(-)$  max. Đối với dầm bản ( $L=20$ ) không xét hoạt tải trên bản LTN

Tóm tắt Momen phía dưới bản (cho  $B=1$ ):  $M(+) = m(-) + m(+)$

Cốt thép phía trên bản LTN, tính từ tổng momen ngàm tại  $a$ :  $Ma = Ma1 + Ma2$ ,

Cốt thép phía dưới bản LTN tính từ momen (+) giữa nhịp:  $Mc$ .



#### 4- Lực dọc tác dụng trên chuỗi HMC LT

Lực dọc tác dụng trên chuỗi sẽ tác dụng vào bản thân bản nổi, liên kết dầm với trụ móng và thông qua liên kết tới móng trụ

Các lực dọc gồm có: lực kháng cắt tại gối do chuyển vị nhiệt, lực hãm, lực động đất. Dưới đây xét lực nằm ngang tác dụng trên chuỗi dùng trụ cứng.

##### 1-Phân lực kháng cắt của gối do nhiệt độ

Lực tác dụng vào bản nổi:  $H_i$



Vị trí gối Xi

X1

X2

X3

X4

Chuyển vị gối do t: Di

D1

D2

D3

D4

Lực kháng cắt của gối:  $H_{gi}$

Hg1

Hg2

Hg3

Hg4

Ta có  $D_i = ds + (t_{max} - t_2) \cdot X_i$ ,  $H_{gi} = D_i / h_{gi} \cdot FG$

$H_g = \sum H_{gi}$  (tổng số sức kháng cắt của gối tính từ bản nổi đến đầu chuỗi tự do.)

##### 2-Lực hãm. (T1)

Trị số lực hãm theo QT quy định

(QT22TCN-18-79  $T = n \cdot (9 - 27T)$ ,  $n$  số làn một chiều, QT22TCN-272-01,  $T1 = n \cdot 8,285T$ ,  $n$ : số làn xe hai chiều trên cầu). Bản nổi LTN của nhịp có liên kết cố định sẽ chịu toàn bộ lực hãm trên nhịp

##### 3- Lực động đất.(T2)

$T2 = kQ$ ,  $Q$  trọng lượng KCPT của cả chuỗi liên tục,  $k$ : Hệ số động đất.

#### 4- Yêu cầu kiểm toán

a-Liên kết giữa dầm và móng trụ

Cường độ chống cắt của LKCD phải lớn hơn 0.2 lần trọng lượng tĩnh và hoạt tải tác dụng vào liên kết đồng thời lớn hơn lực động đất tác dụng vào liên kết.

b-Trụ có liên kết cố định, thân và móng trụ cần kiểm toán lực động đất tính từ trọng lượng của cả chuỗi

c-Bản nổi vừa chịu uốn ( $M$ ) vừa chịu lực dọc ( $H$  hoặc  $T$ )

Bản LTN được kiểm toán nên kéo lệch tâm khi lực dọc  $H_g$ ,  $T1$  cùng tác dụng với  $M$ ,

và kiểm toán chịu kéo do lực dọc  $T2$ , mặt cắt bản không xét khả năng chịu kéo của BT, tổng cốt thép dọc phải đảm bảo US kéo trong cốt thép không vượt quá  $0.6f_y$ ,  $f_y$  cường độ chịu kéo của cốt thép.

## THÍ DỤ TÍNH TOÁN HỆ DÀM LIÊN TỤC NHIỆT.

### I- Một số căn cứ tính toán

#### 1- Dầm BTCTUST

| lc    | Loại dầm  | Hd  | db | H=Hd+bb | Bd  | Jd       | Kí hiệu:                                                                             |
|-------|-----------|-----|----|---------|-----|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 20    | kéo trước | 75  | 12 | 87      | 100 | 4998590  | Hd: Cao dầm<br>db: dày bản cánh<br>Bd: Rộng bản cánh ( 1 dầm)<br>Jd: J dầm ứng với H |
| 24.54 | kéo trước | 114 | 18 | 132     | 170 | 13801763 |                                                                                      |
| 24.54 | kéo sau   | 145 | 20 | 165     | 225 | 30793382 |                                                                                      |
| 33    | kéo trước | 140 | 20 | 160     | 170 | 25340020 |                                                                                      |
| 33    | kéo sau   | 165 | 20 | 185     | 235 | 38082603 |                                                                                      |
| 38    | kéo trước | 175 | 20 | 195     | 200 | 45782940 |                                                                                      |

