

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH
BỘ MÔN XÂY DỰNG MÓ



GIÁO TRÌNH
KIỂM ĐỊNH
DÙNG CHO TRÌNH ĐỘ ĐẠI HỌC

QUẢNG NINH - 2018

MỞ ĐẦU

I. Đối tượng nghiên cứu:

Khai thác, kiểm định cầu là môn học nghiên cứu sự làm việc của các công trình cầu đang khai thác hoặc đã xây dựng xong chuẩn bị đưa vào khai thác nhằm đánh giá khả năng chịu lực của công trình phục vụ cho công tác quản lý, bảo dưỡng hoặc sửa chữa, gia cố tăng cường cầu.

Như chúng ta đã biết, trong thiết kế cầu người ta lựa chọn các kích thước hình học của cầu trước sau đó tiến hành tính toán theo quy định của tiêu chuẩn hiện hành để xác định khả năng chịu lực của kết cấu công trình, trên cơ sở đó điều chỉnh lại các số liệu đầu vào để xác định kết cấu công trình phù hợp với công nghệ thi công và yêu cầu khai thác.

Đối với công tác khai thác kiểm định cầu thì đối tượng nghiên cứu đã rõ ràng là các công trình cầu thực tế với đầy đủ đặc trưng hình học cũng như vật liệu. Người ta tiến hành đo đạc, tính toán trên các công trình cầu thực tế (cầu cũ đã qua sử dụng hoặc cầu mới hoàn thành chuẩn bị đưa vào khai thác) để xác định khả năng chịu lực thực tế của công trình cầu để từ đó đưa ra các giải pháp quản lý, khai thác, gia cố cầu hợp lý.

II. Nội dung của môn học:

Nội dung môn học gồm 2 chương với nội dung chính là các nội dung: Quản lý khai thác cầu, bảo quản sửa chữa cầu, kiểm định thử nghiệm cầu, gia cố tăng cường cầu.

1. Quản lý khai thác cầu:

Phần này nghiên cứu nội dung và phương pháp quản lý khai thác cầu. Quản lý bao gồm các hồ sơ cầu và quan trọng hơn là quản lý tình trạng kỹ thuật của cầu. Một đơn vị quản lý phải nắm rõ các thông tin về cầu từ thiết kế, thi công, đến lịch sử khai thác cầu, các hư hỏng đã sửa chữa, nâng cấp, ... để đề ra chế độ khai thác hợp lý cho công trình cầu như hạn chế tải trọng, tốc độ, số lượng xe qua cầu, ... và đồng thời đề ra kế hoạch, chương trình sửa chữa cầu thường xuyên, định kỳ hay sửa chữa lớn theo nguồn kinh phí hàng năm.

Bằng các nghiệp vụ quản lý khai thác cầu với các hình thức kiểm tra chặt chẽ để nắm rõ thông tin về các công trình cầu để từ đó xây dựng kế hoạch sửa chữa, nâng cấp theo đúng nhu cầu thực tế khai thác.

2. Bảo quản sửa chữa cầu:

Bảo quản sửa chữa cầu là nhằm đảm bảo cầu trong suốt quá trình khai thác sử

dụng vẫn giữ được khả năng làm việc như thiết kế ban đầu mà không phải thay đổi bất kỳ chế độ khai thác nào. Sửa chữa cầu có thể là những công việc rất nhỏ như siết bulông, trám rỗ bê tông, ... đến những công việc rất lớn như thay thế dầm cầu, giàn thép, dây văng, ...

Công tác bảo quản sửa chữa cầu đề cập đến trong nội dung môn học sẽ là những kiến thức cơ bản, những phương pháp có thể sử dụng tại hiện trường, chỉ đòi hỏi mức độ chuyên môn nhất định. Các sửa chữa mang tính chuyên gia, sửa chữa cao cấp chưa được nghiên cứu ở đây.

3. Kiểm định thử nghiệm cầu:

Nội dung phần này là công tác đo đạc kiểm định và thử nghiệm cầu để nghiên cứu đánh giá khả năng chịu lực của cầu bằng thực nghiệm như: đo ứng suất, độ võng, dao động, ... sử dụng kết quả đo để đánh giá khả năng chịu lực của cầu.

Khoan lấy mẫu để kiểm tra đặc trưng vật liệu làm cầu, kiểm toán cầu khả năng chịu lực thực tế của công trình cầu.

Một số nội dung liên quan đến kiểm định thử nghiệm cầu như thí nghiệm mô hình trong quá trình thi công, thí nghiệm phá hủy tổng thể, ... các em có thể tìm hiểu thông qua các công trình dự án thực tế có yếu tố nước ngoài.

4. Gia cố tăng cường cầu

Đây là công việc khác với công việc sửa chữa cầu, công tác gia cố tăng cường cầu là công việc nhằm làm tăng khả năng khai thác hoặc chịu lực của một công trình cầu. Việc tăng cường cầu có thể phải làm thay đổi sơ đồ làm việc của cầu, kết cấu cầu, dầm chủ, khổ cầu, ... nhằm làm tăng khả năng chịu lực của công trình như bố trí thêm trụ đỡ, tăng chiều cao dầm chủ,

hoặc làm tăng khả năng khai thác của cầu như thêm dầm, mở rộng xà mũ, tăng số làn xe trên cầu.

III. Phương pháp nghiên cứu:

Đây là môn học có yêu cầu tính thực tế cao, lý thuyết kết hợp với thực hành để nắm rõ quy trình kiểm định cầu. Tuy nhiên, trong điều kiện thực tế không thể đáp ứng như cầu thực hành, người học cần chủ động tìm kiếm tài liệu thông qua mạng internet, đọc các tài liệu có liên quan, đặt các câu hỏi và chủ động thảo luận trao đổi với bạn bè hoặc với giáo viên dạy môn học này. Có thể hiểu kiểm định cầu là công việc khám bệnh, chữa bệnh và tiếp thêm sức khỏe cho một công trình cầu do đó người học cần nắm rõ các cấu tạo cơ bản của công trình cầu và nguyên lý tính toán đã được học ở các môn học có liên quan.

CHƯƠNG I. CÔNG TÁC KHAI THÁC, BẢO QUẢN VÀ SỬA CHỮA CẦU

1.1. Khái niệm chung:

Mục đích chính của việc xây dựng các công trình cầu là để đưa vào khai thác phục vụ kết nối hệ thống hạ tầng giao thông khi phải đi qua các khu vực khó khăn như sông, hẻm núi, thung lũng, giao cắt, ... Khai thác cầu là công việc cuối cùng của quá trình đầu tư xây dựng dự án cầu gồm Khảo sát - Thiết kế - Xây dựng - Khai thác. Tuy nhiên, đây chưa phải là đã kết thúc mà bắt đầu một giai đoạn mới, do trong quá trình khai thác các công trình cầu bị suy giảm chất lượng theo thời gian, thậm chí là bị sụp đổ, vì thế cần thiết phải thực hiện công tác kiểm tra, duy tu, bảo quản, và sửa chữa công trình cầu.

Các nguyên nhân làm suy giảm chất lượng công trình cầu gồm: Có những sai sót giữa thiết kế và thi công; Do tác dụng của hoạt tải luôn thay đổi; Ảnh hưởng của khí hậu, thời tiết, môi trường xung quanh; Tính chất của vật liệu xây dựng cầu; Thiên tai, địch họa. Để hạn chế tối đa các nguyên nhân gây suy giảm chất lượng cầu ta cần kiểm tra, bảo quản để cầu luôn ở trạng thái phục vụ tốt, phát hiện kịp thời và khắc phục các hiện tượng hư hỏng khi nó mới hình thành, ngăn chặn không cho phát triển thành những tai nạn đáng tiếc.

