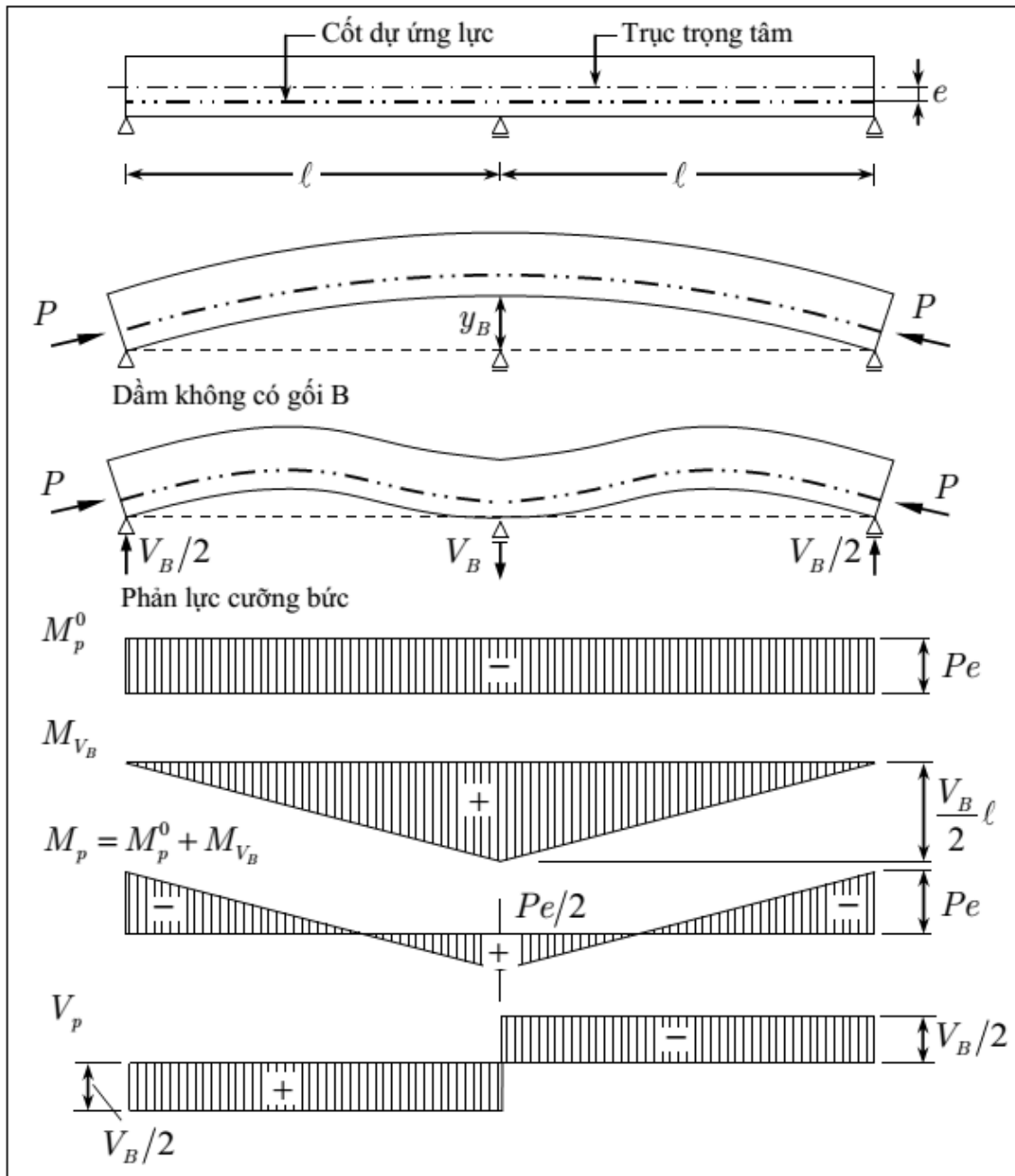


Nội lực trong bê tông của dầm siêu tĩnh do dự ứng lực

Dự ứng lực gây ra các biến dạng dọc, biến dạng trượt và biến dạng uốn trong kết cấu. Ở các kết cấu tĩnh định, các biến dạng này không gây ra các phản lực. Ngược lại, trong các kết cấu siêu tĩnh, các biến dạng này làm phát sinh các phản lực cưỡng bức. Độ lớn của phản lực cưỡng bức phụ thuộc vào biến dạng do dự ứng lực và, do đó, phụ thuộc vào độ lớn và cách bố trí cốt dự ứng lực trong kết cấu. Ví dụ trên Hình 5.10 minh hoạ cơ chế phát sinh phản lực cưỡng bức này.



