

CÁC GIẢI PHÁP ĐO ĐẠC VÀ QUAN TRẮC CHUYỂN VỊ CỦA MỔ CẦU

Lương Minh Chính¹

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu các giải pháp đo đạc quan trắc chuyển vị của mố cầu đang được ứng dụng trên thế giới. Mố cầu là một kết cấu phức tạp, trực tiếp chịu các tổ hợp tải trọng lớn từ kết cấu phần trên trong quá trình khai thác cũng như tải trọng do áp lực của đất đắp sau mố. Thiết kế mố cầu là công việc khó khăn và hết sức quan trọng, vì mọi chuyển vị cũng như biến dạng của mố sẽ ảnh hưởng rất lớn đến các kết cấu còn lại trong suốt quá trình khai thác và vận hành. Vì vậy công tác quan trắc mố cầu trong quá trình khai thác là hết sức cần thiết, nhằm sớm phát hiện các chuyển vị và biến dạng có thể dẫn đến giảm khả năng làm việc của kết cấu mố nói riêng và cả công trình cầu nói chung. Trong bài báo tác giả thống kê, giới thiệu các phương pháp đo đạc quan trắc chuyển vị của mố cầu nhằm đưa ra các giải pháp hữu hiệu có thể áp dụng trong hệ thống quan trắc công trình cầu BHMS (Bridge Health Monitoring System) phục vụ công tác quan trắc, giám sát và khai thác công trình cầu một cách hiệu quả, giảm thiểu tối đa các rủi ro có thể xảy ra đồng thời tối ưu hóa công tác duy tu bảo trì công trình một cách hợp lý, kéo dài tuổi thọ của công trình cầu (Lương Minh Chính, 2013), Lương Minh Chính, 2014).

Từ khóa: Mố cầu, chuyển vị, quan trắc, đo đạc, BHMS

1. GIỚI THIỆU CHUNG

1.1 Mố cầu

Như chúng ta đã biết mố cầu được xây dựng ở vị trí tiếp giáp giữa đường và cầu, ngoài nhiệm vụ kê đỡ kết cấu nhịp nó còn có vai trò của một tường chắn đảm bảo ổn định cho nền đường đầu cầu. Do đó ngoài các phản lực truyền từ kết cấu nhịp, mố còn chịu tác dụng của áp lực đất. Là kết cấu nối tiếp giữa đường và cầu nên mố phải được cấu tạo sao cho:

- không xảy ra hiện tượng thay đổi độ cứng của tuyến đường một cách đột ngột,

- đảm bảo xe chạy êm thuận khi qua cầu,
- đất đắp có tác dụng hướng dòng chảy được êm thuận, tránh xói lở bờ sông.

Ngoài ra mố cầu phải đảm bảo:

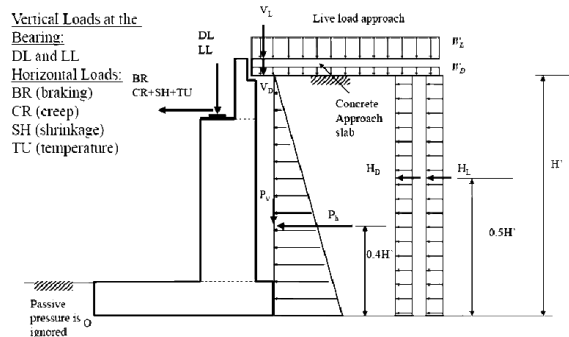
- Chịu được các tải trọng ngang từ áp lực đất đắp sau mố, tải trọng bản thân, hoạt tải chất thêm cũng như các tải trọng khác từ kết cấu phần trên truyền xuống bộ mố và lên móng.

- Ổn định cho kết cấu phần trên làm việc, cho phép kết cấu phần trên biến dạng một cách thích hợp dưới tác động của các tải trọng khai thác.

- Đảm bảo êm thuận chuyển động của xe

khi xe di chuyển từ phần đường lên cầu và ngược lại.

Mố cầu trực tiếp chịu các tổ hợp tải trọng từ kết cấu phần trên xuống kết cấu móng. Công tác thiết kế móng sẽ bắt đầu từ bước khảo sát địa chất để xác định các tính chất địa vật lý của đất nền. Nhưng từ thực tế cho thấy, có rất nhiều sai sót trong quá trình khảo sát tới thiết kế và thi công mố cầu, dẫn đến nhiều hư hại hay sự cố trong quá trình khai thác (Rymar S.). Các loại tải trọng và cơ cấu làm việc của mố cầu được thể hiện trong hình 1.1.



