

Những tiến-bộ Kỹ-Thuật về Thép

Lê Thành Trinh

Ở Lá Thư trước, tôi đã viết về những tiến bộ kỹ thuật về bê tông. Kỳ này, tôi viết tiếp về một vật liệu xây dựng quan trọng khác là thép.

Nhận xét đại cương về thép.

Thép được chế tạo ra từ sắt, một nguyên tố có rất nhiều ở thiên nhiên, dưới dạng ôxyt hay hợp chất với các nguyên tố khác. Màu đỏ của các loại đất đỏ ở các miền cao nguyên Việt nam là do các hợp chất của sắt.

Nhân loại đã biết dùng sắt từ rất lâu. Các nhà khảo cổ đã tìm thấy một lưỡi dao bằng sắt trong một kim-tự-tháp ở Ai cập. Nhiều cổ vật bằng sắt cũng đã được tìm thấy ở Viễn đông cũng như ở vùng Địa-trung-hải.

Có thể các người tiền sử tình cờ đốt lửa ở một nơi có quặng sắt, và khi bới đồng tro tàn, họ đã thấy một vật liệu mới, có thể dùng để làm ra những vũ khí tốt hơn gỗ và đá. Và như vậy, họ đã tìm ra sắt, một vật liệu làm nền tảng cho sự tiến bộ của loài người.

Sắt ít được dùng ở thể nguyên chất vì không cứng lắm, lại dễ bị sét rỉ, nhưng nếu có thêm một ít Các bon (Carbon, thành phần chính của than) thì sẽ được thép. Các bon làm cho thép thêm cứng nhưng đồng thời lại tăng độ giòn, làm thép khó uốn nắn và kéo thành sợi. Nếu có quá nhiều Các bon thì sẽ được gang, một loại vật liệu rất giòn.

Nếu pha thêm vào thép những phân lượng nhỏ các nguyên tố khác như Măng gan

(Manganese), Kền (Nickel), Crôm (Chromium), Đồng (Copper), Phốt pho (Phosphorus), Lưu huỳnh (Sulfur), v. v., thì các tính chất của thép sẽ thay đổi rất nhiều, và ta sẽ được các loại thép với những đặc tính phù hợp với từng loại nhu cầu.

Ngành xây dựng hiện nay chỉ dùng thép chứ



Một công trình bằng thép tiêu biểu: cầu Millau - Pháp, cao nhất thế giới, khánh thành 12/2004

không dùng sắt nguyên chất. Các chuyên viên công chánh tiên bối của chúng ta đã dùng từ bê tông cốt sắt để dịch từ bê tông armé của Pháp. Thiết nghĩ từ nay ta nên dùng từ bê tông cốt thép thay vì cốt sắt cho danh chính ngôn thuận.

Đặc tính của thép.

Đặc tính cơ học quan trọng nhất của thép là sức chịu kéo. Trong một giới hạn nào đó, thép, giống như giấy thun, là một vật liệu đàn hồi, khi bị kéo thì dài ra và khi thôi kéo thì lại ngắn lại như trước. Kéo mạnh thêm

thì dài ra nhiều hơn lần trước, và khi thả ra thì vẫn ngắn lại như cũ. Tuy nhiên nếu ta tiếp tục tăng thêm sức kéo thì tới một mức nào đó, sau khi thôi kéo, thanh sắt hay sợi giầy thun sẽ không ngắn lại nữa. Các chuyên gia nói là vật liệu đã đạt tới giới hạn đàn hồi (yield point), và họ dùng giới hạn này để chỉ định sức chịu kéo của mỗi loại thép.

Giới hạn đàn hồi của thép được chỉ bằng ký hiệu F_y cho loại thép hình (structural steel) và f_y cho loại thép tròn dùng làm cốt cho bê tông (reinforcing steel) và được tính bằng Ksi, hay MPa (theo hệ SI), hay kg/mm². Đây là trị số tối thiểu mà thép phải đạt được tại phòng thí nghiệm.

Dùng loại thép có sức chịu cao.

Cho tới những năm gần đây, loại thép thông dụng nhất là loại thép hình Grade 36 ($F_y = 36 \text{ Ksi} = 250 \text{ MPa} = 25 \text{ kg/mm}^2$) và loại thép tròn Grade 40 ($f_y = 40 \text{ Ksi} = 275 \text{ MPa} = 28 \text{ kg/mm}^2$).

Việc luyện thép đã có những tiến bộ vượt bậc và các hãng sản xuất thép đã chế tạo được những loại thép có sức chịu cao hơn, với giá thành xấp xỉ với giá thép thường. Vì vậy, hiện nay thép hình Grade 36 đã dần dần được thay thế bằng Grade 50 ($F_y = 50 \text{ Ksi} = 345 \text{ MPa} = 35 \text{ kg/mm}^2$) và thép tròn Grade 40 được thay thế bằng Grade 60 ($f_y = 60 \text{ Ksi} = 415 \text{ MPa} = 42 \text{ kg/mm}^2$).