Hình 5.10 Cơ chế xuất hiện phản lực cưỡng bức do dự ứng lực trong kết cấu siêu tĩnh

Do dự ứng lực lệch tâm nên trong dầm phát sinh biến dạng uốn, làm cho dầm có xu hướng cong lên và tách khỏi gối B. Để giữ cho dầm không có chuyển vị thẳng đứng ở đó, tại gối B phải phát sinh một phản lực V_B có độ lớn nhất định, được gọi là phản lực cưỡng bức. Việc tính toán các phản lực cưỡng bức này cũng như nội lực trong kết cấu siêu tĩnh có thể được thực hiện theo các phương pháp của cơ học như phương pháp lực, phương pháp chuyển vị hay phương pháp phân phối mô men.

Trong ví dụ đơn giản trên Hình 5.10, cốt dự ứng lực được giả thiết bố trí theo dạng đường thẳng. Biểu đồ mô men do dự ứng lực gây ra trong trường hợp không có gối B là $M^0_p = Pe$ và có giá trị không đổi trên toàn bộ chiều dài. Phản lực V_B được tính theo phương pháp lực và có độ lớn là $V_B = 3Pe/l$. Biểu đồ mô men do dự ứng lực gây ra trên dầm siêu tĩnh là $M_p = M^0_p + M_{V_B}$. Tương tự, lực cắt do dự ứng lực gây ra trong dầm siêu tĩnh được xác định theo công thức $V_p = V^0_p + V_{V_B}$. Nội lực gây ra bởi các phản lực cưỡng bức được gọi là nội lực cưỡng bức hay còn được gọi là nội lực “thứ cấp”.

Hình 5.11 minh họa kết cấu dầm liên tục hai nhịp, có mặt cắt ngang không đổi và có cốt dự ứng lực được bố trí dạng pa-ra-bôn bậc hai. Cũng để đơn giản cho việc tính toán có tính chất ví dụ này, dự ứng lực được giả thiết là có độ lớn không đổi dọc theo chiều dài kết cấu. Ngoài ra, lực chuyển hướng của dự ứng lực ở phần trên gối giữa được quy về thành một lực tập trung đi qua tim gối. Giả thiết này làm đơn giản việc tính toán và gây sai số không quá 1%.

Nếu kéo dài các nhánh pa-ra-bôn của quỹ đạo cáp đến gối giữa, chúng sẽ gặp nhau ở tung độ f_B tính từ trọng tâm mặt cắt ngang. Các đường tên f_1 và f_2 được tính với các nhánh pa-ra-bôn kéo dài này. Lưu ý là nội lực thực tế phải được tính toán với độ lệch tâm thực tế ở gối là e_B .

Kết cấu được tính toán bằng phương pháp lực với ẩn là mô men uốn tại gối B, M_{Bp} . Hình 5.11c và d thể hiện các biểu đồ mô men thành phần do lực chuyển hướng của dự ứng lực, do dự ứng lực lệch tâm tại mặt cắt gối B cũng như biểu đồ mô men uốn do ẩn lực đơn vị gây ra trên kết cấu cơ bản. Kết quả tính toán là

$$M'_{Bp} = P \left(\frac{l_1 f_1 + l_2 f_2}{l_1 + l_2} - f_B \right)$$

Như vậy, biểu đồ mô men do dự ứng lực gây ra được xác định theo quan hệ

$$M_p(x) = M^0_p(x) + M'_{Bp} \frac{x}{l}$$

Trong đó, $M^0_p(x)$ là mô men do dự ứng lực gây ra trên kết cấu cơ bản tại vị

trí x bất kỳ tính từ gối biên. $M_p^0(x)$ có thể được xác định lực chuyển hướng hay từ công thức (5.9), với e x là độ lệch tâm của cốt dự ứng lực tại toạ độ x .