Hình 1.1. Sơ đồ tải trọng tác động lên mố cầu (TCVN 272-05)

1.2 Các chuyển vị của mố cầu

Trong phân tích hình học của mố cầu các loại chuyển vị của mố cầu có thể chia làm hai loại:

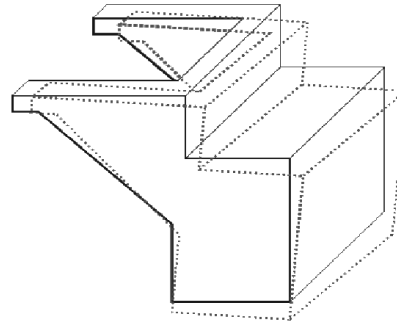
¹ Bộ môn Công trình Giao thông, Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi

sự dịch chuyển và xoay. Đối với các kết cấu không gian 3 chiều như mô cầu thì có 3 dạng dịch chuyển và 3 dạng xoay (Bażyński J. et all, 1999):

- Chuyển vị thẳng đứng đều do lún đều của bộ mô.
- Chuyển vị thẳng đứng không đều do lún không đều của bộ mô theo phương ngang cầu.
- Chuyển vị thẳng đứng không đều do lún không đều của bộ mô theo phương dọc cầu.
- Chuyển vị ngang của mô theo phương cầu.
- Chuyển vị ngang của mô theo phương ngang cầu.
- Chuyển vị đứng không đều kết hợp chuyển vị ngang không đều theo phương dọc cầu.
- Chuyển vị đứng không đều kết hợp chuyển

vị ngang không đều theo phương ngang cầu.

Theo cơ cấu làm việc của mô cầu thì ta có thể phân ra các loại chuyển vị cơ bản như sau, bao gồm (Łyszkowicz A):



Hình 1.2. Chuyển vị góc của mô cầu tạo bởi tổng hợp các chuyển vị

Loại chuyển vị	Nguyên nhân dẫn đến chuyển vị
Chuyển vị theo phương thẳng đứng (lún đều)	do bộ mô lún và dẫn đến thay đổi cao độ trắc dọc của cầu, tạo nên các gờ khi xe lên cầu.
Chuyển vị góc theo hai phương - sang bên cạnh và đổ về phía trước mô	do lún không đều của bộ mô, dẫn đến thay đổi cao độ của trắc dọc và làm thay đổi điều kiện làm việc của gối trên mô (hình 1.3)
Chuyển vị dọc theo phương dọc của cầu song song với trắc dọc của cầu	do áp lực của đất đắp sau mô tác động lên tường thân mô, dẫn đến thay đổi cao độ của trắc dọc cầu, tạo nên gờ ở khu vực khe co giãn và làm khép các khe co giãn lại.
Chuyển vị ngang vuông góc với trắc dọc của cầu	Do áp lực của phần tư tứ nón lên mô không đều, hay do lún không đều của mô theo phương ngang của cầu, dẫn đến thay đổi trắc dọc của cầu, và làm thay đổi vị trí của gối cũng như điều kiện làm việc của gối cầu.
Chuyển vị tổng hợp	Chuyển vị của mô tạo bởi tổ hợp các chuyển vị khác

2. CÁC GIẢI PHÁP ĐO ĐẶC CHUYỂN VỊ

2.1 Đo đặc lún đều của mô

Giá trị lún trong quá trình đo đặc mô là một trong những thông tin quan trọng nhất. Có rất nhiều cách đo đặc độ lún của mô cầu, về cơ bản thì được chia thành cách nhóm sau (Bażyński J. et all, 1999):

- phương pháp địa kỹ thuật
- phương pháp trắc dọc
- phương pháp đồng hồ
- phương pháp áp dụng chênh lệch áp suất
- phương pháp quét laser

2.1.1 Phương pháp địa kỹ thuật

Một trong những nhóm phương pháp đo đặc

độ lún của công trình hay được áp dụng nhất là phương pháp địa kỹ thuật. Công tác khảo sát địa kỹ thuật được thực hiện với các công trình bắt đầu từ bước khảo sát, thiết kế, để nắm được các chỉ số cơ lý của đất nền nhằm tính toán mức độ lún của công trình. Có rất nhiều phương pháp địa kỹ thuật được áp dụng, nhưng về cơ bản được chia làm hai dạng: thực hiện trong phòng thí nghiệm và tại hiện trường.