#### 2- Gối cầu

| lc    | L gối | b gối | h gối | SL gối | D(cm) | Ng    | Kí hiệu:                                                    |
|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------------------------------------------------------------|
| 20    | 30    | 15    | 5     | 4      | 3.5   | 5.04  | D: Chuyển vị ngang max của gối<br>Ng: Lực kháng cắt của gối |
| 24.54 | 40    | 25    | 5     | 2      | 3.5   | 11.2  |                                                             |
| 24.54 | 40    | 30    | 5     | 2      | 3.5   | 13.44 |                                                             |
| 33    | 40    | 30    | 6.4   | 2      | 4.48  | 13.44 |                                                             |
| 33    | 50    | 30    | 7.8   | 2      | 5.46  | 16.8  |                                                             |
| 38    | 50    | 30    | 7.8   | 2      | 5.46  | 16.8  |                                                             |

#### 3- Tải trọng

| lc    | po    | p1    | ph    | p     | P         | Pg  | Kí hiệu:                                                |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----|---------------------------------------------------------|
| 20    | 1.877 | 0.231 | 1.644 | 3.752 | 37.522342 | 45  | P=(po+p1+ph)*L/2<br>Pg: Sức chịu tải thẳng đứng của gối |
| 24.54 | 1.805 | 0.463 | 2.546 | 4.814 | 59.062252 | 100 |                                                         |
| 24.54 | 2.9   | 0.687 | 2.591 | 6.178 | 75.798635 | 120 |                                                         |
| 33    | 2.206 | 0.532 | 1.605 | 4.343 | 71.667645 | 120 |                                                         |
| 33    | 3.123 | 0.616 | 2.130 | 5.869 | 96.838799 | 150 |                                                         |
| 38    | 2.54  | 0.629 | 1.436 | 4.605 | 87.497056 | 150 |                                                         |

### II- Bản tính hệ dầm LTN

#### I- Tính chuyển dịch đầu chuỗi liên tục $D=Dt-Dcb$ , $Dt=a(t_{max}-t_{min})L$ , $Dcb=a*tc*L$

|    |                          |        |    |         |         |         |         |         |         |
|----|--------------------------|--------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 7  | Dài nhịp giản đơn        | Ld     | mm | 20000   | 24540   | 24540   | 33000   | 33000   | 38000   |
| 8  | Số nhịp của chuỗi        | n      |    | 6       | 5       | 5       | 4       | 4       | 4       |
| 9  | Chiều dài chuỗi          | L=nlis | mm | 120000  | 122700  | 122700  | 132000  | 132000  | 152000  |
| 10 | Nhiệt độ max             | tmax   | độ | 40      | 40      | 40      | 40      | 40      | 40      |
| 11 | Nhiệt độ min             | tmin   | độ | 5       | 5       | 5       | 5       | 5       | 5       |
| 12 | Cơ và từ biến            | tc     | độ | -25     | -25     | -25     | -25     | -25     | -25     |
| 13 | Hệ số dẫn nở nhiệt       | a      |    | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 | 0.00001 |
| 14 | Chuyển vị do nhiệt       | Dt     | mm | 42      | 42.945  | 42.945  | 46.2    | 46.2    | 53.2    |
| 15 | Chuyển vị do cơ, từ biến | Dcb    |    | -30     | -30.675 | -30.675 | -33     | -33     | -38     |
| 16 | Khoảng khe hở tối thiểu  | D      | mm | 72      | 73.62   | 73.62   | 79.2    | 79.2    | 91.2    |
| 17 | Chọn KBD                 | Loại   | mm | 100     | 100     | 100     | 100     | 100     | 100     |