$$M_p^0(x) = Pxe(x)$$

Mô men do dự ứng lực gây ra tại gối B, có xét đến độ lệch tâm thực tế của cốt dự ứng lực là

$$M_{Bp} = P \left(\frac{l_1 f_1 + l_2 f_2}{l_1 + l_2} - f_B \right) - P e_B$$

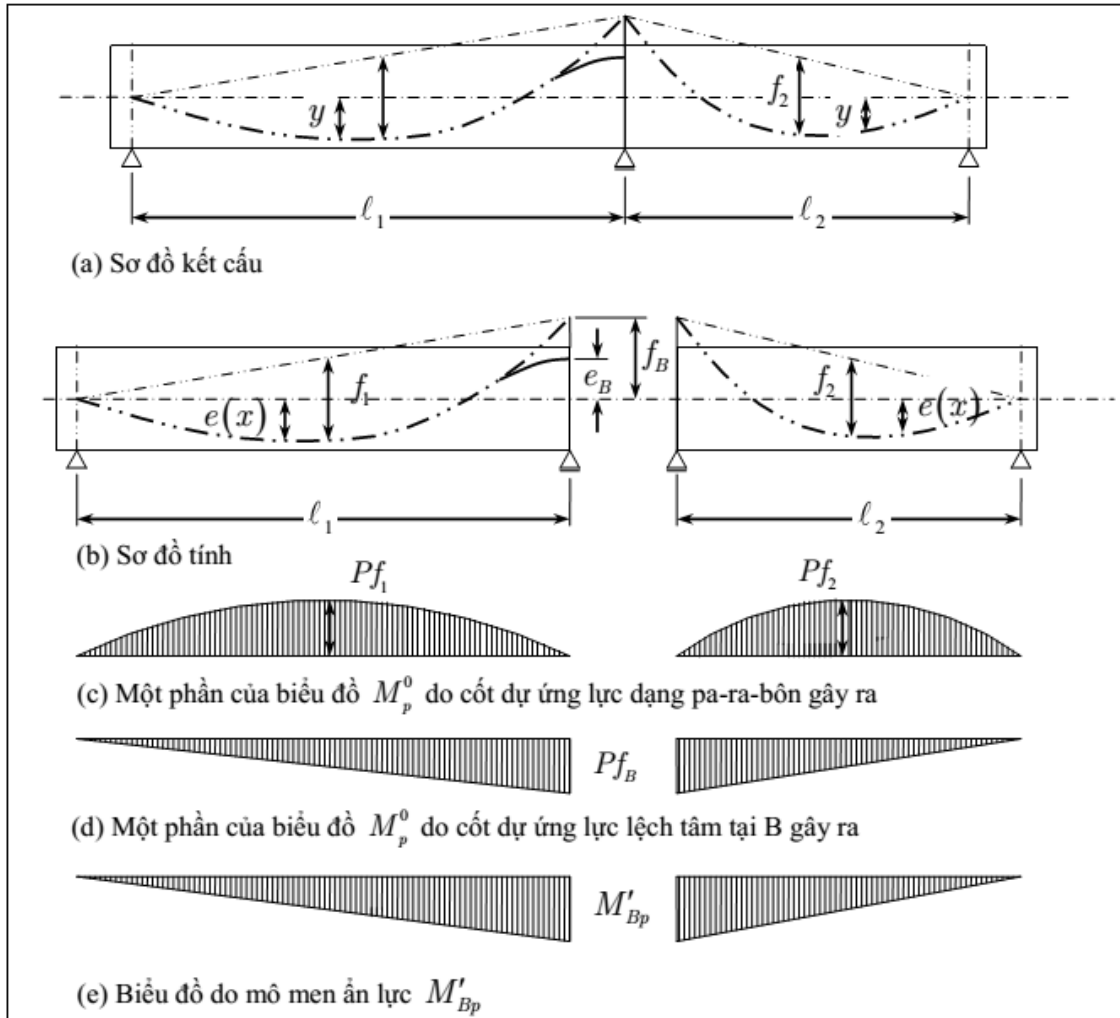
Hay

$$M_{Bp} = P \left(\frac{l_1 f_1 + l_2 f_2}{l_1 + l_2} - \Delta_B \right)$$

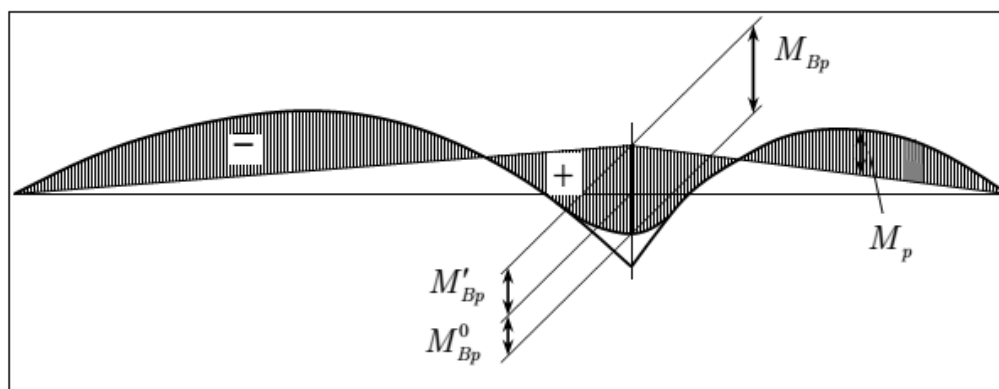
Với

$$\Delta e = f_B + e_B$$

Vietnam12h.com



Hình 5.11 Tính toán mô men nội lực do dự ứng lực gây ra trong dầm siêu tĩnh



Hình 5.12 Biểu đồ mô men do dự ứng lực gây ra trong dầm siêu tĩnh hai nhịp

Hình 5.12 Biểu đồ mô men do dự ứng lực gây ra trong dầm siêu tĩnh hai nhịp

Với trường hợp dầm hai nhịp đối xứng và bố trí cốt dự ứng lực cũng đối

xứng, công thức trên trở thành

$$M_{Bp} = P(f - \Delta e)$$

Quỹ đạo của cốt dưng ứng lực có thể được lựa chọn sao cho mô men cưỡng bức do dưng ứng lực gây ra, $M'_{Bp} = 0$. Từ công thức (5.10), điều này trở thành

$$\left(\frac{l_1 f_1 + l_2 f_2}{l_1 + l_2} - f_B \right) = 0$$

