

PHƯƠNG ÁN QUAN TRẮC ĐỘ LÚN ĐÊ CHẮN SÓNG DUNG QUẮT

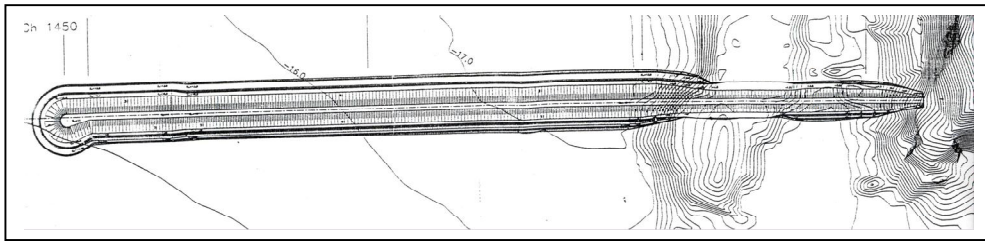
KS. NGÔ VĂN HIẾU
Viện KHCN Xây dựng

1. Giới thiệu về đê chắn sóng Dung Quất và nhiệm vụ quan trắc

1.1. Giới thiệu về đê chắn sóng Dung Quất

Đê chắn sóng Dung Quất là một công trình biển quan trọng được xây dựng tại cảng trên vịnh Dung Quất thuộc xã Bình Thuận, huyện Bình Sơn, tỉnh Quảng Ngãi. Đê chạy theo hướng Đông - Tây với tổng chiều dài là 1620m điểm đầu đê có tọa độ: E 583844,00 và N 1705455,00 và điểm gốc đê có tọa độ : E 585389,07 và N 1705455,00 (HTĐ HN-72, kinh tuyến 108°E). Kết cấu thân đê bằng đá (5÷500kg), mái dốc đê $i = 4/3$; kết cấu lớp lót bằng đá (300÷6000kg); kết cấu lớp tan sóng bằng bê tông M300 - ACP (4,8T÷28,8T). Kết cấu cơ đê (chân đê) chống xói bằng đá (100÷500kg)+(10÷1000kg) + (600÷1300kg) + (2000÷4000kg). Cao độ mặt đê là +10m theo hệ độ cao hải đồ. Như vậy chiều cao đê trung bình là 29,0m (phần ngập trong nước biển là 20,0m; phần đê trên mặt nước là 9,0m), chiều rộng chân đê trung bình là 100,0m, chiều rộng mặt đê là 10,0 m (hình 1). Với qui mô xây dựng như trên năng lực của đê chắn sóng Dung Quất như sau:

- Thời gian sử dụng an toàn: 60 năm;
- Đảm bảo chiều cao sóng trong vùng cảng xuất sản phẩm < 0.5m khi thời tiết bình thường;
- Chiều cao sóng trong thời gian có bão lớn < 2m.



Hình 1. Sơ đồ đê chắn sóng Dung Quất

Năm 2001 trong quá trình triển khai thi công đê, nhà thầu thi công đã tiến hành khảo sát địa chất bổ sung nền móng của đê, đã phát hiện địa chất của móng đê không đảm bảo cho sự ổn định của kết cấu thân đê. Nhà thầu đệ trình phương án xử lý nền đất yếu đã được các cấp thẩm quyền phê chuẩn và quyết định xử lý triệt để toàn bộ nền đất yếu và thay vào đó là kết cấu móng đê như sau: đáy nạo vét là tầng cát hạt trung, kết cấu nền san lấp là cát, đá 4-6 cm chiều dày là 0.3 m÷0,5 m, đá đệm dày 2m, chiều rộng của kết cấu này đảm bảo tính ổn định của chân đê và thân đê chống được hoá lỏng khi bị động đất.

