

VÍ DỤ 2

THIẾT KẾ NÚT GIAO KHÁC MỨC BẾN LỨC

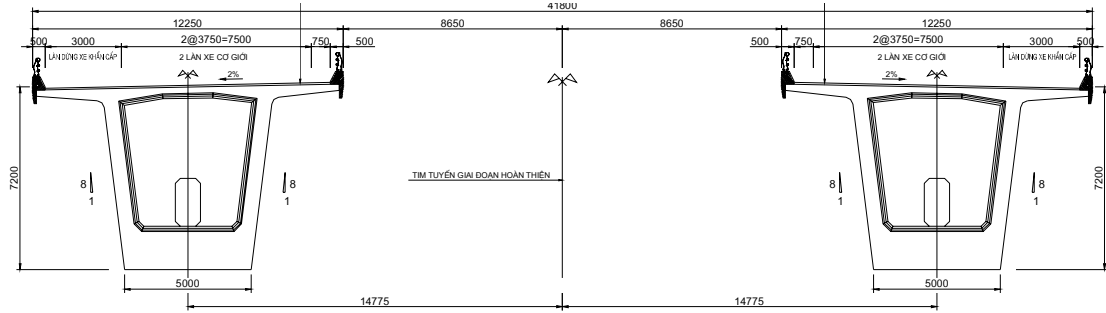
1.1. Giải pháp thiết kế kết cấu cầu Bến Lức và cầu trong nút giao Bến Lức

Cầu Bến Lức vượt qua sông Vàm Cỏ Đông có sơ đồ kết cấu nhịp dầm hộp liên tục liên tục 50+90+120+90+50m bằng bê tông cốt thép dự ứng lực. Với sơ đồ này cho phép tạo được hình dáng chuyển tiếp hài hoà của chiều cao dầm cho phù hợp với phân cầu dẫn.

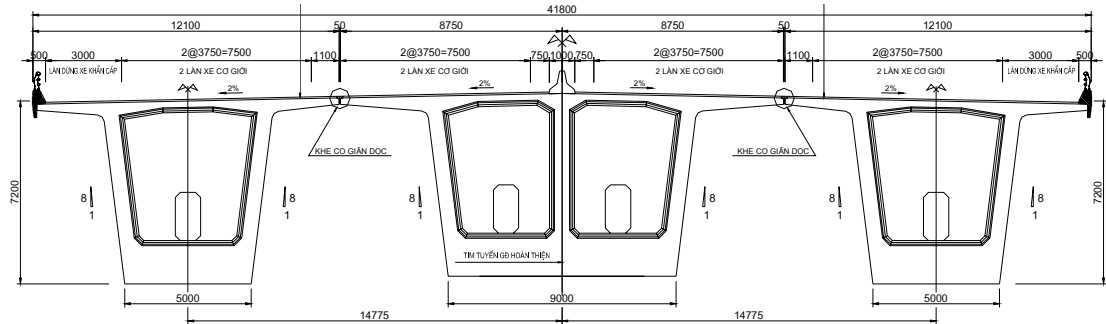
Đây là cầu lớn qua sông sâu, tuy vậy do vấn đề nhu cầu vận tải mà cầu cũng như toàn bộ tuyến đường cao tốc được xem xét phân kỳ đầu tư. Đã có các dự án cầu lớn thực hiện phân kỳ đầu tư như cầu Phù Đổng qua sông Đuống, nhưng với cầu Bến Lức lại có đặc thù riêng vì có tổng mặt cắt ngang tới giai đoạn hoàn thiện lớn (39.5m) và lại liên quan trực tiếp tới nút giao lập thể ngay đầu cầu. Các vấn đề đặt ra đối với cầu này là có thực sự nên phân kỳ hay đầu tư hoàn thiện luôn trong giai đoạn 1 và nếu phân kỳ thì sẽ phân chia mặt cắt ngang giữa hai giai đoạn như thế nào trong các phương án xây dựng một bên, hai bên hay ở giữa.