Công tác quản lý khai thác cầu là công việc thường xuyên, ghi chép nhật ký một cách đầy đủ như thống kê lý lịch cầu, đặc tính kỹ thuật, đặc điểm địa chất, địa hình, thủy văn, các loại tải trọng xe qua cầu và đặc điểm phương tiện giao thông dưới cầu. Trên cơ sở đó, tiến hành các công tác duy tu, bảo dưỡng thường xuyên, hoặc tiến hành sửa chữa theo các mức độ nhỏ, vừa và lớn.

- **Sửa chữa nhỏ:** Là công tác khắc phục những hư hỏng nhỏ, những hư hỏng này chưa làm ảnh hưởng đến chế độ khai thác nhưng ảnh hưởng đến tuổi thọ và tính bền vững của công trình. Khối lượng thi công ít và không cần phải đình chỉ giao thông trên cầu.

- **Sửa chữa vừa:** Khắc phục những hư hỏng, mà những hư hỏng này chưa làm giảm khả năng chịu tải của kết cấu nhưng ảnh hưởng đến chế độ khai thác của công trình. Khối lượng thi công tương đối lớn, trong thời gian sửa chữa phải đình chỉ tạm thời hoặc hạn chế giao thông qua cầu.

- **Sửa chữa lớn (dại tu):** Khắc phục những hư hỏng, mà những hư hỏng này làm giảm khả năng chịu tải của kết cấu nhằm đưa kết cấu trở lại chế độ khai thác của công trình. Khối lượng thi công lớn, trong thời gian sửa chữa phải đình chỉ giao thông trên cầu.

Khi kết cấu không còn đủ khả năng chịu các hoạt tải phát triển nặng hơn hoặc

cầu đã trônên hẹp không còn đủ lưu thông lượng phương tiện qua cầu thì cần thiết phải xem xét tăng cường, mở rộng cầu. Kết cấu cầu gồm nhiều bộ phận chịu lực khác nhau, không phải bộ phận nào cũng có cùng cường độ vì thế ta chỉ tăng cường bộ phận nào yếu nhất mà thôi, mức độ cần thiết tùy theo nhu cầu phát triển giao thông để xem xét, xử lý.

1.2. Khai thác công trình cầu:

1.2.1. Tổ chức bộ máy quản lý khai thác công trình:

Trong sự nghiệp đổi mới đất nước, yêu cầu phát triển giao thông vận tải ở Việt Nam rất lớn. Nhiều tuyến đường mới với các công trình cầu thi công theo công nghệ tiên tiến đã và đang được hình thành, cùng với việc nâng cấp, cải tạo các hệ thống cầu, đường cũ. Xây dựng cơ bản trong giao thông vận tải và quản lý, khai thác tốt các công trình hiện có là hai nhiệm vụ lớn phải song song thực hiện.

Để đáp ứng được yêu cầu này, Bộ Giao thông vận tải đã quy định các chức năng, nhiệm vụ về quản lý duy tu cho các đơn vị chuyên ngành. Tổng Cục Đường bộ Việt Nam và Cục Đường sắt Việt Nam là hai cơ quan chủ yếu thực hiện chức năng quản lý khai thác hệ thống cầu - đường và các công trình khác trên mạng lưới giao thông đường bộ và đường sắt ở Việt Nam.

Cơ cấu hình thành chính của Tổng Cục Đường bộ Việt Nam được mô tả như sau: dưới Tổng cục là bốn cục quản lý đường bộ phụ trách các vùng lãnh thổ khác nhau: Cục quản lý đường bộ 1 (các tỉnh phía Bắc từ Ninh Bình trở ra); Cục quản lý đường bộ 2 (các tỉnh Bắc miền Trung từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế); Cục quản lý đường bộ 3 (các tỉnh miền Trung và Tây Nguyên từ thành phố Đà Nẵng đến hết tỉnh Khánh Hòa); và Cục quản lý đường bộ 4 (các tỉnh Nam Trung Bộ và Nam bộ từ tỉnh Ninh Thuận, Lâm Đồng trở vào). Dưới các Cục quản lý đường bộ có các Chi cục làm nhiệm vụ khai thác và các công ty xây lắp thực hiện các nhiệm vụ xây dựng cơ bản, trung, đại tu công trình. Ngoài ra, cũng có một số công ty xây lắp trực thuộc cục để thực hiện nhiệm vụ xây dựng các công trình có vốn xây lắp lớn hàng năm.

Đối với Cục Đường sắt Việt Nam là cơ quan quản lý nhà nước về đường sắt, thực hiện chức năng nhiệm vụ quản lý nhà nước về mặt pháp lý. Song song với nó là Tổng công ty đường sắt Việt Nam là Doanh nghiệp nhà nước thực hiện nhiệm vụ vận hành, khai thác và bảo trì hệ thống hạ tầng mạng lưới đường sắt quốc gia, tổ chức hành chính có xu hướng phân chia thành hai khối; quản lý khai thác (thông tin, tín hiệu, tàu, ga, v.v...) và quản lý công trình (cầu, đường, kiến trúc tầng trên như ba lát, ray, tà vẹt, v.v...).

Dưới Tổng công ty đường sắt Việt Nam có bốn đơn vị chính là Công ty vận

tải hành khách Hà Nội, Công ty vận tải hành khách Sài Gòn, Công ty vận tải hàng hóa đường sắt và Trung tâm Điều hành vận tải đường sắt và các phân ban, các công ty là các đơn vị quản lý và trung, đại tu các công trình đường sắt.

Trên đây là cơ cấu tổ chức bộ máy quản lý khai thác, bảo dưỡng mạng lưới đường giao thông quốc gia. Đối với hệ thống đường địa phương thì sự quản lý, khai thác, bảo dưỡng thuộc trách nhiệm các sở giao thông vận tải hoặc sở giao thông công chính. Các sở này chịu sự lãnh đạo trực tiếp của chính quyền tỉnh hoặc thành phố, đồng thời cũng chịu sự lãnh đạo theo ngành dọc là Bộ Giao thông vận tải.

Hiện nay, trong quá trình cải cách hành chính Nhà nước, Bộ Giao thông vận tải đang tiếp tục hoàn thiện cơ cấu tổ chức để phát huy hiệu quả quản lý nhà nước, thực hiện tốt công tác khai thác và duy tu các công trình cầu - đường, phục vụ đắc lực cho sự nghiệp đổi mới của đất nước.

1.2.2. Tình trạng cầu cống ở nước ta hiện nay:

Do điều kiện địa hình, kinh tế, xã hội trên đường sắt và đường bộ nước ta hiện nay có rất nhiều cầu với quy mô không lớn, có đặc tính kỹ thuật thấp, đã được xây dựng từ khá lâu, trải qua thời gian khai thác dài, chịu ảnh hưởng nhiều của thời tiết khắc nghiệt cũng như chiến tranh.

Trong 20 năm gần đây (từ 1995) trên tuyến Quốc lộ 1 đã có nhiều công trình cầu mới được xây dựng có công nghệ thi công và kết cấu đáp ứng được các tiêu chuẩn cầu hiện đại, có tuổi thọ cao hơn nhiều lần so với các công trình cầu trước đây.