1.2. Vai trò của việc quan trắc độ lún

Việc quan trắc độ lún và chuyển dịch ngang của đê chắn sóng nhằm:

- Theo dõi độ lún của lớp đất đá dưới đáy vịnh dưới áp lực của lớp vật liệu tạo nên thân đê trong giai đoạn thi công và trong giai đoạn khai thác sử dụng, dự báo độ lún giới hạn của đê để bù khối lượng đảm bảo chiều cao thiết kế của đê;
- Cảnh báo sớm những nguy cơ đe dọa sự an toàn của đê để đề ra biện pháp phòng ngừa hiệu quả;
- Cung cấp các dữ liệu cơ sở để thiết kế và thi công có hiệu quả hơn, an toàn hơn cho các công trình biển tương tự trong tương lai.

1.3. Độ lún của đê chắn sóng Dung Quất

Có thể phân tích độ lún của đê chắn sóng Dung Quất thành hai thành phần chính như sau:

a. Độ lún của lớp đất đá dưới chân đê do áp lực của khối vật chất đắp đê tạo ra (gọi là lún nền)

Khi đắp đê áp lực của khối vật chất lên lớp đất đá sẽ dần dần tăng lên làm cho lớp này bị lún xuống. Tuy nhiên các hạt của lớp này (chủ yếu là cát) sẽ nhanh chóng sắp xếp lại và độ lún của nó sẽ giảm dần. Theo kết quả khảo sát của các chuyên gia địa kỹ thuật ở nhiều nước trên thế giới, để mô tả qui luật lún của lớp này có thể sử dụng mô hình Hyperbolic sau đây:

$$s_{ij} = s_{0j} + \frac{t_j}{\alpha + \beta t_j} \quad (1)$$

Trong công thức (1):

- s_{ij} - độ lún của nền mốc thứ j tại thời điểm t ;
- s_0 - độ lún của nền tại thời điểm bắt đầu đủ tải;
- t_j - thời điểm quan trắc của chu kỳ j ;
- α, β - các hệ số.

b. Độ lún vật liệu

Khi thi công đắp đê do xếp và lèn đá không chặt sau đó vật chất trong lòng con đê sẽ tự sắp xếp lại hoặc do tác động của sóng và các tác nhân khác.

Nhìn chung độ lún vật liệu diễn ra rất phức tạp, lâu dài và không có qui luật một cách rõ ràng nên không thể mô tả nó bằng một công thức toán học như trong trường hợp lún nền. Tuy nhiên có thể thấy rằng trong giai đoạn đầu độ lún vật liệu sẽ lớn và không có qui luật sau đó độ lún vật liệu sẽ giảm dần theo thời gian.

1.4. Yêu cầu độ chính xác quan trắc độ lún

Đây là một công trình bằng đá và có độ lún tính toán khá lớn, phía trên nó cũng không có bất kỳ một hạng mục quan trọng nào vì vậy yêu cầu độ chính xác quan trắc độ lún cũng không cao. Theo qui định của Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 271:2002 thì đối với các loại công trình này độ lún cần quan trắc với độ chính xác khoảng $\pm 10\text{mm}$.

2. Lắp đặt các mốc quan trắc lún và các mốc chuẩn

Mốc quan trắc lún đê chắn sóng Dung Quất gồm hai loại: mốc quan trắc lún nền và mốc quan trắc lún vật liệu.

2.1. Quan trắc lún nền

2.1.1. Yêu cầu:

- Tiếp nhận và phản ánh đúng đắn độ lún của nền đê dưới tác dụng của áp lực do con đê tạo ra;
- Không bị phá hủy trong quá trình thi công xây dựng đê và cả trong giai đoạn khai thác sử dụng;
- Thuận tiện cho việc thao tác đo đạc và tiết kiệm kinh phí.