#### II- Tính biến dạng của gối đầu chuỗi liên tục $Dt=\max(Dg(+), Dg(-))$

$$Dg(+)=ds+D2, D2=a*(t_{max}-t2)*L, Dg(-)=ds+D3+Dcb, D3=a*(t2-t_{min})L,$$

|    |                        |       |    |     |        |        |       |       |      |
|----|------------------------|-------|----|-----|--------|--------|-------|-------|------|
| 17 | t khi đặt gối (a)      | t1    | độ | 15  | 15     | 15     | 15    | 15    | 15   |
| 18 | t khi nối bản LTN (a)  | t2    | độ | 25  | 25     | 25     | 25    | 25    | 25   |
| 19 | ds=0.5*a*t*(t2-t1) (a) | ds=   | mm | 1   | 1.227  | 1.227  | 1.65  | 1.65  | 1.9  |
|    |                        | D2    |    | 18  | 18.405 | 18.405 | 19.8  | 19.8  | 22.8 |
|    |                        | D3    |    | 24  | 24.54  | 24.54  | 26.4  | 26.4  | 30.4 |
| 20 |                        | Dg(+) | mm | 19  | 19.632 | 19.632 | 21.45 | 21.45 | 24.7 |
| 21 |                        | Dg(-) |    | 55  | 56.442 | 56.442 | 61.05 | 61.05 | 70.3 |
|    | Dt max                 |       |    | 55  | 56.442 | 56.442 | 61.05 | 61.05 | 70.3 |
| 22 | Chiều cao gối min      |       |    | 79  | 81     | 81     | 87    | 87    | 100  |
| 23 | Chọn gối               |       |    | 104 | 104    | 104    | 104   | 104   | 126  |

### III- Tính Momen bản nổi

#### A- Momen phía trên $M(+)=I^*(4\phi h+6y/lc-2\phi t)/B$

|    |                            |        |                    |         |          |          |           |           |           |
|----|----------------------------|--------|--------------------|---------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 24 | Chiều dài dầm              | Ld     | cm                 | 2000    | 2454     | 2454     | 3300      | 3300      | 3800      |
| 25 | Chiều dài nhịp             | ls     | cm                 | 1940    | 2404     | 2404     | 3220      | 3220      | 3720      |
| 26 | Khoảng cách 2 gối          | lg     | cm                 | 65      | 55       | 55       | 85        | 85        | 95        |
| 27 | Chiều dài bản LTN          | lc     | cm                 | 140     | 160      | 160      | 185       | 185       | 185       |
| 28 | Chiều rộng 1 phiên dầm     | B      | cm                 | 100     | 170      | 225      | 170       | 235       | 200       |
| 29 | Dày bản LTN                | hb     | cm                 | 12      | 18       | 20       | 20        | 20        | 20        |
| 30 | J bản LTN (Jb)             | Jb     | cm <sup>4</sup>    | 14400   | 82620    | 150000   | 113333.33 | 156666.67 | 133333.33 |
| 31 | E beton                    | Ec     | kg/cm <sup>2</sup> | 323063  | 323063   | 323063   | 323063    | 323063    | 323063    |
| 32 | $I=E*Jb/lc$                | I=     | Tm                 | 332.293 | 1668.216 | 3028.715 | 1979.124  | 2735.848  | 2328.381  |
| 33 | J dầm (Jd)                 | Jd     | cm <sup>4</sup>    | 4998590 | 13801763 | 30793382 | 25340020  | 38082603  | 45782940  |
| 34 | Hoạt tải                   | ph     | T/m                | 1.644   | 2.546    | 2.591    | 1.605     | 2.130     | 1.436     |
| 35 | $\phi=0.7*ph*ls^3/(24EJd)$ | $\phi$ |                    | 0.00217 | 0.00231  | 0.00106  | 0.00191   | 0.00169   | 0.00146   |
| 36 | $y=(lc-lg)/2$              | y      | cm                 | 0.081   | 0.121    | 0.055    | 0.095     | 0.084     | 0.073     |
| 37 | $Mh=I(-4jh+6y/lc)/B$       | Mh     | Tm                 | -1.724  | -4.611   | -2.885   | -5.288    | -4.668    | -4.037    |
| 38 | Tính tải phụ               | pt     | T/m                | 0.231   | 0.463    | 0.687    | 0.532     | 0.616     | 0.629     |
| 39 | $\phi=0.7*pt*ls^3/(24EJd)$ | $\phi$ |                    | 0.00030 | 0.00042  | 0.00028  | 0.00063   | 0.00049   | 0.00064   |
| 40 | $Mt=I(-2\phi)/B$           | Mt     | Tm                 | -0.202  | -0.826   | -0.753   | -1.473    | -1.135    | -1.487    |
| 41 | Cổng Mh+Mt                 | M      | Tm                 | -1.927  | -5.437   | -3.639   | -6.761    | -5.803    | -5.523    |