Tuy nhiên trên toàn tuyến quốc lộ 1, các tuyến tỉnh lộ và các đường giao thông khác còn tồn tại rất nhiều công trình cầu nhỏ, kỹ thuật công nghệ lạc hậu đang ngày càng xuống cấp, tình trạng khai thác đang mất an toàn cho người sử dụng, do đó cấp thiết cần tổ chức kiểm định đánh giá để có giải pháp đầu tư gia cố và thay mới nhằm đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế xã hội nước ta những năm tiếp theo.

1.2.3. Tình trạng quản lý khai thác:

Đối với công trình cầu đường sắt về cơ bản công tác quản lý khai thác thống nhất giao cho Tổng công ty đường sắt Việt Nam chịu trách nhiệm thực hiện do đó hệ thống cầu đường sắt được quản lý khai thác tương đối hiệu quả.

Đối với công trình cầu đường bộ, công tác phân cấp quản lý còn nhiều bất cập, hệ thống công trình được phân cấp nhiều loại và giao cho nhiều cấp đơn vị khác nhau quản lý nên dẫn đến bất cập, chồng chéo. Quan điểm quản lý khai thác và tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng không thống nhất dẫn đến công tác quy tu bảo dưỡng công trình chưa thực sự tốt, đặc biệt là thiết bị công nghệ kiểm tra, đánh giá công trình

cầu còn nhiều lạc hậu. Mặt khác kinh phí phân bổ cho công tác quản lý, khai thác, bảo dưỡng thường xuyên không đầy đủ, kịp thời dẫn đến nhiều công trình cầu đã xuống cấp trầm trọng, cần thiết phải tăng cường sửa chữa lớn hoặc thay mới để đảm bảo an toàn khai thác công trình.

1.2.4. Các yêu cầu chung đối với công tác quản lý khai thác:

Đối với cầu đường sắt, do việc quản lý thống nhất từ đầu nên về cơ bản hồ sơ lịch sử các công trình cầu đều được quản lý thống nhất và đầy đủ, phục vụ hiệu quả trong công tác kiểm tra, đánh giá, bảo dưỡng công trình cầu.

Đối với công trình cầu đường bộ, do việc phân cấp quản lý bất cập dẫn đến việc lưu trữ hồ sơ, quản lý thông tin các công trình cầu bị thất lạc dẫn đến nhiều khó khăn trong công tác kiểm tra, bảo dưỡng và sửa chữa công trình cầu.

Ngày nay, các công trình cầu do Tổng cục đường bộ Việt Nam quản lý đã được cập nhật và quản lý đầy đủ thông qua việc sử dụng hệ thống thông tin trên máy tính, đặc biệt chương trình quản lý khai thác được Chính phủ Nhật Bản hỗ trợ nguồn vốn ODA không hoàn lại để thiết lập hệ thống quản lý khai thác hệ thống đường bộ Việt Nam bao gồm cả thông tin cần thiết đến các hình ảnh cụ thể. Một số chỉ tiêu thông tin chính về công trình cầu được lưu trữ cụ thể như:

- Tên cầu
- Tỉnh
- Trên tuyến, lý trình, năm xây dựng
- Chiều dài toàn cầu
- Chiều rộng: của phần xe chạy, của lề đi bộ
- Chiều cao không chế, tải trọng, đặc tính kỹ thuật, đặc điểm địa chất, thủy văn, ... Ngoài ra còn kèm theo các hình ảnh cụ thể của từng công trình cầu để công tác quản lý

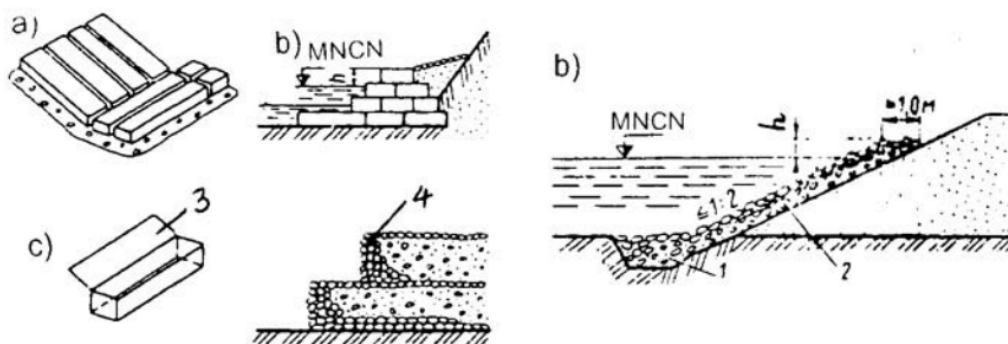
có tính trực quan hơn. Đây là dự án lớn, đến nay vẫn đang trong quá trình nghiên cứu và xây dựng chỉ tiêu thống nhất để áp dụng trên cả nước, đặc biệt là việc thống nhất quản lý về cùng một mối và một công nghệ kỹ thuật chung.

1.3. Bảo quản dòng chảy và điều chỉnh hướng dòng

Thu hẹp lòng sông và sự điều chỉnh dòng chảy là những nguyên nhân chính làm cho vận tốc dòng chảy và mực nước tại vị trí cầu tăng hơn nhiều so với chế độ tự nhiên của chúng, đặc biệt là vào mùa mưa lũ. Điều này gây ra hiện tượng sồi chung của lòng sông tại vị trí cầu. Cùng với xói chung, còn xuất hiện xói cục bộ do dòng chảy gặp các vật cản như trụ cầu, các công trình điều chỉnh dòng chảy, dạt đắp 1/4

ở mố...

Mức độ của sỏi cục bộ phụ thuộc nhiều vào chiều sâu cột nước, bề rộng và hình thù vật cản, hướng của dòng chảy. Hiện tượng xói cục bộ gây nguy hiểm cho sự làm việc bình thường của trụ, làm sụt lở các công trình điều chỉnh dòng chảy và đất đắp trước mố.

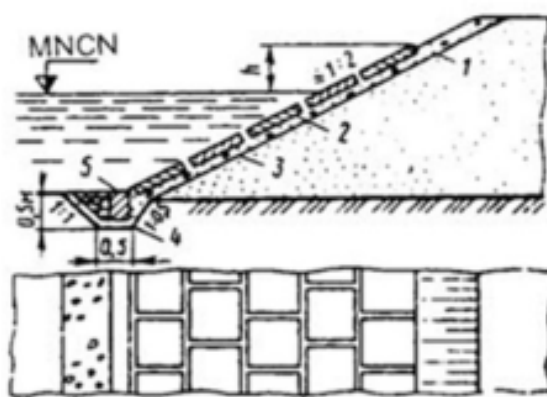


Hình 1.1: Gia cố taluy đất đắp

a) Bể rọ đá; b) Bể xếp đá

1. Ụ chắn; 2. Đá xếp; 3. Rọ; 4. Xếp đá trong rọ $h = \text{MNCN} + \text{biên độ song} = 0,5\text{m}$

Trụ cầu cũng cũng như các công trình điều chỉnh dòng chảy và đất đắp trước mố phải được gia cố để chống lại tác động của xói. Tùy từng trường hợp cụ thể mà ta có biện pháp gia cố thích hợp. Biện pháp thường làm rọ đá (hình 1.1.a), xếp đá (hình 1.1.b) hoặc lát tấm bê tông (hình 1.2).