2.1.2 Phương pháp trắc dọc

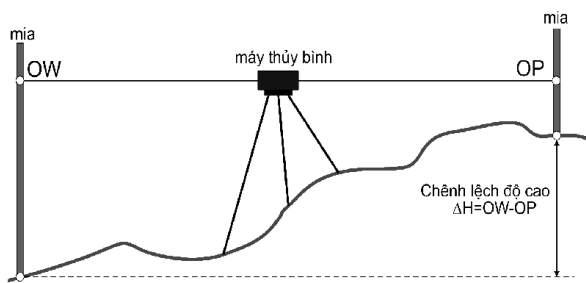
Nhóm phương pháp thứ hai là nhóm đo cao độ trắc dọc cũng là nhóm được áp dụng nhiều trong đo đặc lún của công trình. Phương pháp này cho phép xác định cao độ của các điểm đo

đặc, nên phương pháp này cho phép áp dụng cả trong đo đạc và quan trắc. Chúng ta có thể chia nhóm này như sau (Muszyński Z. Rybak J., 2011):

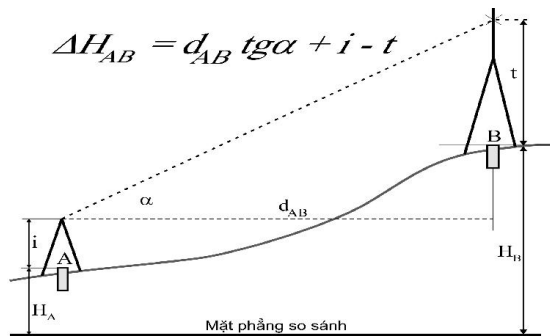
- phương pháp hình học (geometric method),
- phương pháp lượng giác (trigometric method),
- phương pháp khí áp (barometric method),
- phương pháp thủy tĩnh (hydrostatic method),
- phương pháp vệ tinh (satelite method).

Phương pháp hình học (geometric method)

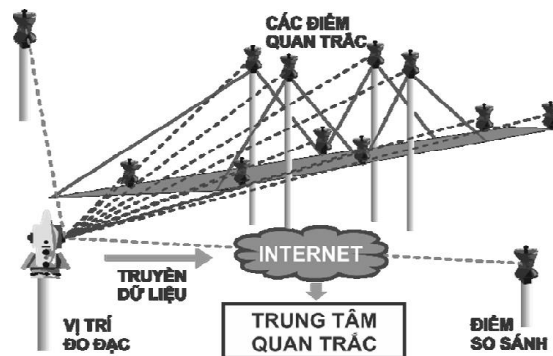
Phương pháp này ứng dụng một cách thức đo rất đơn giản, đó là xác định cao độ trên các mìn cắm bằng các máy thủy bình (hình 2.1). Có rất nhiều loại máy thủy bình có thể áp dụng cho phương pháp (hình 2.2).



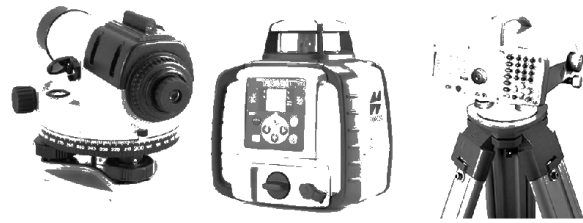
Hình 2.1. Phương pháp hình học đo đạc bằng máy thủy bình



Hình 2.3. Phương pháp lượng giác và máy kinh vĩ – (từ trái sang) Topcon DT-205, laser DT-207L



Hình 2.4. Ví dụ hệ thống quan trắc bằng máy toàn đạc của Leica TM30 + thấu kính GRZ 122

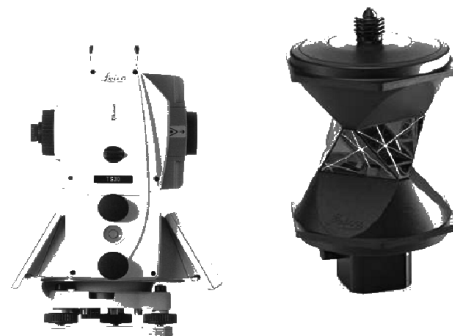
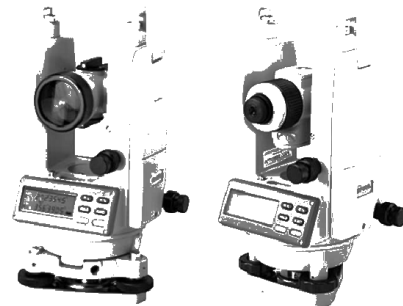


Hình 2.2. Một số hình ảnh các loại máy thủy bình, (tính từ trái sang): máy thủy bình quang học HP 132, máy thủy bình laser Topcon RL-SV25, máy thủy bình điện tử Leica DNA 03.