- Phương án đầu tư hoàn thiện: là phương án rất tích cực xét trên quan điểm kỹ thuật nhưng vấn đề gặp phải là việc sử dụng chưa hợp lý nguồn vốn đầu tư vì phải chấp nhận một phần cầu sẽ không được sử dụng cho tới khi xây dựng xong giai đoạn 2 và điều đó sẽ dẫn tới các câu hỏi của dư luận xã hội.
- Phương án đầu tư phân kỳ: khắc phục được nhược điểm của phương án đầu tư hoàn thiện nhưng lại dẫn tới các vấn đề phức tạp trong xử lý công nghệ thiết kế cũng như thi công sau này trong giai đoạn 2.

Các vấn đề đặt ra như vậy tưởng chừng đơn giản xong cũng đã dẫn tới nhiều tranh luận dựa trên các quan điểm về kỹ thuật, về kinh tế và về việc hoạch định chính sách, bởi vì các quyết định ở cầu Bến Lức hiện tại sẽ có ảnh hưởng lớn tới các công trình sau này. Qua nhiều cuộc họp được tổ chức và cuối cùng phương án thiết kế cầu Bến Lức là phân kỳ đầu tư trong đó giai đoạn 1 xây dựng 2 cầu ở hai bên với bề rộng mỗi cầu 12.25m và giai đoạn sau xây dựng nốt phần cầu ở giữa với bề rộng 17.5m. Để giảm bớt khó khăn cho thi công giai đoạn sau thì ngay từ giai đoạn 1 kết cấu phân dưới của cầu ở giữa cũng được đầu tư xây dựng với kết cấu móng của cả 3 cầu được nối liền thành một khối.



Hình 1. Mặt cắt ngang cầu Bến Lức giai đoạn 1



Hình 2. Mặt cắt ngang cầu Bến Lức giai đoạn 2 (hoàn thiện)

Nút Bến Lức là nút giao giữa đường cao tốc Thành phố Hồ Chí Minh – Trung Lương với đường tỉnh lộ 830.

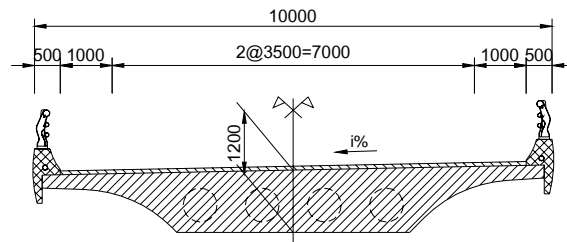
Như đã phân tích ở trên, kết cấu nút giao có dạng trumpet kép, trong đó giai đoạn 1 xây dựng phần trumpet liên hệ với cầu cao trên tuyến cao tốc, giai đoạn hoàn thiện sẽ xây dựng nốt phần trumpet liên hệ với đường tỉnh lộ 830. Giải pháp kết cấu cầu trong nút giao phải đảm bảo được một số vấn đề như sau:

- Tạo được tính liên tục của hệ cầu cao trên chính tuyến cao tốc.
- Thuận tiện trong việc phân kỳ đầu tư giai đoạn 1 xây dựng ở hai bên.
- Xử lý tốt các cầu nhánh có độ cong lớn.
- Tính kinh tế cao.
- Tính thẩm mỹ tốt.

Bằng các phân tích so sánh về nhiều mặt trong đó có các mặt như nêu trên, giải pháp kết cấu cầu cho nút giao như sau:

- Phần cầu trên chính tuyến cao tốc sử dụng dầm Super T cùng với dầm cầu cao.
- Phần cầu nhánh cong sử dụng dầm bản bằng bê tông cốt thép dự ứng lực thi công đúc tại chỗ trên đà giáo với chiều dài nhịp từ 24 tới 30m tùy theo độ

cong trên mặt bằng của cầu. Kết cấu thân trụ tròn bố trí 1 gối kết hợp với kết cấu thân trụ dạng ô van bố trí hai gối tại vị trí khe biến dạng.