#### B- Momen phía dưới giữa bản $M(+)=P[(lc-a/2)/4+M(-)]$ , $M(-)=P^*(3lc^2-a^2)/(24lc)$

|    |                             |           |                 |        |        |        |        |        |        |
|----|-----------------------------|-----------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 42 | Rộng bản B1 (cho M(-))      |           | cm              | *      | 154    | 154    | 167.75 | 167.75 | 167.75 |
| 43 | Rộng B2 (cho M(+))          |           | cm              | *      | 162    | 162    | 168.25 | 168.25 | 168.25 |
| 44 | HT bánh xe $P=145*n(1+M)$   |           | T               | *      | 32.344 | 32.344 | 32.344 | 32.344 | 32.344 |
| 45 | Dài bánh xe tiếp xúc        | ao        | cm              | *      | 36     | 36     | 36     | 36     | 36     |
| 46 | Chiều dài tiếp xúc bánh xe  | $a=ao+10$ | cm              | *      | 46     | 46     | 46     | 46     | 46     |
| 47 | $M(-)=P/(24lc)*(3lc^2-a^2)$ |           | Tm              | *      | -6.290 | -6.290 | -7.325 | -7.325 | -7.325 |
| 48 | $M(+)=P/4*(lc-a/2)$         |           | Tm              | *      | 11.078 | 11.078 | 13.099 | 13.099 | 13.099 |
| 49 | $Mh=[M(-)+M(+)]n*(1+M)$     | Mh        | Tm              | *      | 7.241  | 7.241  | 7.558  | 7.558  | 7.558  |
| 50 | $Mt=ptc^2/8*n$              | pt        | T/m             | *      | 0.450  | 0.500  | 0.500  | 0.500  | 0.500  |
| 51 |                             | Mt        | Tm              | *      | 0.180  | 0.200  | 0.267  | 0.267  | 0.267  |
| 52 |                             | Mh+Mt     | Tm              | *      | 7.421  | 7.441  | 7.825  | 7.825  | 7.825  |
| 53 |                             | Mmax      | Tm              | -1.927 | 7.421  | 7.441  | 7.825  | 7.825  | 7.825  |
| 54 | Diện tích cốt thép cần      | As        | cm <sup>2</sup> | 16.054 | 30.922 | 26.576 | 27.946 | 27.946 | 27.946 |
| 55 | Cốt thép d20                | as        | cm <sup>2</sup> | 3.142  | 3.142  | 3.142  | 3.142  | 3.142  | 3.142  |
| 56 | Số lượng thanh              | $n=As/as$ |                 | 5.110  | 9.843  | 8.459  | 8.896  | 8.896  | 8.896  |

#### IV- Lực dọc

|    |                       |                 |   |       |        |        |        |        |        |
|----|-----------------------|-----------------|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 57 | Lực hãm của 1 làn xe  | Br              | T | 8.29  | 8.29   | 8.29   | 8.29   | 8.29   | 8.29   |
| 58 | Lực hãm cho 1 dầm     | $Br/3.6*B$      | T | 2.30  | 3.91   | 5.18   | 3.91   | 5.41   | 4.60   |
| 59 | Tính tải              | pt              | T | 2.11  | 2.27   | 3.59   | 2.74   | 3.74   | 3.17   |
| 60 | Lực động đất 1 nhịp   | $Nđt=k*pt*Ld$   | T | 3.79  | 5.01   | 7.92   | 8.13   | 11.10  | 10.84  |
| 61 | Lực động đất cả chuỗi | Nđ              | T | 22.77 | 25.05  | 39.61  | 32.53  | 44.42  | 43.35  |
| 62 | Sức kháng kéo của bản | $2*Rt*As$       | T | 77.06 | 148.42 | 127.56 | 134.14 | 134.14 | 134.14 |
| 63 | Liên kết d32          | [N]             | T | 12.54 | 12.54  | 12.54  | 12.54  | 12.54  | 12.54  |
| 64 | Số liên kết trên trụ  | n <sub>lk</sub> |   | 2     | 2      | 3      | 3      | 4      | 3      |
| 65 | $0.2(Pt+Ph)$          |                 |   | 15.01 | 27.26  | 30.32  | 28.67  | 38.74  | 35.00  |