Điều kiện này có thể được thoả mãn khi các đường tên của cốt dưng ứng lực có giá trị nhỏ. Tuy vậy, điều này, không có lợi cho sự làm việc chung của kết cấu. Để phát huy tác dụng của dưng ứng lực, cốt dưng ứng lực cần được bố trí xa trục trung hoà đến mức có thể, cả ở giữa nhịp cũng như ở trên các gối trung gian.

Biểu đồ lực cắt trong dầm siêu tĩnh có thể được xác định dựa trên biểu đồ mô men uốn đã được xây dựng theo các quan hệ đã được giới thiệu trong các tài liệu về cơ học.

Một phương pháp rất có hiệu quả để tính toán nội lực do dưng ứng lực trong các dầm siêu tĩnh là phương pháp dựa trên lực chuyển hướng và đường ảnh hưởng. Cũng theo phương pháp này, người ta có thể thay đổi cách bố trí cốt dưng ứng lực để đạt được nội lực mong muốn trong kết cấu một cách rất trực quan và đơn giản. Hình 5.13 minh hoạ một dầm liên tục hai nhịp cùng đường ảnh hưởng mô men gối. Tác động của dưng ứng lực với quỹ đạo pa-ra-bôn bậc hai được thể hiện thông qua các lực chuyển hướng. Để đơn giản cho việc tính toán, phần lực chuyển hướng do cốt dưng ứng lực hướng lên ở nhịp, w_{span} , được kéo dài đến tim gối và lực chuyển hướng do cốt dưng ứng lực hướng xuống, w_{supp} , được tính tăng lên một lượng thích hợp. Trong ví dụ trên Hình 5.13,