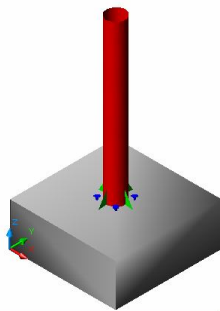
2.1.2. Các phương án đo lún nền

Dưới đây chúng tôi xin đưa ra 2 phương án quan trắc lún nền:

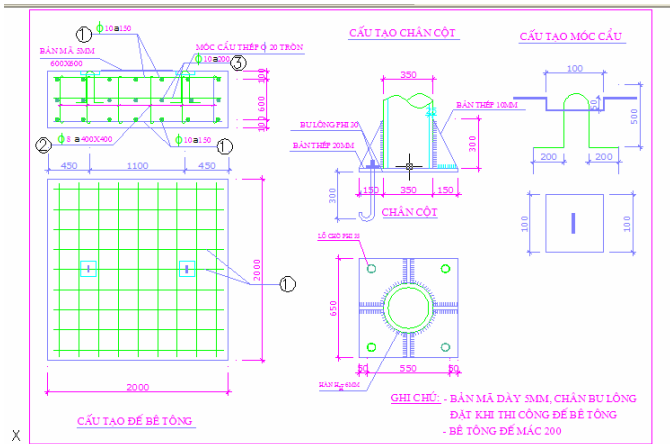
a. Phương án sử dụng mốc lún nền loại thông thường

- Cấu tạo mốc lún nền loại thông thường

Mốc lún nền loại thông thường gồm một đế bằng bê tông cốt thép kích thước 2000x2000x800mm có 4 bulông để liên kết với bản đế của thân mốc. Thân mốc là một ống thép $\phi = 320$ mm dày 7mm đầu dưới của ống liên kết với một bản thép hình vành khăn có đường kính trong và ngoài lần lượt bằng 320 và 500mm có 4 lỗ chờ để liên kết với bản đế bê tông cốt thép bằng bulông. Bản thép hình vành khăn được hàn chắc với ống thép thân mốc ở mép dưới. Ngoài ra để giữ ống được chắc hơn cần phải hàn thêm 4 miếng giá bằng thép hình tam giác vuông cân dày 10mm có các cạnh là 180 và 300mm. Hình dáng của mốc lún nền được thể hiện trên hình 2a, cấu tạo chi tiết của mốc được thể hiện trên hình 2b.



Hình 2a. Phối cảnh mốc lún nền

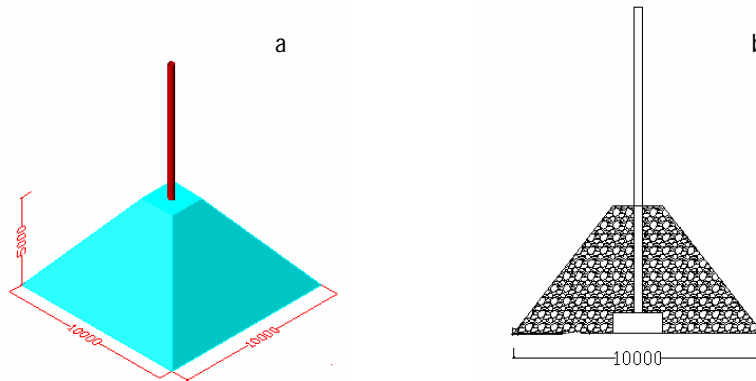


Hình 2b. Cấu tạo chi tiết mố lún nền

- Lắp đặt mố lún nền loại thông thường

Mố lún nền sẽ được lắp đặt với mật độ 1 mố trên 100m chiều dài đê theo trình tự như sau:

- Liên kết một đoạn ống thép thân mố có chiều dài khoảng 12m với bản đế mố bằng bê tông cốt thép;
- Đặt đế mố xuống lớp cát san lấp ở tim đê vào đúng vị trí cần thiết, chỉnh mố ở vị trí thẳng đứng;
- Neo giữ mố bằng cách xếp đá xung quanh như hình 3a và 3b;
- Trong quá trình xây dựng đê sẽ xếp đá tiếp và nối thân mố đến độ cao cần thiết.