Dùng các loại thép cao cấp này có hai điều lợi chính:

- 1) về mặt thiết kế, vì trọng lượng thép giảm đi nên đã có thể gia tăng chiều cao của các công trình sự cũng như chiều dài của các dầm cầu, mà vẫn không phải tăng cường nền móng. Nếu không có các loại thép có sức chịu cao này thì không thể có được những cao ốc hơn 100 tầng như hiện nay.
- 2) về mặt kinh tế, dùng thép Grade 50 thay Grade 36 thì trọng lượng thép giảm được rất nhiều trong khi giá của thép Grade 50

chỉ bằng giá Grade 36, hoặc cao hơn chút ít thôi. Như vậy, dùng thép Grade 50 rẻ hơn thép Grade 36.

Trường hợp cần tới những loại thép có sức chịu cao hơn nữa, thì hiện đã có thép Grade 100 ($F_y = 100 \text{ Ksi} = 690 \text{ MPa} = 70 \text{ kg/mm}^2$). Cao cấp hơn nữa, các giầy cáp dùng cho cầu treo hay cho các dầm bê tông tiền áp đã được chế tạo bằng loại thép Grade 270 ($270 \text{ Ksi} = 1860 \text{ MPa} = 190 \text{ kg/mm}^2$).

Sự sét rỉ của thép.

Nhược điểm chính của thép là bị sét rỉ, nhất là ở những môi trường ẩm thấp. Chỉ sau 10, 15 năm, nhiều bộ phận thép đã bị sét rỉ chỉ còn lại khoảng phân nửa chiều dày mà thôi.

Để đối phó với nguy cơ sét rỉ, ta đã có những giải pháp sau đây:

- 1) Dùng những loại thép không rỉ (stainless steel). Đây là thép cao cấp, không hề bị sét rỉ ở bất cứ môi trường nào. Bề mặt của thép luôn sáng bóng. Để có loại thép này, người ta pha vào thép những số lượng khá lớn các kim loại đắt tiền. Chẳng hạn loại thép không rỉ ASTM-A276, type 201, có tới 6.5% Măng gan, 4.5 % Kẽm và 17% Crôm. Vì vậy thép không rỉ rất đắt tiền nên chỉ dùng để làm những đồ vật nhỏ mà thôi.
- 2) Bao phủ mặt ngoài bằng một lớp kim khí không rỉ gọi là mạ (galvanization). Lớp kim khí dùng để mạ thường là Kẽm (Zinc), hay cao cấp hơn, là Kẽm (Nickel) và Crôm (Chromium). Cách này cũng khá tốn kém nên chỉ thích hợp cho những bộ phận nhỏ.
- 3) Bao phủ mặt ngoài bằng những lớp sơn. Đây là cách thông thường vẫn được áp dụng. Thường phải sơn 3 hay 4 lớp. Trước khi ra khỏi xưởng chế tạo, các bộ phận thép tiền chế phải được sơn hai lớp sơn chống sét rồi mới đem ra công trường để ráp thành công trình sự. Tùy theo tình trạng môi trường chung quanh mà sau một thời gian nào đó, phải

son lại để thay thế các lớp son cũ đã bị hư. Trước khi sơn lại, phải cạo sạch các lớp son cũ nên việc này mất nhiều thì giờ và tốn kém. Đối với những cầu dài thì việc sơn thường được thực hiện liên tục: sơn hết cầu thì trở lại đầu cầu bên kia để thực hiện lần sơn kế tiếp.

- 4) Dùng loại thép tự bảo vệ chống sét rỉ (weathering steel). Hiện nay các hãng sản xuất thép đã chế tạo được loại thép có thể tự bảo vệ chống lại hiện tượng sét rỉ. Loại thép này được coi là một phát minh quan trọng của ngành luyện kim. Trước khi bàn đến weathering steel, tôi xin nói qua về các thứ son màu đã được dùng để sơn các cầu.

Màu sắc của cầu.

Khi chưa có các loại son tổng hợp, các bộ phận thép thường được bảo vệ chống sét bằng những lớp hắc-ín (Coaltar), một sản phẩm của than đá. Hắc-ín bảo vệ chống sét rất tốt nhưng màu sắc đen xỉ, tạo nên những cảm giác ảm đạm và khắc khổ.

Sau này phần lớn các cầu đã được sơn lớp ngoài bằng loại son tổng hợp màu xám nhạt. Đây cũng là màu tự nhiên của bê tông. Màu này được dùng vì giá rẻ mà lại có thể thích hợp trong hầu hết các khung cảnh. Nó vô thường vô phạt: không làm tăng vẻ đẹp của khung cảnh thiên nhiên cũng như không gây tai hại gì cả.