$$w_{span} = \frac{8Pf}{l^2}$$

$$w_{supp} = \frac{8P\Delta e}{(2a)^2}$$

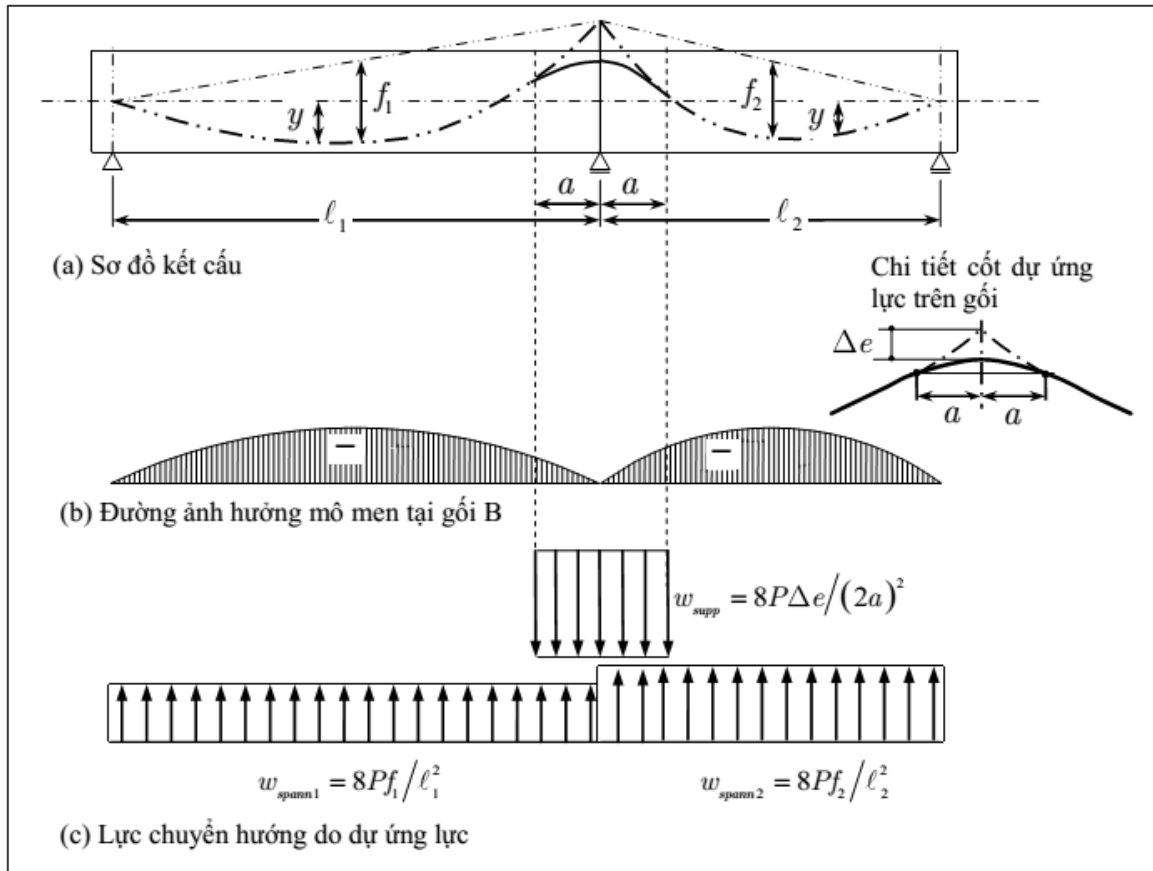
Xét ví dụ dầm hai nhịp đối xứng cùng quỹ đạo cốt dưng ứng lực đối xứng, mô men tại B do dưng ứng lực gây ra là

$$\begin{aligned} M_{Bp} &= w_{span} \frac{l^2}{8} - w_{supp} \frac{a^2}{8} \left(2 - \frac{a}{l}\right)^2 \\ &= Pf - \frac{P\Delta e}{4} \left(2 - \frac{a}{l}\right)^2 \\ &= P \left[f - \frac{\Delta e}{4} \left(2 - \frac{a}{l}\right)^2 \right] \end{aligned}$$