Hình 3. Mặt cắt ngang các cầu nhánh A và B

1.2. Vấn đề ứng dụng công nghệ tin học trong thiết kế cầu Bến Lức và cầu cong trong nút giao Bến Lức

Chúng ta được sự trợ giúp đắc lực của công nghệ tin học trong công việc nhưng không được lệ thuộc hoàn toàn vào nó. Không phải hiếm các trường hợp người sử dụng phần mềm mà không hiểu hết bản chất các xử lý tính toán của phần mềm, không quản lý được các kết quả tính toán, khi mắc lỗi không tìm ra được hướng giải quyết,...khi đó công nghệ tin học sẽ biến chúng ta thành kẻ nô lệ thụ động.

Do vậy trong khuôn khổ báo cáo này, nhóm tác giả muốn thông qua một dự án có sử dụng công nghệ tin học trong thiết kế để đề cập tới việc hiểu biết và sử dụng công nghệ tin học, biến nó thực sự trở thành công cụ mà không lệ thuộc hoàn toàn vào nó.

THIẾT KẾ CẦU BẾN LỨC

Cầu Bến Lức là cầu BTCT DUL thi công đúc hẫng thiết kế sử dụng phần mềm RM2000. Khi tính toán cần phải nắm vững các kiến thức về trình tự công nghệ xây dựng, về mô hình tính toán, về các bước tính toán, về các đặc điểm của dự ứng lực, các đặc trưng của bê tông, các phân tích về tính đàn hồi của các liên kết,...

1.2.1.1 Công nghệ xây dựng

Trong tính toán thiết kế nói chung, điều kiện quan trọng ban đầu là phải nắm được công nghệ thi công và các điều kiện làm việc của kết cấu, từ đó có các tính toán cần thiết để kiểm soát được toàn bộ quá trình làm việc đó.

Cầu Bến Lức thi công phân đoạn. Trình tự thi công có thể khái quát theo các giai đoạn như sau:

- Thi công trên đà giáo: kết cấu làm việc chưa phát sinh nội lực.
- Thi công hẫng: kết cấu làm việc sơ đồ tĩnh định.
- Thi công hợp long: thực hiện việc tăng dần liên kết cho kết cấu.

- Thi công các hạng mục hoàn thiện cầu: kết cấu làm việc theo sơ đồ sử dụng lâu dài của quá trình khai thác.

1.2.1.2 Mô hình tính toán

Kết cấu dầm hộp có thể được tính toán theo sơ đồ không gian bằng các phần tử tấm hoặc tính toán theo sơ đồ phẳng theo phần tử thanh.

Với mỗi loại mô hình tính, cần phải có rất nhiều sơ đồ tính tương ứng với các bước trong trình tự công nghệ. Với 1 cầu thi công phân đoạn thường phải trải qua các dạng sơ đồ: Tĩnh định, siêu tĩnh 1 nhịp, siêu tĩnh 2 nhịp,...siêu tĩnh nhiều nhịp tùy theo số lượng nhịp của cầu (Số bậc siêu tĩnh phụ thuộc vào kiểu liên kết gối).

1.2.1.3 Liên kết nối đất

Liên kết nối đất thường là các vấn đề rất nhạy cảm trong tính toán kết cấu và nó ảnh hưởng lớn tới kết quả nội lực kết cấu cầu, đặc biệt là đối với kết cấu phân dưới. Liên kết nối đất thường là các liên kết đàn hồi (spring). Việc xác định chính xác các thông số này ngoài việc am hiểu về kết cấu còn phải có kiến thức tốt về địa kỹ thuật và nền móng.