Phương pháp này cho phép nhận được các kết quả chính xác, nhưng cần được chuẩn bị rất kỹ lưỡng trước khi thực hiện đo đạc, để đảm bảo độ chính xác.

Phương pháp lượng giác (trigometric method)

Phương pháp lượng giác cho phép đo đạc cao độ các điểm không cần các mìn. Trong trường hợp này cần phải áp dụng máy kinh vĩ tích hợp chức năng đo khoảng cách và đo góc - hay còn gọi là máy toàn đạc (hình 2.4). Phương thức đo được thể hiện ở sơ đồ hình 2.3 (Muszyński Z. Rybak J., 2011).



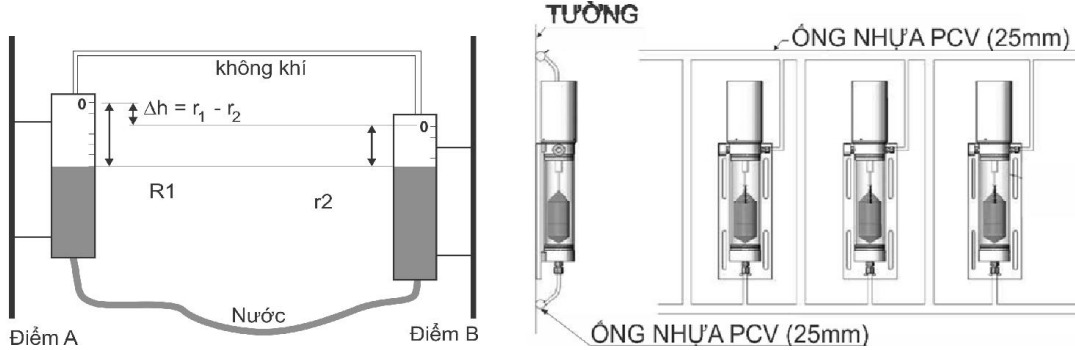
Phương pháp khí áp (barometric method)

Đây là một phương pháp rất ít được áp dụng vì công tác chuẩn bị và thao tác khó khăn, phức tạp. Phương pháp này áp dụng nguyên lý giảm áp suất khi độ cao tăng lên. Nhưng các điều kiện giả thuyết cho phương pháp này thường không được đáp ứng, khi tỉ số thay đổi của cột thủy ngân đối với sự thay

đổi của cao độ là 0.01% (Karsznia K., 2014).

Phương pháp thủy tĩnh (hydrostatic method)

Phương pháp này được ứng dụng khá rộng rãi trên thế giới nhằm xác định cao độ - đó chính là nguyên tắc bình thông nhau - xác định sự chênh lệch về thể tích của hai bình thông nhau qua một ống nối ở hai cao độ khác nhau (hình 2.5) (Karsznia K., 2014).



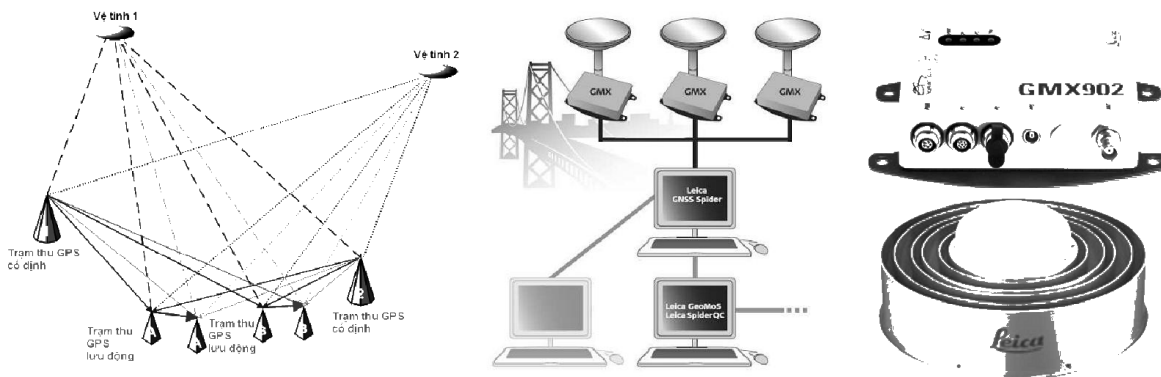
Hình 2.5. Phương pháp thủy tĩnh và Sơ đồ lắp đặt thiết bị cảm biến dây rung và các phao thép nằm trong ống chất lỏng