Do $a \ll l$ nên

$$M_{Bp} = P(f - \Delta e)$$

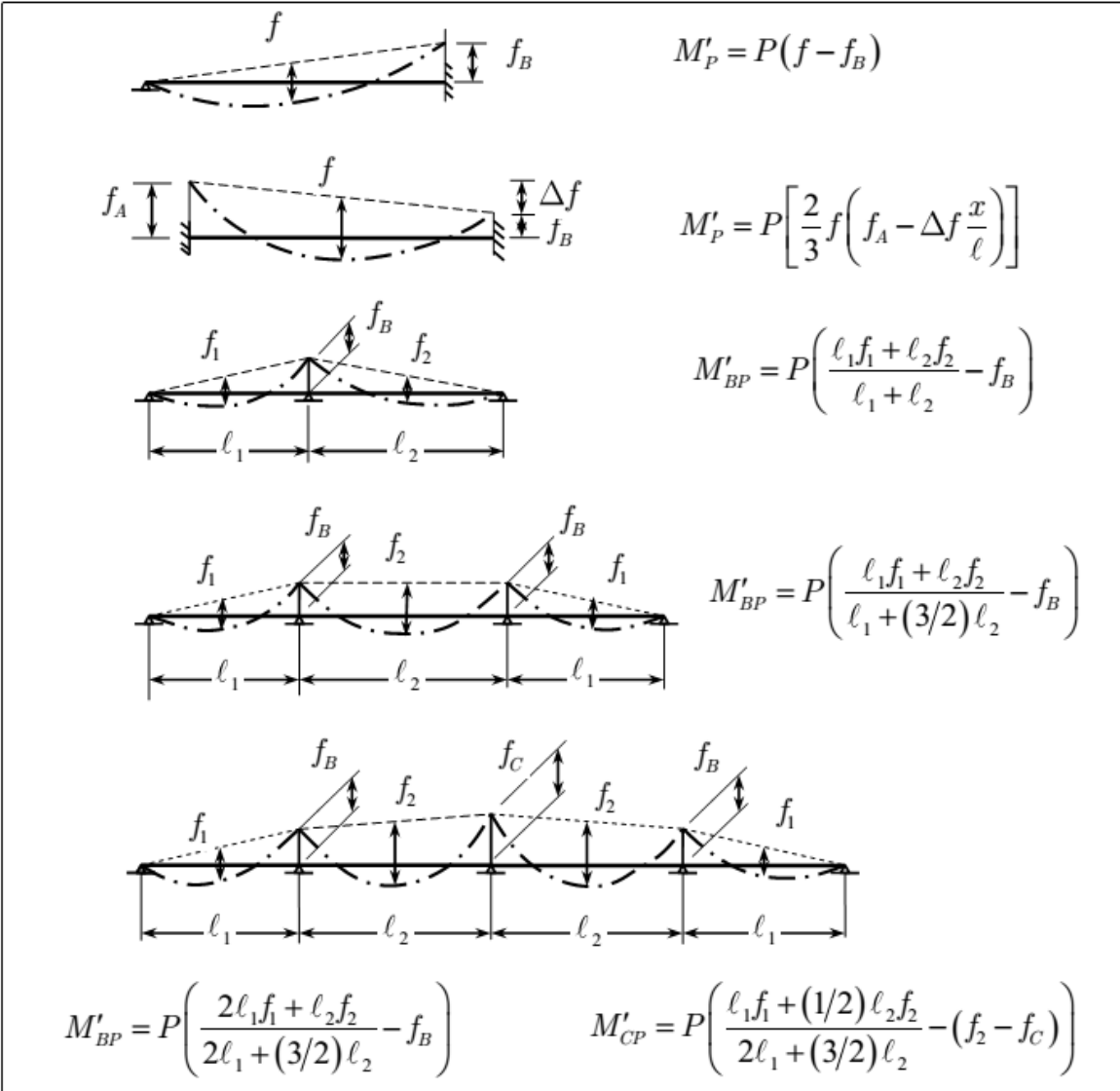
Đây chính là giá trị từ công thức (5.15) ở trên.



Hình 5.13 Tính toán nội lực do dự ứng lực bằng phương pháp đường ảnh hưởng

Hình 5.14 cung cấp các giá trị mô men gối ở một số dầm siêu tĩnh do tác động cường bức của dự ứng lực có quỹ đạo cấp dạng pa-ra-bôn bậc hai.

Đối với các dầm có chiều cao thay đổi, dầm có vút ở các gối trung gian, cáp dự ứng lực vẫn thường được bố trí như đối với các dầm có chiều cao không đổi (trục dầm là đường thẳng). Trong những trường hợp này, cần phải xét đến sự xuất hiện các lực chuyển hướng bổ sung tại các điểm gãy trên quỹ đạo cáp đối với trục trọng tâm của dầm.



Hình 5.14 Mô men cường bức trên các gối của dầm siêu tĩnh do cốt dự ứng lực dạng pa-ra-bôn