Hình 1.2 - Gia cố taluy bằng tấm lát bê tông

1. Lớp đệm; 2. Tấm bê tông; 3. Lớp dãi dày 10-20cm; 4. Lớp sỏi dày 10cm; 5. Ụ bê tông

Ta luy đất đắp đoạn đường đầu cầu, phần tư nón và các công trình điều chỉnh dòng chảy cũng phải được gia cố để chống sụt lở do nước thấm và tác động của sóng gây ra.

1.4. Kiểm tra, sửa chữa cầu thép:

1.4.1. Công tác kiểm tra cầu thép:

Mục đích của công tác kiểm tra là xác định hiện trạng cầu, trên cơ sở đó đề ra những chỉ dẫn phù hợp cho công việc duy tu, bảo dưỡng và chế độ khai thác công trình. Trong quá trình kiểm tra, tất cả các bộ phận của kết cấu nhịp phải được xem xét một cách kỹ lưỡng để thấy hết các khuyết tật và hư hỏng cũng như dấu hiệu xuất hiện của chúng.

Các hư hỏng, khuyết tật phải được vẽ lại một cách chi tiết với đầy đủ kích thước và những ghi chú cần thiết.

Hiện trạng các bộ phận cũng như tổng thể công trình có thể được xác định bằng các phương tiện thủ công, thô sơ như thước thép, thước pan - me, máy kinh vĩ, kính lúp,... hoặc bằng các thiết bị, máy móc chuyên dùng hiện đại như kính hiển vi có độ phóng đại cao, siêu âm, ...

Việc kiểm tra cần được đặc biệt coi trọng đối với những bộ phận hư hỏng nặng, độ tin cậy thấp. Trong những trường hợp cần thiết, phải xác định tính chất cơ lý, thành phần hóa học của vật liệu, kích thước hình học của cấu kiện nói riêng và tổng thể công trình nói chung.

Những hư hỏng đặc trưng cần được chụp ảnh để lưu giữ.

Công tác kiểm tra cầu cần phải được kiểm tra thường xuyên và định kỳ dựa theo đề cương kỹ thuật và kết quả phải được ghi đầy đủ trong hồ sơ khai thác cầu. Về cơ bản các bộ phận cần kiểm tra đối với cầu thép:

- Dầm chủ của cầu dầm bản kê, cầu dầm thép liên hợp BTCT.
- Các thanh dàn chủ, nút liên kết cầu giàn.
- Hệ dầm mặt cầu, dầm ngang, dầm dọc phụ.
- Hệ liên kết ngang, dọc.
- Mối nối dầm chủ, các liên kết nút dàn, dầm.

Các cơ quan chức năng căn cứ vào số liệu kiểm tra để xác định khả năng chịu tải thực tế của cầu và có các biện pháp sửa chữa, gia cố kịp thời đối với những bộ phận hư hỏng. Tùy thuộc vào hiện trạng công trình và mức độ yêu cầu, số liệu kiểm tra có thể được kiểm chứng bằng thử tải công trình.

1.4.2. Các hư hỏng, khuyết tật và giải pháp sửa chữa cầu thép.

Kết quả nghiên cứu hàng loạt cầu với nhiều kiểu dáng, cấu tạo và thời gian khai

thác khác nhau, trong đó đặc biệt quan tâm các công trình cầu thép vĩnh cửu như cầu dầm liên hợp thép - bê tông cốt thép, cầu giàn thép. Một số hư hỏng chính thường xuất hiện trong kết cấu thép như:

- Giảm tiêu hao diện tích tiết diện của kết cấu.
- Nứt kết cấu thép, nứt bản bê tông cốt thép.
- Cong, vênh, mất ổn định cục bộ sườn dầm.
- Hư hỏng liên kết đỉnh tán, bulông cường độ cao, mất đỉnh tán, mất bulông, đầu đinh bị ăn mòn, lỏng đỉnh tán, nứt đường hàn.

Qua nghiên cứu thực nghiệm cho thấy những nguyên nhân chính gây ra các hư hỏng, khuyết tật trong cầu thép, bao gồm: Chất lượng thép và gia công kết cấu chưa đạt yêu cầu; những khiếm khuyết về mặt cấu tạo; sai lệch giữa giả thuyết tính toán và sự làm việc thực tế của kết cấu; công tác duy tu bảo dưỡng kém; tác động của môi trường, đặc điểm của hoạt tải tác động lên cầu.

Các hư hỏng của kết cấu nhịp cầu thép, tùy thuộc vào tính chất của nó, được phân chia thành các loại: hư hỏng của bộ phận liên kết (đỉnh tán, bu lông, mối hàn); hư hỏng do hiện tượng mỏi của vật liệu, do sự ăn mòn kim loại, do phá hoại giòn và các hư hỏng cơ học.

1.4.2.1. Hư hỏng của bộ phận liên kết:

a. Nguyên nhân:

Các bộ phận liên kết dễ bị hư hỏng như liên kết đỉnh tán, bu lông cường độ cao, đường hàn. Trong đó, hư hỏng phổ biến nhất của bộ phận liên kết nói riêng và kết cấu nhịp cầu thép nói chung là các hư hỏng, khuyết tật của đỉnh tán.

- Liên kết đỉnh tán:

Dạng hư hỏng chính của đỉnh tán là sự phân rã đỉnh trong quá trình khai thác. Nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng phân rã đỉnh là sự mài mòn cơ học của liên kết. Tốc độ mài mòn cơ học phụ thuộc vào chuyển vị trượt tương đối giữa các phân tử nối trên bề mặt tiếp xúc của chúng. Trị số chuyển vị trượt có quan hệ với lưu lượng xe qua cầu, trạng thái ứng suất của liên kết và đặc điểm tác dụng động của hoạt tải. Ngoài ra, các đặc điểm cấu tạo, điều kiện làm việc của liên kết và công nghệ chế tạo cầu kiện cũng ảnh hưởng rất đáng kể đến tốc độ mài mòn cơ học.

Sự phân rã đỉnh tán làm tăng tác dụng động lên liên kết và phân tử nối, gây ra biến dạng của liên kết nói riêng và toàn bộ kết cấu nhịp nói chung, dẫn tới hiện tượng tăng nhanh ứng suất tập trung ở vùng lỗ đỉnh. Hệ số ứng suất tập trung này có thể tăng lên nhiều lần tùy thuộc vào mức độ mài mòn của liên kết. Đồng thời cùng với

việc tăng ứng suất tập trung thì khả năng xảy ra những hư hỏng do hiện tượng mỏi của vật liệu ở xung quang lỗ đỉnh cũng tăng nhanh, đặc biệt là đối với các cấu kiện làm việc chịu kéo hoặc làm việc chịu lực hai đầu, lặp theo chu kỳ.

Chính vì vậy, những hư hỏng này thường kéo theo hiện tượng phá hủy mỏi.

Sự phân rã đỉnh tán là một quá trình kéo dài và không ngừng tăng theo thời gian khai thác của công trình. Quá trình này được đặc trưng bằng sự truyền lực qua liên kết giữa các phân tố nối.