Phương pháp chính xác hơn đó là áp dụng các phao thép treo trên các dây thép nhỏ, khi mực nước thay đổi thì áp suất tác động lên phao thép sẽ thay đổi, dẫn đến lực căng của các dây thép nhỏ thay đổi làm thay đổi tần số rung của các dây thép đó. Và tần số rung này dùng để đo sự thay đổi của cao độ. Trong biện pháp này cần phải có một vị trí so sánh với cao độ không thay đổi (hình 2.6). Bằng phương pháp này chúng ta có thể áp dụng cả trong quan trắc lún các mỏ cầu.

vị toàn cầu GPS hay GLONASS để xác định độ lún của công trình. Trong phương pháp này ta phải đặt ở vị trí cần đo đặc các thiết bị thu tín hiệu vệ tinh gọi là trạm lưu động (để đo đạc) – rover station, ngoài ra cũng cần thiết lập trạm thu tín hiệu so sánh ở vị trí không bị ảnh hưởng lún gọi là trạm cố định (để so sánh) – reference station. Đo đạc bằng phương pháp này cho phép chúng ta thực hiện trong mọi điều kiện thời tiết và mọi thời điểm trong ngày và có thể áp dụng được trong quan trắc liên tục. Nhưng phương pháp này đòi hỏi phải mua những thiết bị đặc biệt và đắt tiền (Lương Minh Chính, 2014).

Phương pháp vệ tinh (satellite method).

Phương pháp này áp dụng các hệ thống định



Hình 2.6. Đo chuyển vị bằng hệ thống GPS và các thiết bị thu tín hiệu GNSS của Leica

2.1.3 Phương pháp cảm biến đồng hồ

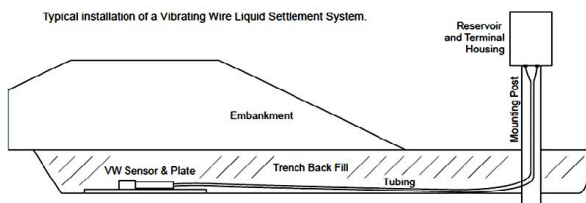
Phương pháp này áp dụng các cảm biến đồng hồ cơ hoặc cảm biến đồng hồ điện tử. Để áp dụng biện pháp này ta cần phải thiết lập một tấm thép mỏng bằng phẳng gần mặt đất, sau đó lắp cảm biến đồng hồ vào qua một thanh nam châm. Trên bề mặt đất cần phải thiết lập một vị trí so sánh cũng bằng một tấm thép và một đầu đo của cảm biến đồng hồ sẽ phải chạm vào tấm thép ở vị trí so sánh đó. Mọi sự chuyển dịch theo phương thẳng đứng của móng cầu sẽ được thể hiện qua kim chỉ của cảm biến đồng hồ (hình 2.7).



Hình 2.7. Cảm biến đồng hồ

2.1.4 Phương pháp đo áp dụng chênh lệch áp suất

Phương pháp này cho phép đo lún của móng qua hệ thống cảm biến đo áp suất kết nối với một bình chất lỏng được lắp đặt trên nền đất ổn định. Cảm biến được lắp với bình chất lỏng bằng hai ống song song. Sự thay đổi áp suất trong ống sẽ được cảm biến xác nhận và thể hiện bằng sự chênh lệch cao độ giữa điểm đo đặc và điểm so sánh (hình 2.8) (Karsznia K., 2014).

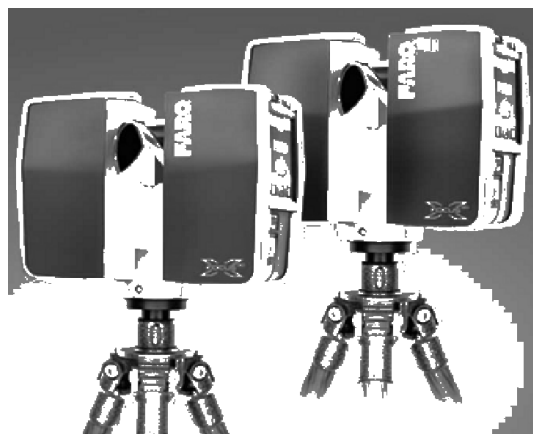


Hình 2.8. Sơ đồ đo đặc lún áp dụng phương pháp chênh lệch áp suất

2.1.5 Phương pháp quét laser

Phương pháp này dựa trên cơ sở thu thập các tín hiệu laser phản lại từ điểm phát. Thiết bị sẽ thu thập cả thời gian phản lại của tín hiệu laser cũng như góc phản lại của tín hiệu để xác định