1.2.1.4 Một số tác động và ứng xử của kết cấu trong quá trình thi công

- **Tác động của trọng lượng bản thân:** Đối với kết cấu cầu thi công phân đoạn sử dụng phương pháp đúc hẫng thì trọng lượng của bản thân bê tông cũng phải được phân biệt giữa tác động khi bê tông còn ướt (chưa có cường độ) và khi bê tông đã được căng kéo dự ứng lực và trở thành kết cấu chịu lực. Cần phân tích kỹ đặc tính này để có thể đưa các số liệu chính xác vào mô hình tải trọng tính toán.
- **Tác động của xe đúc:** Xe đúc còn được gọi là hệ đà giáo ván khuôn di động để đúc các khối bê tông dầm. Trọng lượng xe đúc thông thường từ 50 tới 120 tấn tùy theo kích cỡ khối đúc của mỗi cầu. Tác động của xe ở vị trí đúc dầm gồm trọng lượng theo phương thẳng đứng và mô men do lệch tâm tại đầu dầm hẫng. Khi xe di chuyển sẽ tạo ra một ngẫu lực tác động lên kết cấu.
- **Tác động của việc tháo dỡ hệ đà giáo dỡ và các liên kết tạm:** Hệ đà giáo đỡ và các liên kết tạm đều có chung một nguyên lý là được sử dụng và cùng làm việc với kết cấu trong một giai đoạn thi công nào đó và khi hết nhiệm vụ sẽ được tháo bỏ. Do vậy trong quá trình làm việc chúng được tiếp nhận và tích lũy một phần nội lực. Khi tháo bỏ chúng, các nội lực này sẽ trở thành ngoại lực và tác động trực tiếp lên kết cấu theo chiều ngược lại.

1.2.1.5 Ảnh hưởng của nhiệt độ

Trong quá trình thi công, khi sơ đồ kết cấu là tĩnh định thì tác dụng của nhiệt độ gây ra chuyển vị cho kết cấu mà không phát sinh nội lực. Khi kết cấu trở thành siêu tĩnh thì ngoài việc gây chuyển vị, nhiệt độ còn gây nội lực lớn trong kết cấu. Ảnh hưởng của nhiệt độ được xem xét dưới hai dạng là: Nhiệt độ thay đổi đều dọc theo kết cấu (Uniform temperature) và Chênh lệch nhiệt độ theo hai phương trên mặt cắt ngang kết cấu (Gradient temperature). Công thức chung biến dạng do nhiệt độ bằng tích của hệ số biến dạng nhiệt và trị số nhiệt độ chênh lệch.

Trường hợp nhiệt độ thay đổi đều do được coi là phân bố đều trên mặt cắt nên trong kết cấu chỉ phát sinh biến dạng dọc trục.

Trường hợp nhiệt độ thay đổi trên một đơn vị theo chiều cao hoặc chiều ngang mặt cắt (gradient nhiệt độ) sẽ phát sinh biến dạng uốn trên mặt cắt dầm.

1.2.1.6 Ảnh hưởng của từ biến co ngót

Kết cấu cầu bê tông cốt thép dự ứng lực thi công phân đoạn theo phương pháp đúc hẫng cân bằng vấn đề từ biến và co ngót được xem xét đối với mỗi giai đoạn thi công cũng như hoàn thiện cầu.

Ảnh hưởng của từ biến và co ngót phụ thuộc vào các yếu tố bao gồm:

- Các đặc trưng vật liệu, mặt cắt ngang, môi trường (nhiệt độ, độ ẩm).
- Trạng thái ứng suất trong kết cấu.
- Thời điểm đặt tải tính từ biến.

Ứng biến do từ biến và co ngót là các trị số độc lập, tuy nhiên do tính chất tương tự nên thường được xem xét cùng nhau.