Hình 3. Neo giữ tạm thời mố lún nền (a. hình vẽ phối cảnh và b. mặt cắt)

b. Phương án sử dụng thiết bị đo lún loại dây rung

- Cấu tạo của thiết bị đo lún loại dây rung

Để quan trắc lún nền của đê chắn sóng Dung Quất theo phương án này chúng tôi dự kiến sử dụng loại thiết bị đo lún dây rung VWSS4650 (Vibrating Wire Settlement System Model 4650) do hãng GEOKON (Mỹ) chế tạo (hình 4) hoặc các thiết bị tương tự của các hãng khác.

Bộ phận cảm biến của thiết bị dây rung là một buồng kim loại kín trong đó có một dây rung rất nhạy cảm với áp lực bên ngoài. Buồng kín của dây rung được kết nối với 1 ống chứa đầy chất lỏng (hình 4) và nối với bình dự trữ chất lỏng đặt tại vị trí ổn định. Khi độ cao của tấm đặt bộ cảm biến thay đổi do đê bị lún thì thể năng của cột chất lỏng sẽ thay đổi làm thay đổi chiều dài của dây rung và gây ra sự thay đổi tần số của nó. Giá trị của tần số này được truyền thông qua cáp tín hiệu (hình 4) và được đọc bằng thiết bị đọc số (Readout Unit).

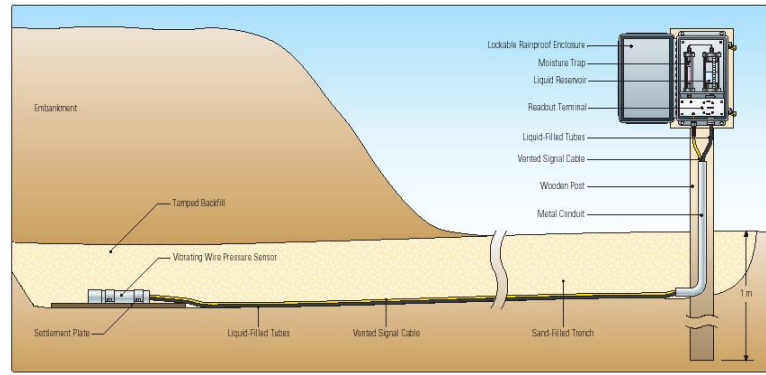
- Lắp đặt thiết bị đo lún bằng phương pháp dây rung

Đầu đo được gắn chặt trên một bàn lún (Settlement Plate) và đặt vào vị trí cần quan trắc lún (hình 3). Áp lực của đất đá đắp lên đê sẽ tác động lên bàn lún có gắn đầu đo làm cho nó thay đổi độ cao so với độ cao lắp đặt ban đầu, tức là thay đổi chiều cao cột nước trong ống dẫn làm thay đổi tần số rung của dây rung. Dựa vào tần số này chúng ta có thể xác định được độ lún của điểm quan trắc.



Model 4650 Settlement System.

Hình 3. Cấu tạo của thiết bị đo lún loại dây rung VWSS4650



Model 4650 installation for the remote measurement of subsurface settlement beneath a large embankment.

Hình 4. Lắp đặt thiết bị đo lún loại dây rung VWSS4650

Để đảm bảo an toàn cho ống dẫn nước và cáp tín hiệu thì cả hai loại cáp này sẽ được lồng vào trong ống kẽm và chôn xuống lớp cát ở đáy biển.

Applications

The 4600 Series Settlement Systems are designed to measure the settlement of surface or subsurface points in or under...

- Dams
- Fills and embankments
- Foundations
- Roadways
- Storage tanks
- Surcharges

Model 4600 Vibrating Wire Settlement System.

Model 4600 Settlement System

Hình 5. Thiết bị VWSS4600 và cách lắp đặt

Trường hợp không lắp đặt được theo sơ đồ trên hình 4 thì có thể sử dụng thiết bị VWSS4600 với sơ đồ lắp đặt như hình 5.