khoảng cách cũng như vị trí của kết cấu trong không gian. Phương pháp này có một ưu điểm rất lớn đó là độ chính xác cao, thực hành nhanh và rất hiệu quả. Phương pháp quét laser rất đơn giản và tự động bằng thiết bị như hình 2.9, nhưng công tác chuẩn bị ban đầu và hiệu chỉnh kết quả sau khi quét mới mất nhiều thời gian. Cũng vì lý do này mà giải pháp ít được áp dụng trong quan trắc móng trụ cầu, khi mà công suất tính toán của hệ thống máy tính hiện đại chưa đạt được tốc độ cần thiết. Đây cũng là một trong những phương pháp tốn kém nhất (Karsznia K., 2014).



Hình 2.9. Thiết bị quét laser FARO

2.2 Lún không đều của móng

Các chuyển vị của móng theo phương thẳng đứng khác nhau ở các vị dẫn đến móng bị lún không đều. Điều này có thể xảy ra theo hai phương: theo phương dọc của cầu (theo hướng di chuyển của xe) hoặc theo phương ngang của cầu (vuông góc với hướng di chuyển của xe). Để gián tiếp xác định lún không đều của móng ta có thể áp dụng những phương pháp tương tự như trong xác định lún đều của móng. Nhưng khi đó công tác đo đạc phải được thực hiện ở các vị trí khác nhau, quanh bộ móng để xác định góc xoay của cả móng. Ngoài ra cũng có một số biện pháp trực tiếp xác định chuyển vị góc của móng cầu bằng hai dạng thiết bị, đó là: bằng cảm biến góc nghiêng hay các inclinometer (Godlewski T.), (Karsznia K., 2014).

2.2.1 Đo đạc ứng dụng cảm biến góc nghiêng

Cảm biến góc nghiêng là thiết bị để đo góc nghiêng của kết cấu/ công trình, phương thức đo

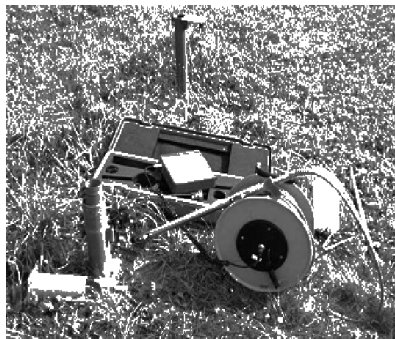
dựa trên cơ sở lực hấp dẫn của trái đất. Hiện nay trên thị trường có rất nhiều dạng thiết bị loại này, từ những dạng đơn giản nhất tới những thiết bị điện tử phức tạp được dùng trong quân sự, có đầy đủ khả năng để ứng dụng vào trong hệ thống quan trắc công trình. Ngoài ra gần đây mới xuất hiện những thiết bị hiện đại mới dựa trên công nghệ MEMS (Lương Minh Chính, 2015) (hình 2.10).



Hình 2.10. Cảm biến góc nghiêng Sisgeo MEMS tiltmeter S5MA

2.2.2 Đo đạc bằng các cảm biến đo độ nghiêng (inclinometer)

Inclinometer được áp dụng rất rộng rãi trong địa kỹ thuật. Phần lớn các thiết bị đo độ nghiêng (inclinometer) yêu cầu phải đo tại chỗ bên trong công trình (in situ) bằng các thiết bị chuyên dụng. Các thiết bị inclinometer có thể ứng dụng được vào trong hệ thống quan trắc liên tục của công trình cầu bằng cách đặt các thiết bị này vào trong một ống quan trắc và kết nối với thiết bị thu thập dữ liệu của hệ thống (Muszyński Z. Rybak J., 2011), (Karsznia K., 2011), (Karsznia K., 2014) (hình 2.11).



Hình 2.11. Sơ đồ hoạt động của inclinometer và cách thức đọc dữ liệu từ inclinometer

2.3 Đo đạc chuyển vị ngang

Một trong những nhiệm vụ của mỏ cầu là kháng lại áp lực của đất đắp sau mỏ, tránh cho đất tràn vào dầm cầu. Chính vì thế mỏ cầu chịu áp lực ngang của đất sau mỏ, áp lực của hoạt tải chất thêm sau mỏ. Nếu như mỏ cầu có chuyển vị ngang lớn về phía dầm cầu sẽ làm giảm độ mở của khe co giãn, đồng thời tạo một góc xoay với trục xoay ở khe co giãn. Để sớm phát hiện và có thời gian để xử lý các hiện tượng trên ta có thể áp dụng các thiết bị như: cảm biến đo độ mở của khe co giãn hay cảm biến đo áp lực của đất đắp lên kết cấu.