Ứng xử của kết cấu do từ biến được giả thiết là tuyến tính, do vậy ứng biến do từ biến là hàm tuyến tính của ứng biến đàn hồi với hệ số từ biến là φ . Điều này bảo đảm mặt cắt ngang vẫn phẳng khi chịu lực.

$$\varepsilon_{cc} = \varphi \cdot \varepsilon_c = \varphi \frac{\sigma_c}{E_c}$$

Hệ số từ biến φ là thông số rất quan trọng trong tính toán từ biến, nó là hàm của nhiều thông số gồm thời gian, đặc trưng vật liệu, đặc trưng mặt cắt ngang, điều kiện khí hậu khu vực xây dựng công trình. Các mô hình tính toán từ biến trong các quy trình khác nhau chính là ở việc xem xét các dạng hàm khác nhau về quan hệ của hệ số từ biến với các thông số kể trên.

Ứng biến của kết cấu do co ngót là hàm của thời gian và được đặc trưng bởi hệ số co ngót ε_{cs} . Ứng biến do co ngót được giả thiết bằng hằng số trên mặt cắt ngang,

do vậy điều kiện mặt cắt ngang vẫn phẳng được bảo đảm. Các mô hình tính toán cho co ngót cũng có dạng tương tự như tính toán cho từ biến.

Các thông số về vật liệu thường sử dụng trong tính toán từ biến và co ngót:

- Mô đun đàn hồi bê tông: Đây là thông số phụ thuộc vào thời gian. Một số mô hình tính hệ số từ biến yêu cầu trị số này (ví dụ như quy trình 22TCN 18-79) nhưng cũng có nhiều mô hình tính không yêu cầu (ví dụ như các tiêu chuẩn 22TCN272-01, CEB-FIP, AASHTO, BS5400).
- Độ đặc chắc của bê tông tươi khi đổ bê tông: thông thường được chia làm 3 cấp tùy theo tỷ lệ nước/xi măng là thấp, trung bình hay cao. Thông số này được sử dụng trong các mô hình của CEB78 hay OE4750. Với các mô hình như CEB90, BS5400 hay AASHTO không dùng thông số này.
- Độ đông cứng của xi măng: Thông số này phụ thuộc vào tính chất của xi măng và được chia làm 3 cấp là đông cứng nhanh, đông cứng vừa và nhanh và xi măng cường độ cao đông cứng nhanh. Thông số này dùng trong mô hình CEB90, DIN1045,... nhưng lại không sử dụng trong CEB78, BS5400 hay AASHTO.

Các thông số về môi trường thường sử dụng trong tính toán từ biến và co ngót:

- Độ ẩm: Độ ẩm sử dụng cho tính toán từ biến và co ngót là độ ẩm tương đối trung bình bình quân năm của môi trường khu vực xây dựng. Thông thường có thể áp dụng bằng hằng số cho tất cả các cấu kiện, tuy nhiên cũng có thể áp dụng khác nhau cho các phần tử nằm trong các môi trường khác nhau như trong không khí, trong đất hay trong nước.
- Nhiệt độ: Nhiệt độ được sử dụng là nhiệt độ trung bình bình quân năm của khu vực xây dựng.

Thông số về thời gian trong tính toán từ biến và co ngót:

Yếu tố thời gian đối với từ biến và co ngót là rất quan trọng, trong tính toán cần quan tâm tới các mốc thời gian như sau:

- Thời điểm bắt đầu đổ bê tông.
- Thời điểm bê tông đông cứng hoàn toàn sẵn sàng tiếp nhận tải trọng.
- Thời điểm đặt tải và tính toán từ biến.

Một số mô hình từ biến và co ngót cho phép tính toán thời điểm bắt đầu từ biến và co ngót là khác nhau.

Thông số về tải trọng trong tính toán từ biến:

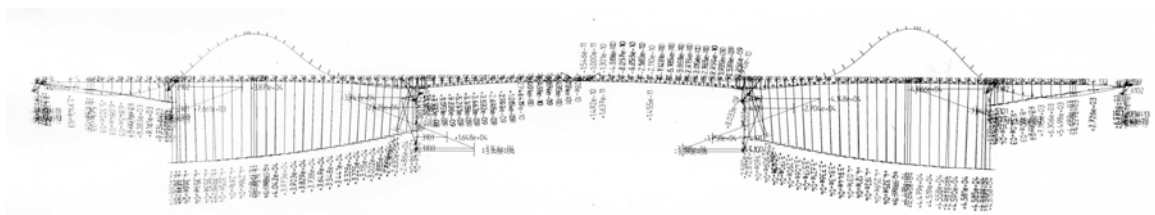
Ảnh hưởng của từ biến được tính toán với các tải trọng tác dụng lâu dài trên kết cấu.