- Các tham số kỹ thuật chủ yếu của thiết bị

- + Phạm vi đo lún tối đa: 7m;
- + Độ phân giải (số đọc nhỏ nhất): 2mm;
- + Độ chính xác đo lún: $\pm 4\text{mm}$;
- + Phạm vi nhiệt độ làm việc của thiết bị: $-20^{\circ}\text{C} \rightarrow +80^{\circ}\text{C}$.

c. So sánh hai phương án

- Phương án 1 có giá thành gia công mộc tương đối rẻ nhưng lắp đặt và neo giữ các mốc an toàn trong quá trình thi công đê là rất khó và rất tốn kém.

- Phương án 2 có giá thành thiết bị tương đối cao nhưng dễ dàng lắp đặt và ít khả năng bị hư hỏng trong quá trình thi công hơn.

Như vậy, qua việc đánh giá ưu và nhược điểm của 2 phương án trên chúng tôi kiến nghị chọn phương án 2 để quan trắc lún nền cho đê chắn sóng Dung Quất.

2.2. Quan trắc lún vật liệu

2.2.1. Đặc điểm của việc quan trắc lún vật liệu đê chắn sóng Dung Quất

Khác với các công trình thông thường, điều kiện để thực hiện việc quan trắc độ lún trên mặt đê là rất khó khăn vì sau khi hoàn thành, mái đê và mặt đê sẽ được phủ bằng các khối bê tông đúc sẵn theo một hình khối rất đặc biệt có tác dụng tiêu tán năng lượng của sóng biển giữ cho vùng nước phía trong cảng ở trạng thái tương đối yên tĩnh ngay cả trong trường hợp vùng vịnh phía ngoài cảng có sóng cao tới 10m. Các khối bê tông này gọi là Acropode (hình 6). Các khối Acropode trên đê chắn sóng Dung Quất có thể tích 12m^3 , trọng lượng 29 tấn và cao tới 6m vì vậy sau khi thi công xong đê sẽ không thể đi lại trên mặt đê hoặc đặt máy để thực hiện đo lún được.



Hình 6. Lắp đặt Acropode trên mặt đê

Trong điều kiện khó khăn như vậy, chúng tôi dự kiến sẽ tiến hành quan trắc độ lún của mặt đê bằng phương pháp đo cao lượng giác và trình tự tiến hành sẽ được thực hiện như sau:

2.2.2. Xây dựng các điểm đặt máy

Để đạt được độ chính xác cao khi quan trắc lún bằng phương pháp đo cao lượng giác thì máy toàn đạc điện tử phải được đặt trên các bệ cố định độ và cao của các bệ này phải được xác định chính xác bằng thủy chuẩn hình học. Các bệ này sẽ được xây dựng trên các đầu trụ bê tông của cầu dẫn cảng xuất sản phẩm nằm song song với đê chắn sóng và cách đê 80m (hình 7) Các bệ đặt máy sẽ được gia công bằng thép ống $\varnothing 230\text{mm}$ dày 10mm cao 1600mm mặt trên được bịt kín bằng thép tấm hình tròn $\varnothing 300\text{mm}$ ở giữa khoan lỗ có đường kính vừa bằng ốc nổi của máy để dọi tâm bắt buộc. Đầu dưới của ống được hàn vào một tấm thép dày 10mm hình vành khăn đường tròn bên trong $\varnothing 230\text{mm}$ (bằng đường kính của ống) và đường tròn ngoài $\varnothing 300\text{mm}$ có khoan 8 lỗ $\varnothing 24$ cách đều nhau để liên kết với trụ bê tông qua 8 bu lông. Các bệ đặt máy sẽ được xây dựng trên các trụ bê tông của cầu dẫn cảng xuất sản phẩm (gói 5B). Tổng số bệ đặt máy sẽ xây dựng là 5 cái. Khoảng cách giữa các bệ là 160 m chạy suốt chiều dài của cầu dẫn.