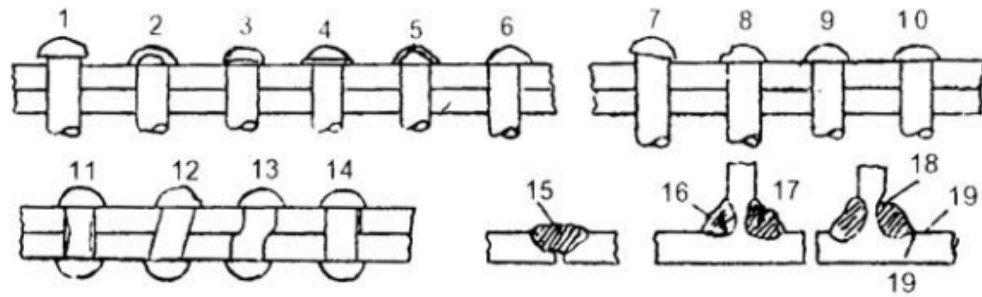
Sự làm việc của liên kết, tùy thuộc vào đặc điểm truyền lực, có thể được chia thành 3 giai đoạn. Ở giai đoạn I, sự truyền lực giữa các phân tố nối thông qua ma sát bề mặt tiếp xúc của chúng. Lúc này, ứng suất tập trung ở mép lỗ đỉnh có trị số nhỏ nhất. Giai đoạn II được đặc trưng bằng sự truyền lực không chỉ thông qua ma sát của bề mặt tiếp xúc mà còn thông qua thân đỉnh từ lên thành lỗ. Ứng suất tập trung ở mép lỗ đỉnh bắt đầu phát triển. Trong giai đoạn III, sự truyền lực giữa các phân tố nối chỉ thông qua thân đỉnh từ lên thành lỗ. Ứng suất tập trung đạt tới trị số cực đại. Hư hỏng đỉnh tán do mài mòn cơ học xảy ra ở giai đoạn III.

Cần chú ý rằng, độ mài mòn lớn còn tạo điều kiện thuận lợi cho sự xâm thực của môi trường, làm cho thép ở mép lỗ đỉnh bị gỉ nhanh hơn và khả năng làm việc chịu mỏi của vật liệu giảm. Trong cầu dầm, hiện tượng hư hỏng này thường xảy ra tại các liên kết: thanh xiên và thanh treo vào bản nút ở biên trên; các thanh của hệ liên dọc và ngang vào dầm chủ. Đối với hệ mặt cầu, sự phân rã đỉnh tán thường xảy ra ở các liên kết: dầm dọc với dầm ngang (đặc biệt là khi không có bản con cá); biên dầm vào sườn dầm dọc; các thanh của hệ liên kết dọc; các thanh của hệ liên kết dọc và ngang vào dầm dọc.

Trong cùng một liên kết, các hàng đỉnh ngoài cùng chịu lực nhiều hơn, nên thường bị hư hỏng trước. Ngoài ra, với các điều kiện làm việc như nhau thì các đỉnh chịu cắt một mặt bị phân rã nhanh hơn các đỉnh chịu cắt hai mặt. Những vết gỉ từ đầu đỉnh tán hoặc từ khe hở giữa các phân tố nối và các vết nứt của lớp sơn gần đầu đỉnh thường là dấu hiệu của sự hư hỏng do mài mòn, nó đòi hỏi phải kiểm tra các đỉnh này một cách kỹ lưỡng. Thông thường, biện pháp gõ đầu đỉnh bằng búa cũng cho kết quả đủ độ tin cậy để đánh giá chất lượng liên kết.

Ngoài ra, kích thước, hình dạng đỉnh và lỗ đỉnh cũng như việc lắp đặt đỉnh không đảm bảo tiêu chuẩn kỹ thuật đều được coi là khuyết tật của liên kết.

Những loại khuyết tật của đỉnh tán thường gặp trong thực tế được thể hiện trên hình 1.3.



Hình H1.3: Các khuyết tật của liên kết đinh tán và liên kết hàn

a) Liên kết đinh tán; b) Liên kết hàn

1. Hở đầu đinh; 2. Đầu đinh bị nứt; 3. Đầu đinh bị lệch; 4. Đầu đinh có gờ
5. Đầu đinh bị nhỏ; 6. Lệch đầu đinh; 7. Đầu đinh xiên; 8. Đầu đinh có rãnh
9. Rãnh ở thép phân tổ; 10. Đầu đinh có vết; 11. Thân đinh không khít
12. Lỗ đinh xiên; 13. Lỗ đinh vẹo; 14. Lỗ đinh ô van; 15. Hàn không thấu
16. Vết nứt trong; 17. Vết nứt mặt; 18. Rãnh ở thép cơ bản
19. Vết nứt ở mặt thép

- Liên kết đường hàn:

Những nguyên nhân hư hỏng và khuyết tật của liên kết hàn thường thể hiện ở các dạng: do hàn không thấu - không có sự nấu chảy thép que hàn cùng với thép cơ bản; do thép cơ bản bị quá nhiệt cục bộ tạo ra các rãnh trên bề mặt của nó ở cạnh mối hàn; các lỗ rỗng nhỏ ở trong mối hàn; các vết nứt ở trên bề mặt và trong lòng liên kết - do không đảm bảo kích thước thiết kế (hình 1.3).

- Liên kết bulông cường độ cao:

Các hư hỏng và khuyết tật của liên kết bu lông cường độ cao thường là hiện tượng bị đứt, bị lỏng, mặt ma sát bị trượt do siết các bu lông chưa đạt yêu cầu, chất lượng vật liệu không tốt, bulông, đai ốc, vòng đệm và cả mặt ma sát bị gỉ.

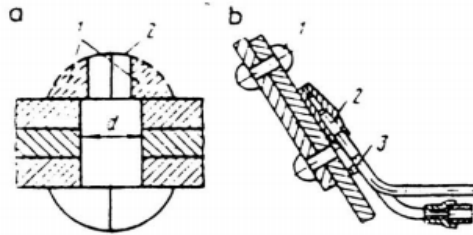
b. Giải pháp:

- Sửa chữa liên kết đinh tán:

Các đinh tán hư hỏng được thay thế bằng bu lông cường độ cao. Việc thay thế xen kẽ như vậy tạo ra một liên kết hỗn hợp đinh tán - bu lông cường độ cao. Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự làm việc đồng thời giữa đinh tán và bu lông cường độ cao được đảm bảo tốt, độ bền và tuổi thọ của hai loại liên kết này cao hơn liên kết tán đinh. Khi bu lông cường độ cao được lắp ở những vị trí chịu lực nhiều hơn, nó có thể làm tăng một cách đáng kể khả năng chống mài mòn và mỏi của liên kết.

Trong trường hợp không thực hiện các tính toán chi tiết, số lượng đinh tán thay thế đồng thời cùng một lúc không được vượt quá 10% tổng số lượng đinh trong liên kết.

Để tránh gây ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường của liên kết, các đinh thay thế được tháo bỏ theo hai giai đoạn: Trước tiên, dùng mũi khoan rộng để cắt đầu đinh (hình 1.4a) hoặc cắt đầu đinh bằng mỏ cắt hơi (hình 1.4b), cần chú ý sao cho thép cơ bản không bị nung quá nóng. Sau đó, dùng đột đóng bật thân đinh ra.



Hình 1.4 - Cắt đầu đinh

a. Bằng mũi khoan rộng.