1.2.1.7 Nội lực sơ cấp và thứ cấp đối với các tác động từ biến và dự ứng lực

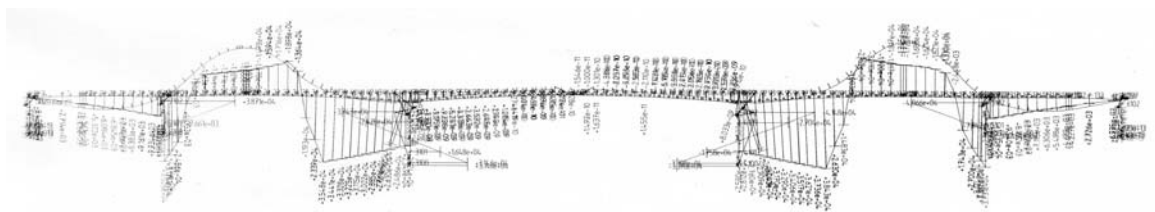
Trong tính toán kết cấu siêu tĩnh cần đối với các tác động như từ biến hay dự ứng lực cần phân biệt hai khái niệm nội lực sơ cấp và nội lực thứ cấp. Nguyên lý chung có thể hiểu nội lực sơ cấp là nội lực sinh ra ngay trong phần tử kết cấu chịu tác động trực tiếp của các yếu tố (từ biến, dự ứng lực) còn nội lực thứ cấp sinh ra trên toàn kết cấu do các phản lực trong các liên kết biên sinh ra do các tác động kể trên tạo thành. Hay có thể hiểu một cách đơn giản hơn là các tác động sinh ra nội lực sơ cấp trên phần tử mà nó tác động đồng thời gây biến dạng cho phần tử đó. Do biến dạng này bị kiểm chế bởi các liên kết biên nên gây ra nội lực trong các liên kết biên đó. Nội lực trong các liên kết biên sẽ giống như ngoại lực tác động trở lại kết cấu và sinh ra nội lực thứ cấp.



Hình 4: Biểu đồ mô men sơ cấp khi kéo dự ứng lực hợp long nhịp kế biên



Hình 5: Biểu đồ mô men thứ cấp khi kéo dự ứng lực hợp long nhịp kế biên



Hình 6: Biểu đồ mô men tổng cộng khi kéo dự ứng lực hợp long nhịp kế biên

THIẾT KẾ CẦU CONG TRONG NÚT GIAO BẾN LỨC

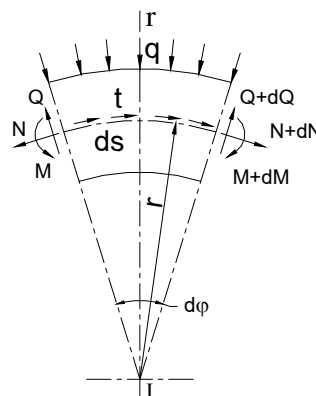
Giải quyết bài toán cầu cong ta phải hiểu về bản chất của thanh cong chịu lực. Thanh cong được phân làm hai loại là thanh có độ cong lớn khi tỷ lệ giữa bán kính cong của trục (R) và chiều cao mặt cắt (h) nhỏ hơn 10, ngược lại là thanh có độ cong bé. Với thanh có độ cong bé thì có thể sử dụng các công thức của thanh thẳng để tính ứng suất mà sai số không đáng kể. Nút giao Bến Lức gồm có 4 nhánh cầu cong trong đó 2 nhánh A và B thuộc loại có độ cong lớn còn hai nhánh C và D có độ cong nhỏ.