2.3.1 Cảm biến đo độ mở khe co giãn

Là cảm biến được lắp ở giữa mỏ và kết cấu phần trên của cầu (dầm cầu) và có khả năng đo được độ mở của khoảng cách giữa hai kết cấu này. Kết quả đo được cần phải tính đến ảnh hưởng của nhiệt độ, vì dưới tác động của sự thay đổi nhiệt độ trong ngày kết cấu phần trên của cầu cũng có sự biến dạng làm thay đổi độ mở của khe co giãn (hình 2.12) (Karsznia K., 2011).

2.3.2 Đo đạc áp lực của đất đắp lên kết cấu

Để giám sát và đo đạc các tải trọng ngang tác động lên mỏ ta có thể áp dụng một loại thiết bị chuyên dụng đo đạc áp lực của đất đắp sau mỏ lên kết cấu mỏ. Thiết bị này cần được lắp đặt trong quá trình thi công mỏ ở mặt sau của tường thân mỏ. Sau khi lấp đầy đất đắp sau mỏ sẽ không còn khả năng tác động hay thay thế khi thiết bị có sự cố, vì vậy công tác lắp đặt và chuẩn bị cần được thực hiện hết sức chặt chẽ bởi các nhân sự chuyên nghiệp (Godlewski T), (Karsznia K., 2014).



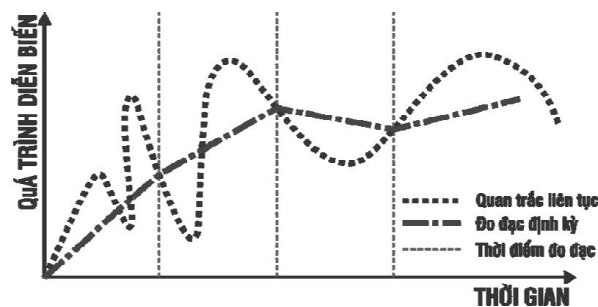
Hình 2.12. Thiết bị đo độ mở khe co giãn

3. QUAN TRẮC CHUYÊN VỊ

3.1 Quan trắc và đo đạc định kỳ

Những phương pháp đo đạc được nêu ở phần trên có thể phân làm thành hai nhóm, một là nhóm áp dụng trong công tác đo đạc định kỳ, các phương pháp nêu ở mục 2.2 có thể được áp dụng trong hệ thống quan trắc cầu liên tục (BHMS - Bridge Health Monitoring System). Cần phải hiểu rõ hai khái niệm "**đo đạc định kỳ**" và "**quan trắc liên tục**", trong đó "**quan trắc liên tục**" có thể hiểu là các công tác nhằm tới mục tiêu phát hiện các mối đe dọa đến công trình. Sự khác biệt giữa quan trắc liên tục và đo đạc kiểm tra định kỳ được thể hiện ở hình 3.1.

Cần phải xác định trước các mối đe dọa có thể xảy ra để thiết lập hệ thống quan trắc thích ứng. Vì thế hệ thống quan trắc cần phải có hai cấu phần chính - hệ thống thiết bị giám sát và hệ thống cảnh báo (Lương Minh Chính, 2015). Hệ thống quan trắc về cơ bản có nhiệm vụ xác định trạng thái nguy hiểm trước khi xảy ra các hư hại không muốn và không có nhiệm vụ giám sát các hư hại đã xảy ra mà có nhiệm vụ phát hiện, cảnh báo khi các nguy cơ hư hại vượt quá các ngưỡng đã được thiết lập thiết lập để sớm có các biện pháp phòng ngừa hữu hiệu (Lương Minh Chính, 2013).



Hình 3.1. Sự khác biệt giữa quan trắc liên tục và đo đạc định kỳ

3.2 Các tiêu chí lựa chọn phương pháp đo đạc phục vụ hệ thống quan trắc

Hệ thống quan trắc như nêu ở mục 3.1 phải đạt được các tiêu chí cơ bản sau đây (Lương Minh Chính, 2014), (Lương Minh Chính, 2015):

➤ Tự động thu thập dữ liệu. Không lệ thuộc vào phương pháp đo đạc chuyên vị mô cầu, các thiết bị cảm biến phải đo đạc một cách liên tục và tự động trong những khoảng thời gian nhất định.