1. Cắt bằng mũi khoan; 2. Phần tháo bằng đột

b. Bằng mỏ cắt hơi

1. Đinh; 2. Mỏ cắt; 3. Điểm tựa

- Sửa chữa liên kết đường hàn:

Nếu trên đường hàn có vết nứt, lẫn xỉ, rỗ khí, v.v... thì cần phải đục bỏ hết phần khuyết tật, riêng với vết nứt phải đục bỏ kéo dài thêm về mỗi phía ít nhất 10mm.

Làm sạch bề mặt, hàn bù phần đã đục bỏ, vệ sinh và sơn phủ bảo vệ bề mặt.

- Sửa chữa liên kết bulông cường độ cao:

Tháo bulông cường độ cao đã hư hỏng, nếu bulông, vòng đệm, đai ốc gỉ thì cần thiết phải thay thế, ngược lại có thể vệ sinh sạch sẽ để sử dụng lại.

Vệ sinh sạch sẽ lỗ đinh, dùng clê thường siết chặt bulông sau đó dùng clê lực siết đến mômen xiết thiết kế. Tiến hành sơn hoặc bôi mỡ bảo vệ bulông.

1.4.2.2. Những hư hỏng do hiện tượng nứt của thép:

a. Nguyên nhân:

Trong kết cấu thép không cho phép xuất hiện vết nứt vì nó làm giảm tiết diện chịu lực, gây ra hiện tượng tập trung ứng suất rất nguy hiểm cho kết cấu. Một số nguyên nhân chính gây ra nứt kết cấu thép có thể kể đến:

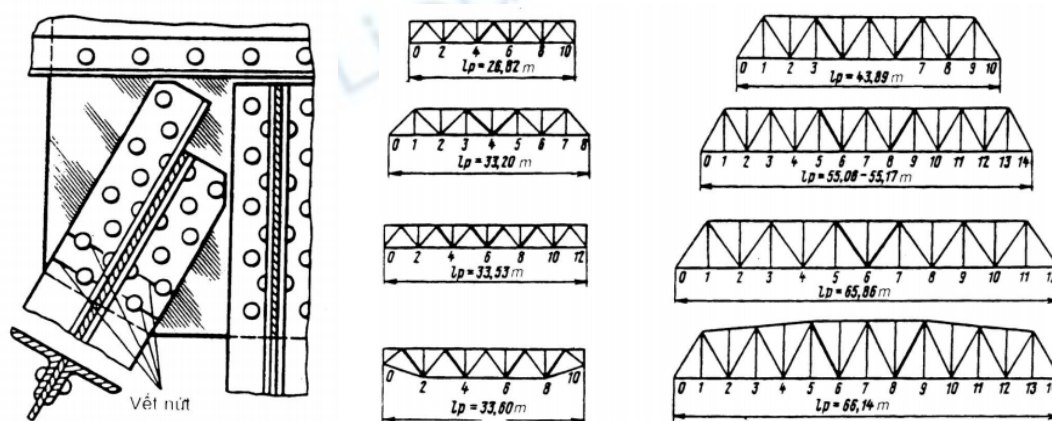
- Chất lượng vật liệu không đảm bảo, có khuyết tật, và vết nứt thường xuất phát từ đây.
- Chất lượng liên kết kém như hàn không đủ, đầu bulông và đinh tán nhỏ.
- Ứng suất dư do hàn gây ra mà không có biện pháp hạn chế.
- Do va chạm cơ học.
- Do môi vật liệu, đây là nguyên nhân chính gây nứt trong kết cấu cầu thép:

Hiện tượng mỏi của vật liệu là quá trình tích góp các hư hỏng dưới tác dụng thường xuyên của tải trọng lặp và tới một mức độ nhất định thì xảy ra sự phá hủy kết cấu.

Phá hủy mỏi là hậu quả của quá trình phát triển vết nứt trong cấu kiện. Những vết nứt mỏi thường xuất hiện ở những vị trí có ứng suất tập trung lớn.

Trong cầu dầm, những hư hỏng do mỏi thường xảy ra nghiêm trọng hơn cả ở các thanh xiên và thanh treo.

Hình ảnh các vết nứt mỏi ở thanh xiên và vị trí các thanh này trong một số sơ đồ cầu dầm xem hình 1.5. Các vết nứt được phát triển theo phương vuông góc với trục thanh và xuất phát từ điểm giao giữa mép lỗ đỉnh với mặt phẳng đi qua tâm lỗ và vuông góc với trục thanh.



Hình.1.5 - Vết nứt mỏi ở thanh xiên

Trong hệ dầm mặt cầu và các liên kết của nó, phá hoại mỏi cũng là hư hỏng phổ biến. Các vết nứt mỏi thường có tại vị trí chịu lực cục bộ của biên trên (hình 1.6), ở sườn dầm (hình 1.8), trên bản con cá (hình 1.7) và ở thép góc liên kết dầm dọc với dầm ngang (hình 1.9). Phá hoại mỏi ở sườn dầm thường được thể hiện qua các vết nứt xiên bắt đầu từ mép của hàng đỉnh thứ 2, thứ 3, thứ 4 và hướng lên trên (hình 1.6).

Nguyên nhân chính của hiện tượng này là ứng suất kéo tập trung lớn và luôn thay đổi theo chu trình.

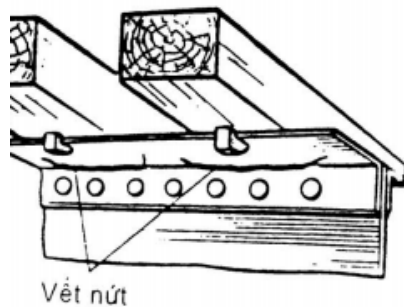
Ứng suất pháp lớn trong liên kết dầm dọc với dầm ngang gây ra những vết nứt mỏi trong bản cá, các vết nứt này bao giờ cũng bắt đầu từ mép lỗ của hàng đỉnh thứ nhất hoặc thứ hai kể từ dầm ngang (hình 1.8). Phá hoại kiểu này còn xảy ra đối với biên dưới của những dầm ngang ngoài cùng trong kết cấu nhịp cầu dầm có chiều dài lớn hơn 80m (hình 1.10)

Một trong những yếu tố chính gây ra hiện tượng này là sự đồng thời cùng làm

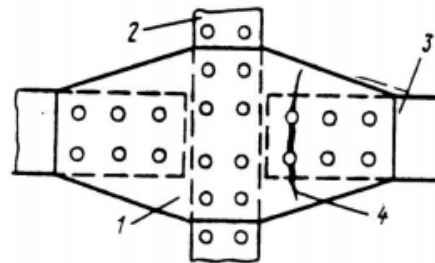
việc giữ hệ dầm mặt cầu và dầm chủ cao.

Vết nứt xuất hiện ở thép góc liên kết (hình 1.7) là do tác động của mômen uốn tại mối nối và thành phần lực trong dầm dọc khi tham gia cùng làm việc với các biên của giàn chủ.

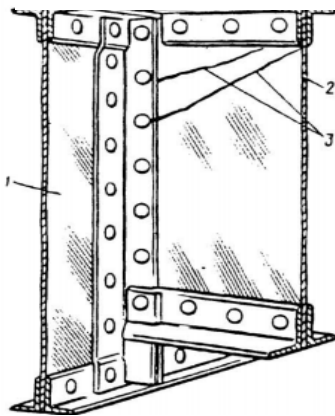
Trong kết cấu nhịp cầu hàn, phá hoại mỏi có thể xảy ra ở những vùng tập trung ứng suất kéo do tác động của ngoại lực hoặc những nơi có ứng suất dư do hàn gây ra. Như vậy, các vết nứt mỏi có thể xuất hiện trong mối hàn hoặc ngay trong kết cấu khi tiết diện của nó thay đổi đột ngột.