Để tránh cái màu xám tẻ nhạt này, các nhà thiết kế đã thử sơn cầu bằng những màu khác nhưng chưa có kết quả khả quan vì khó tìm được một màu hợp với môi trường xung quanh, với giá cả có thể chấp nhận được.

Khi làm cầu Golden Gate tại San Francisco, các bộ phận thép tiền chế đã được sơn hai lớp son chống sét tại xưởng trước khi đem ra công trường để ráp thành cầu như thường lệ. Son chống sét này là son minium. Minium, còn được gọi là red lead, là ôxyt chì với công thức hoá học Pb_3O_4 . Chất này màu đỏ, nên các bộ phận tiền chế đã có màu đỏ tươi chói lọi trước khi đem ráp. Chất Minium rất độc, nên hiện nay son Minium đã không được dùng nữa.

Sau khi ráp xong cầu và chuẩn bị sơn lớp son màu xám nhạt bên ngoài như dự định, người ta bỗng nhận thấy là màu đỏ tươi của Minium thích hợp lạ lùng với khung cảnh tuyệt vời của vịnh San Francisco. Do đó các giới có thẩm quyền đã đi đến quyết định là cầu Golden Gate phải được sơn màu đỏ chói lọi như hiện nay. Đây là trường hợp hãn hữu vì màu đỏ rất khó hòa hợp với các màu sắc thiên nhiên. Thật khó có thể chấp nhận một cây cầu sơn đỏ bắc qua sông Mississippi ở downtown Baton Rouge, hoặc ở một miền đồi núi hoang dã của bang Utah.

Các chuyên viên về môi trường và về thẩm mỹ nhận thấy màu nâu của đất rất



Cầu Golden Gate nổi tiếng thế giới được sơn màu đỏ

thích hợp cho các cầu ở những miền hoang dã, vì nó hoà hợp dễ dàng với màu sắc thiên nhiên tại những nơi đó. Sự phát minh ra loại thép tự bảo vệ chống sét, với màu nâu tự nhiên, đã là một bước tiến quan trọng của ngành chế tạo thép.

Loại thép tự bảo vệ chống sét rỉ (weathering steel).

Khi gặp môi trường ẩm thấp, mặt ngoài của thép bị sét rỉ, và vì lớp sét rỉ này không kín, nên nước và khí trời lọt qua được, để tiếp tục làm sét rỉ các lớp thép bên trong.

Các chuyên viên về thép đã tìm ra được những loại thép có thể tự bảo vệ chống sét rỉ. Mặt ngoài loại thép này vẫn bị sét rỉ, nhưng lớp sét rỉ này rất kín, nước và khí trời không thể lọt qua được, nên tác dụng như một lớp sơn tự nhiên, bảo vệ các lớp thép bên trong.

Hai trong các loại thép này là Grade 50 ($F_y = 50 \text{ Ksi} = 35 \text{ kg/mm}^2$) và Grade 70 ($F_y = 49 \text{ kg/mm}^2$). Loại thép này đắt hơn loại thép thông thường nhưng nếu tính phí tổn do phải định kỳ sơn lại công trình sự trong suốt thời gian hữu ích của nó, thì việc sử dụng thép này rất có lợi về mặt kinh tế.

Ngoài cái lợi chính là không cần phải sơn, thép weathering steel có một màu nâu tự nhiên, giống như màu của đất hay của vỏ cây già, nên dễ hoà hợp với màu sắc của các khung cảnh thiên nhiên ở những vùng hoang dã. Tôi cũng đã thấy nhiều cây cầu thép weathering steel ở trong thành phố, và mọi người đã thấy là màu nâu của thép không làm thương tổn sự hài hoà của các màu sắc tại các nơi thị tứ này.

Hai ứng dụng thành công của thép weathering steel.

1. Cầu Hale Boggs ở Louisiana

Trong LTAHCC số 75, tôi đã viết về cây cầu treo cáp thẳng (cable-stayed bridge) Hale Boggs, còn được gọi là cầu Luling, qua sông Mississippi ở gần New Orleans. Ngoài các giằng cáp bằng thép Grade 240 được hãng Prescon chế tạo tại Mỹ, toàn thể số thép để thực hiện các trụ và vây cầu là loại thép weathering steel Grade 50 do công ty IHI của Nhật cung cấp.

Các bộ phận thép tiền chế của cầu mang từ Nhật qua không phải sơn hai lớp chống sét như các loại thép thường. Sau khi ráp cầu xong vào năm 1983, và cho tới ngày nay, việc tu bổ cầu không đòi hỏi một lớp sơn nào cả. Các bộ phận cầu sẽ giữ màu nâu tự nhiên cho đến cuối cuộc đời của cầu.