➤ Lưu trữ dữ liệu và cho phép truy cập on-line. Một phần không thể thiếu của hệ thống là khả năng thu thập và lưu trữ dữ liệu từ các thiết bị cảm biến và cho phép truy cập on-line vào dữ liệu thông qua một giao diện phần mềm riêng.

➤ Cảnh báo khi các dữ liệu thu thập vượt ngưỡng cho phép. Hệ thống phải tự động cảnh báo khi các ngưỡng đã được thiết lập trước cho từng thiết bị bị vượt quá.

4. KẾT LUẬN

Mô cầu là một kết cấu phức tạp, trực tiếp chịu các tổ hợp tải trọng lớn từ kết cấu phần trên trong quá trình khai thác cũng như tải trọng do áp lực của đất đắp sau mô. Do đó công tác quan trắc mô cầu trong quá trình khai thác là hết sức cần thiết, nhằm sớm phát hiện các chuyển vị và biến dạng có thể dẫn đến giảm khả năng làm việc của kết cấu mô nói riêng và cả công trình cầu nói chung. Trong bài báo tác giả thống kê, giới thiệu các phương pháp đo đạc quan trắc chuyên vị của mô cầu nhằm đưa ra các giải pháp hữu hiệu có thể áp dụng trong hệ thống quan trắc công trình cầu BHMS (Bridge Health Monitoring System) phục vụ công tác quan trắc, giám sát và khai thác công trình cầu một cách hiệu quả, giảm thiểu tối đa các rủi ro có thể xảy ra đồng thời tối ưu hóa công tác duy tu bảo trì công trình một cách hợp lý, kéo dài tuổi thọ của công trình cầu (Lương Minh Chính, 2014), (Lương Minh Chính, 2015).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Rymar S. "Geotechnika i geologia inżynierska w świetle uwarunkowań norm UE Eurokod", Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. S. Pigoń w Krośnie.

Bażyński J. Drągowski A. Frankowski Z. Kaczyński R. Rybicki S. Wysokiński L., 1999) "Zasady porządkowania dokumentacji geologiczno-inżynierskich". Ministerstwo Środowiska, Warszawa 1999.

Łyszkowicz A. “Niwelacja – instrumenty i metody” Katedra Geodezji Szczegółowej UWM w Olsztynie.

Muszyński Z. Rybak J., 2011) “Zastosowanie geodezyjnych metod pomiarowych w badaniach nośności pali”, Górnictwo i geoinżynieria Rok 35 Zeszyt 2 2011 str. 441-450.

Godlewski T. “Praktyczne wykorzystanie badań dylatometrycznych” Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego.

Karsznia K., 2011) “Geodezyjny monitoring obiektów mostowych”, Mosty 6/2011 str. 36-42.

Karsznia K., 2014) “Współczesna technologia skanowania laserowego 3D w monitorowaniu przemieszczeń i deformacji obiektów mostowych”, Mosty 1/2014 str. 32-36.

Luong Minh Chinh (2013). “Hệ thống quan trắc Công trình cầu lớn”. Hội nghị khoa học thường niên 2013. Trường Đại học Thủy Lợi. 2013

Luong Minh Chinh (2014). “Long term structural health monitoring system for cable stayed bridge in Vietnam”. Journal of Water Resources & Environmental Engineering No 44 (3/2014). ISSN 1859-3941. P.11-16.

Luong Minh Chinh (2015). “Các phương pháp quan trắc và xác định chuyển vị trụ tháp cầu dây văng của hệ thống quan trắc công trình cầu (BHMS)”. Tạp chí khoa học Thủy Lợi & Môi trường Số 48 (3/2015). ISSN 1859-3941. P. 57-63.

Abstract:

**METHODS OF MEASUREMENT
AND MONITORING ABUTMENTS DISPLACEMENTS**

This paper presents the methods and solutions to measurement and monitoring displacements of abutments being applied worldwide. Abutment is a complex structure, directly under the huge load combination from the superstructure on the extraction process as well as by the pressure load of the fill behind abutment. Design of abutment is very important, because every motion and deformation of abutment will impact significantly on the structure during exploitation and operation. In the article the author introduce statistical methods of measurement and monitoring displacements of abutments in order to devise effective solutions can be applied in monitoring systems for bridge - BHMS (Bridge Health Monitoring System) to minimize the risks which may occur at the same time optimizing the maintenance maintain the works in a reasonable manner, prolonged longevity of bridges (Luong Minh Chinh, 2014) (Luong Minh Chinh, 2015).

Keywords: Abutments, displacements, monitoring, measurement, BHMS.

BBT nhận bài: 02/12/2015

Phản biện xong: 21/12/2015