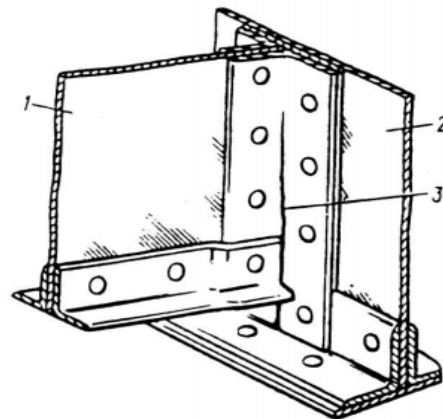
Hình 1.6 - Vết nứt mỏi tại vị trí chịu lực cục bộ



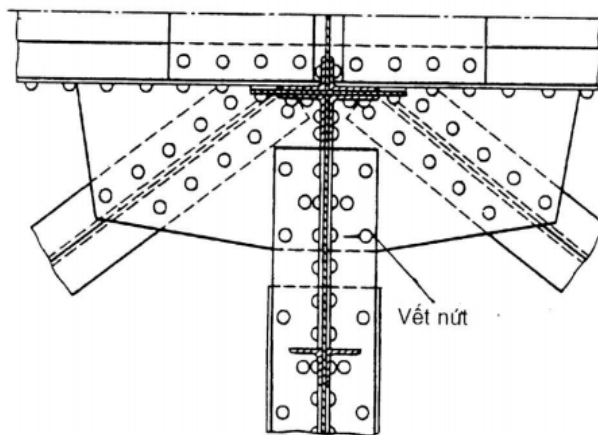
Hình 1.7 - Vết nứt mỏi ở bản con cá
1. Bản con cá; 2. Dầm ngang; 3. Dầm dọc; 4. Vết nứt



Hình 1.8 - Vết nứt mỏi ở sườn dầm
1. Dầm ngang; 2. Dầm dọc;
3. Vết nứt



Hình 1.9 - Vết nứt mỏi ở thép góc liên kết dầm dọc với dầm ngang
1. Dầm dọc; 2. Dầm ngang; 3. Vết nứt

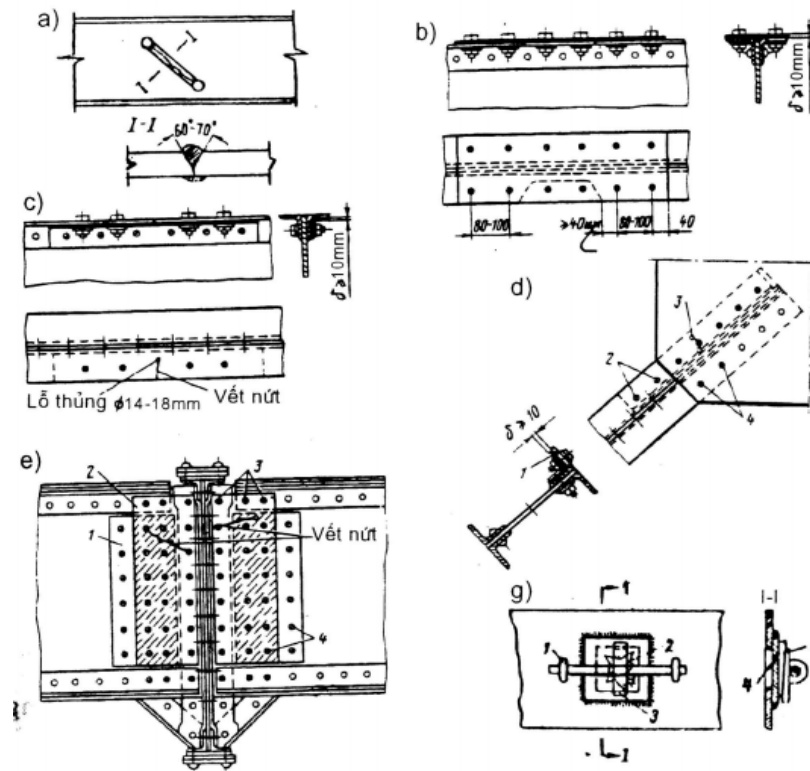


Hình 1.10 - Vết nứt mối thép góc biên dưới của dầm ngang

b. Giải pháp:

- Với các vết nứt có thể sửa chữa bằng đường hàn ta làm như sau:

Khoan chặn hai đầu vết nứt với đường kính lỗ khoan từ 14-18mm để giảm ứng suất tập trung hai đầu vết nứt. Tiến hành gia công bề mặt vết nứt thành hình chữ K (khi cắt vát hai phía từ một bên vết nứt), hình chữ V (khi cắt vát một phía từ hai bên vết nứt) hoặc chữ X (khi cắt vát hai phía từ hai bên vết nứt). Tùy độ dày bản thép chính và điều kiện thi công sửa chữa để lựa chọn cách xử lý phù hợp. Làm sạch rộng hơn vết nứt ít nhất 10mm, đốt nóng vết nứt lên nhiệt độ 150°C đến 200°C rồi tiến hành hàn. Mài dũa đường hàn và sơn bảo vệ.



Hình 1.11: Sửa chữa vết nứt và khuyết tật

a) Hàn phủ vết nứt; b, e) Phủ kín vết nứt bằng tấm thép bản với liên kết bu lông cường độ cao:

1. Bản đệm; 2. Thép bản tấp; 3. Bu lông cường độ cao có sẵn; 4. Bu lông cường độ cao mới. c, d) Phủ vết nứt bằng tấp thép góc với liên kết bu lông cường độ cao:

1. Thép góc tấp; 2. Bu lông cường độ cao mới; 3. Lỗ ở đầu vết nứt; 4. Bu lông cường độ cao có sẵn.

g) Khắc phục khuyết tật bằng tấp thép bản với liên kết hàn:

1. Má kẹp; 2. Khuyết tật; 3. Nêm; 4. Thép bản tấp.

- Với vết nứt không lớn và ở mép lỗ đỉnh tán ta làm như sau:

Khoan lỗ chặn đầu vết nứt tránh ứng suất tập trung, tiến hành tháo bỏ đỉnh tán, vệ sinh bề mặt liên kết để thay thế bằng bulông cường độ cao, sơn hoặc bôi dầu bảo vệ liên kết sau sửa chữa.

- Với vết nứt lớn, không thể hàn trực tiếp ta cần xử lý như sau:

Sử dụng một bản thép bổ sung có tính chất thép giống với thép chủ, khoan lỗ chặn hai đầu vết nứt, lắp bản tấp phủ lên vết nứt (tốt nhất là phủ cả hai mặt, trong điều kiện khó khăn có thể tấp một mặt). Sau đó sử dụng bulông cường độ cao hoặc đường

hàn để liên kết bản tấp vào kết cấu, tiến hành vệ sinh, sơn bảo vệ liên kết sửa chữa.

1.4.2.3. Hư hỏng do hiện tượng ăn mòn kim loại:

Các kết cấu nhịp cầu thép cùng với thời gian khai thác, đều có những hư hỏng do hiện tượng ăn mòn kim loại gây ra. Mức độ của những hư hỏng này phụ thuộc chủ yếu vào các biện pháp bảo vệ thép khỏi sự ăn mòn và công tác duy tu bảo dưỡng.