2. Cầu Mingo Creek ở Pennsylvania

Cầu này còn được gọi là cầu Joe Montana, nằm trên xa lộ Mon-Fayette, từ thành phố Pittsburgh tới xa lộ I-68 tại West Virginia.

Địa chất ở vùng này rất đặc biệt vì có nhiều mỏ than đã khai thác xong, nên có nhiều lỗ hổng ở dưới mặt đất. Để tránh những lỗ hổng này, các chuyên viên kiều lộ đã phải chọn một tuyến đường ở ngoài vùng hầm mỏ. Tuyến đường này phải vượt qua thung lũng Mingo Creek tại một điểm rộng 2400 ft (732 m) và sâu 200 ft (61 m). Tại đây đã có sẵn một cầu xe lửa nên xa lộ mới phải đi bên trên đường rầy này. Dự án được chọn là một cầu đôi, hơi cong với bán kính cong $R = 11,000 \text{ ft}$ (3355 m). Cầu bằng đà thép, sàn bê tông, dài 2400 ft, và có những trụ cao đến 250 ft (76 m).

Vì cầu cao nên đã phải dùng những nhịp cầu dài và bớt số trụ cầu để giữ cho kinh phí phần thượng tầng cơ sở (superstructure) được cân bằng với phần hạ tầng (substructure), cho hợp với định luật kinh tế về xây dựng cầu. Vì vậy các loại thép chịu cao Grade 70 đã được dùng để chế tạo các đà thép, còn các bộ phận thép khác thì làm bằng Grade 50.

Việc định kỳ sơn lại chiếc cầu cao này sẽ rất khó khăn và tốn kém nên Ban Quản Trị Pennsylvania Turnpike, sở hữu chủ của công trình sự, đã quyết định dùng loại thép weathering steel cho toàn bộ cây cầu. Ngoài cái lợi khỏi phải sơn cầu trong suốt thời gian sử dụng, màu nâu tự nhiên của thép đã kết hợp thật hài hoà với các màu sắc thiên nhiên tại đây. Cầu đã nhận được giải thưởng quốc tế Gustav Lindenthal, về các thành tích đạt được trong các mặt cải tiến kỹ thuật, sử dụng vật liệu, bảo vệ môi trường, cũng như về khía cạnh thẩm mỹ của nó.

Cầu này do hãng Kỹ sư cố vấn Gannett Fleming Inc. thiết kế và do công ty Dick Corp., Large thực hiện. Kinh phí chung là 26 triệu đô la, và cầu đã được mở cho lưu thông vào tháng tư năm 2002.

Thay lời Kết.

Một buổi sáng đẹp trời, quý Ái Hữu lái xe trên xa lộ I-10, từ Baton Rouge đến New Orleans. Khi gần tới ngã ba I-10 và I-310, ở

cách New Orleans chừng 10 miles, nhìn qua bên phải, ở tận chân trời xa tít, bạn sẽ thấy hai cái khung màu nâu nổi bật lên trên nền trời xanh của châu thổ sông Mississippi. Đó là hai tháp bằng thép của trụ cầu Hale Boggs. Thoạt tiên, bạn thấy hai cái tháp này ở cách xa nhau, nhưng xe của bạn càng tiến tới thì chúng càng xích lại gần nhau, để rồi chập lại thành một, khi xe của bạn đi ngang qua đường tim của cầu. Sau đó, hai tháp này dần dần tách rời nhau ra, cho đến khi bạn không còn thấy chúng nữa.

Mỗi lần có dịp đi New Orleans, tôi vẫn để ý nhìn hai tháp trụ cầu Luling, và vẫn thích thú khi thấy hai trụ từ từ xấp lại gần nhau, để được gặp nhau trong một khoảng khắc rất ngắn, rồi lại phải xa nhau. Nếu các trụ cầu này có những tình cảm như loài người chúng ta, chắc chúng đã phải đau lòng vì những cảnh tụ tan, tan tụ này.

Tháng 9 năm 2004
Baton Rouge, Louisiana

Thơ

HUYỀN CA

Song thất lục bát

Trăng bên song khi mờ, khi tỏ,
Năm cung đàn khi ngắt, khi buông.
Sương thu se sắt nhẹ tuôn,
Đàn tan theo ngón tay thuôn dịu dàng.
Năm canh thao thức mơ màng,
Cung tơ ngân nhẹ trăng vàng ngân ngo,
Sương thánh thót trên cành khô lá,
Nước mắt nhòe ướt đầm vãn thơ.
Sầu dâng réo rắt hương mơ,
Thềm trăng đối bóng buồn ơi là buồn.

Thiên Hương