Đối với kết cấu dầm cầu cong bê tông cốt thép dự ứng lực cần phân biệt hai loại lực tác dụng là: các lực loại 1 nằm trong mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng chứa trục thanh cong ví dụ như trọng lượng bản thân, trọng lượng hoại tải và các lực loại 2 nằm trong mặt phẳng chứa trục thanh cong như lực hãm, lực kéo dự ứng lực, lực ly tâm. Xét về cơ bản các lực loại 1 gây nội lực trong kết cấu không khác nhiều so với thanh thẳng ngoài việc làm tăng hiệu ứng xoắn hay gây các lực ly tâm đối với tải trọng di động trong khi đó các lực loại 2 lại gây các trạng thái ứng suất phức tạp trong thanh cong. Các biểu thức dưới đây thể hiện quan hệ vi phân giữa nội lực và ngoại lực của thanh cong khi xét một phân tố thanh cong bán kính r có chiều dài ds và chịu lực bất kỳ q và t nằm trong mặt phẳng chứa trục thanh

$$\frac{dN}{ds} = -t + \frac{Q}{r};$$

$$\frac{dQ}{ds} = -q - \frac{N}{r};$$

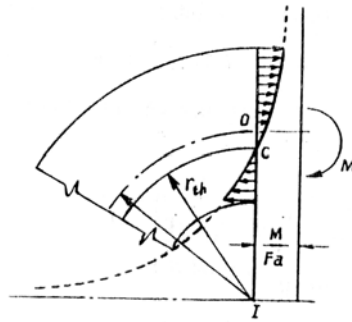
$$\frac{dM}{ds} = -Q.$$



Hình 7: Quan hệ nội lực và ngoại lực thanh cong

Ngoài ra phân tích ứng suất pháp trên mặt cắt ngang thanh cong chịu các lực loại 2 cho các kết luận như sau:

- Thanh cong chịu kéo (nén) dọc trục, ứng suất pháp phân bố đều trên mặt cắt ngang và thanh cong không chỉ có biến dạng dọc trục mặt cắt còn bị quay.
- Thanh cong chịu uốn thuần túy thì ứng suất pháp phân bố trên mặt cắt ngang theo dạng đường hypecbol có hai đường tiệm cận, một đường đi qua tâm cong và vuông góc với mặt cắt còn một đường nằm song song với mặt cắt và cắt mặt cắt một khoảng M/Fa (xem hình vẽ dưới đây).



Hình 8: Ứng suất pháp trên mặt cắt ngang thanh cong chịu uốn thuần túy

Rõ ràng việc xem xét bài toán thanh cong là rất phức tạp và chỉ được thực hiện nhanh chóng bằng máy tính.

Các cầu cong trong các nhánh của nút giao Bến Lức được tính toán bằng phần mềm RM2000.

MỤC LỤC

1.1.	GIẢI PHÁP THIẾT KẾ KẾT CẤU CẦU BẾN LỨC VÀ CẦU TRONG NÚT GIAO BẾN LỨC	1
1.2.	VẤN ĐỀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TIN HỌC TRONG THIẾT KẾ CẦU BẾN LỨC VÀ CẦU CONG TRONG NÚT GIAO BẾN LỨC.....	3
1.2.1	Thiết kế cầu Bến Lức.....	3
1.2.1.1	Công nghệ xây dựng	3
1.2.1.2	Mô hình tính toán.....	4
1.2.1.3	Liên kết nối đất	4
1.2.1.4	Một số tác động và ứng xử của kết cấu trong quá trình thi công	4
1.2.1.5	Ảnh hưởng của nhiệt độ	5
1.2.1.6	Ảnh hưởng của từ biến co ngót	5
1.2.1.7	Nội lực sơ cấp và thứ cấp đối với các tác động từ biến và dự ứng lực.....	7
1.2.2	Thiết kế cầu cong trong nút giao Bến Lức	8