Thép gỉ (hình 1.12) làm cho tiết diện của phân tử bị giảm yếu và sức chịu tải cũng giảm theo. Đặc biệt, tác động đồng thời của gỉ và tải trọng lặp theo chu kỳ dễ dàng làm xuất hiện các vết nứt gỉ - mối trong cấu kiện.



Hình 1.12 - Thép gỉ

Tốc độ phát triển gỉ phụ thuộc vào hàng loạt các yếu tố: thành phần hóa học của thép, công nghệ chế tạo cấu kiện, biện pháp chống gỉ, vùng khí hậu, môi trường và trạng thái ứng suất...

a. Nguyên nhân:

- Lớp sơn bảo vệ đã hư hỏng:

- + Do va chạm dẫn đến tróc sơn nhưng chưa được sơn lại.
- + Khi sơn chưa làm sạch bề mặt để gỉ phát triển từ bên trong.
- + Quá niên hạn mà chưa sơn lại.

- Do tác động của môi trường:

+ Yếu tố chính làm gỉ xuất hiện và quyết định tốc độ phát triển của gỉ là bề mặt thép bị ẩm ướt. Thực nghiệm cho thấy, ở môi trường có độ ẩm tương đối nhỏ hơn 40%, thép không bị gỉ ngay cả khi bề mặt của nó đọng rác bẩn.

+ Sự ô nhiễm môi trường tạo điều kiện thuận lợi cho gỉ xuất hiện và phát triển. Gỉ tồn tại ở hai thể là gỉ bề mặt và gỉ cục bộ.

+ Ở các biên dàn chủ, hệ dầm mặt cầu và hệ liên kết thường có gỉ bề mặt do việc thoát nước trên mặt kết cấu kém hoặc do hiện tượng rác bẩn đọng lại gây ra. Gỉ cục bộ thường xuất hiện tại các liên kết, mối nối và nút dàn.

+ Hiện tượng ăn mòn kim loại phát triển nhanh trong điều kiện khí hậu nóng ẩm như nước ta và sự đấu tranh chống lại nó phải được thực hiện thường xuyên, nghiêm túc, vì trong nhiều trường hợp gỉ là nguyên nhân chính dẫn tới việc thay thế hoặc gia cố kết cấu nhịp rất tốn kém.

b. Giải pháp:

- Sử dụng sơn trong cầu thép: Thông thường tuổi thọ của sơn tối thiểu là 4 năm, mỗi bộ sơn sẽ gồm ba loại: sơn lót (chống gỉ), sơn phủ trung gian và sơn phủ ngoài cùng. Tuy nhiên, gần đây người ta thường sử dụng sơn gốc epoxy có tuổi thọ lên đến 20 năm, sau khi sơn sẽ tạo nên trên bề mặt một lớp bảo vệ có độ bền cao.

- Yêu cầu kỹ thuật đối với sơn:

+ Màng sơn phải có tính cách ly cao.

+ Sơn lót phải dính bám cao với thép và có khả năng chống ăn mòn cao.

+ Sơn phủ phải tương hợp với sơn lót, dính bám cao với sơn lót và chống chịu được tác động của môi trường như thời tiết nóng ẩm, bức xạ mặt trời, không bay màu.

+ Sơn đủ chiều dày quy định, chống chịu được tác động của các hóa chất độc hại.

+ Màu sơn nên phù hợp với cầu cũ.

- Phương pháp sửa chữa khi xuất hiện gỉ:

+ Nếu gỉ làm tiêu hao đáng kể diện tích tiết diện thì cần phải có giải pháp bù tiết diện trước khi sơn sửa.

+ Trường hợp trên bề mặt gỉ còn các màng sơn cũ cần dùng bàn chải sắt, chải bụi, dùng nước xà phòng, kiềm loãng lau sạch sau đó dùng nước sạch xối rửa, đánh dầy ráp trước khi sơn phủ bảo vệ

+ Xử lý xong bề mặt cần phải sơn ngay, để quá 3 ngày cần phải xử lý lại. Không sơn khi trời mưa, nhiệt độ nhỏ hơn 4⁰C, sơn đều không được bỏ sót.

+ Dùng bột dẻo lấp phẳng các vết lõm do gỉ sau khi sơn phủ xong để tiến hành sơn bề mặt

Hiện tượng phá hoại giòn:

Hiện tượng kết cấu bị phá hủy dưới tác dụng của tải trọng mà biến dạng dẻo hầu như không xuất hiện được gọi là phá hoại giòn.

Về bản chất, hiện tượng này là hậu quả của việc phát triển vết nứt một cách đột ngột tại những vị trí xung yếu có ứng suất vượt tải lớn.

Tốc độ lan truyền vết nứt trong kết cấu có thể đạt tới 5000m/s. Khả năng xuất hiện phá hoại giòn phụ thuộc vào cấu trúc tinh thể của thép, thành phần hóa học, độ tinh khiết, hình dạng cấu kiện, trạng thái ứng suất, tốc độ biến dạng, nhiệt độ của môi trường xung quanh, v.v...

Kinh nghiệm khai thác cho thấy, phá hoại kiểu này thường hay gặp ở kết cấu nhịp cầu hàn, ít thấy ở kết cấu nhịp cầu tán đỉnh.

Để hạn chế hiện tượng này chúng ta phải thường xuyên tiến hành kiểm tra, xác định các vết nứt nhỏ trong cầu thép để tiến hành sửa chữa trước khi để xảy ra phá hoại giòn.

1.4.2.4. Các khuyết tật cơ học:

a. Nguyên nhân:

Sự va đập lên phân tố kết cấu do các tải trọng quá khổ giới hạn qua cầu hay do bom đạn hoặc xảy ra trong quá trình gia công và lắp ráp làm xuất hiện các khuyết tật cơ học.

Những hư hỏng cơ học rất đa dạng, cấu kiện có thể bị đứt toàn bộ hay từng phần hoặc xảy ra hiện tượng cong, vênh tổng thể hay cục bộ của phân tố kết cấu. Mức độ nguy hiểm của hư hỏng được xác định cho từng trường hợp cụ thể, nó tùy thuộc vào độ lớn của khuyết tật và sự thay đổi trạng thái ứng suất ở phân tố kết cấu do va đập gây ra. Sự va đập có thể tạo ra những vết nứt ở vùng xung quanh khuyết tật. Hiện tượng cấu kiện bị uốn cong sẽ làm phát sinh ứng suất phụ, và riêng đối với các phân tố chịu nén, nó còn làm giảm khả năng chịu uốn dọc của chúng.

Thông thường, độ thẳng của cấu kiện được kiểm tra bằng phương pháp đơn giản là căng dây thép mảnh dọc theo trục của thanh. Nếu đường tên đoạn uốn cong lớn hơn $1/7$ bán kính quán tính của tiết diện trong mặt phẳng uốn cong đối với cấu kiện chịu nén và $1/10$ chiều cao tiết diện đối với cấu kiện chịu kéo thì chỉ cần kiểm tra độ cong cho phép. Trong trường hợp ngược lại, phải có ngay biện pháp gia cố và sửa chữa phân tố kết cấu.

Các cấu kiện chịu nén bị uốn cong, lại đồng thời có những hư hỏng ở hệ thanh giằng giữa các nhánh của tiết diện, phải được đặc biệt quan tâm.