Hình 7. Cầu dẫn của cảng xuất sản phẩm và bộ đặt máy để quan trắc lún

2.2.3. Mốc lún vật liệu

Các mốc lún vật liệu là các khối bê tông cao 500mm có kích thước trên mặt và đáy lần lượt là 200 x 200 và 500 x 500mm. Mốc được gắn vào đá bằng cách đào hố kích thước 600 x 600 x 600mm dưới lớp một lớp vữa xi măng, sau đó đặt mốc xuống và chèn vữa xung quanh, trên mỗi mốc có gắn cố định một tiêu ngắm hàn trên một cây thép không rỉ $\varnothing 42\text{mm}$ cao 7m (cao hơn các cục Acropode khoảng 1m, hình 8).



Hình 8. Các tiêu ngắm để quan trắc lún bề mặt bằng đo cao lượng giác

Các mốc quan trắc lún sẽ được đặt theo các mặt cắt cách nhau 100m dọc theo đê, trên mỗi mặt cắt đặt 3 mốc: một mốc ở giữa tim đê, hai mốc còn lại đặt hai bên mép đê. Phân biệt các mốc trên cùng một mặt cắt bằng hình dáng của tiêu ngắm: mốc nằm trên tim đê tiêu ngắm là thanh thép tròn nằm ngang, mốc phía cảng có tiêu ngắm hình tròn còn mốc phía ngoài biển tiêu ngắm có hình tam giác. Để đếm các mặt cắt, các mốc trên tim đê tại các mặt cắt 500, 1000 và 1500m có hàn thêm một dấu hình thoi sơn đỏ.

2.3. Mốc chuẩn

Tại khu vực đê chắn sóng đã có 3 mốc độ cao kiên cố đó là các mốc R6, DQ28 và DQ27. Tất cả các mốc này đều được gắn vào các phiến đá gốc có kích thước lớn phát lộ trên mặt đất. Như vậy việc xây dựng các mốc chuẩn ở đây tương đối thuận lợi. Nhược điểm duy nhất ở đây là cả 3 mốc chuẩn đều tập trung ở đầu phía Đông (phía gần bờ) đầu phía Tây (phía ngoài khơi) không có mốc chuẩn vì vậy sai số độ cao của các điểm ở ngoài khơi sẽ khá lớn nếu không có biện pháp để tăng cường độ chính xác cho các điểm này.



Hình 9. Mốc chuẩn độ cao R6 tại khu vực cảng Dung Quất

3. Thiết bị đo

Ngoài thiết bị chuyên dùng để đo lún nền, việc đo lún bề mặt đê chắn sóng Dung Quất được thực hiện bằng máy thủy bình WILD NA-2 và TC-1800 do Thụy Sĩ chế tạo.

4. Trình tự đo

4.1. Đo các mốc lún nền

Ngay sau khi đặt các mốc lún nền sẽ thực hiện đo chu kỳ đầu tiên để xác định số đọc ở chu kỳ đầu tiên (Zero reading). Từ thời điểm này trở đi tiến hành quan trắc liên tục với tần suất 10 ngày một lần đo cho đến khi xếp đá đến cao độ +3.7m. Tiếp theo sẽ thực hiện 10 chu kỳ quan trắc với tần suất 5 ngày 1 chu kỳ để xác định các hệ số α , β và độ lún giới hạn. Khi thi công đến cao độ +10m sẽ tiến hành quan trắc 1 tháng/1 lần trong vòng 10 tháng.

4.2. Đo các mốc lún vật liệu

a. Dẫn độ cao vào các bộ đặt máy

Mỗi chu kỳ đo lún bề mặt được bắt đầu bằng việc dẫn độ cao từ mốc chuẩn R6 vào các bộ đặt máy và khép trở lại một mốc chuẩn khác tạo thành một vòng kín. Việc dẫn độ cao vào các bộ được thực hiện với độ chính xác tương đương với thủy chuẩn nhà nước hạng II.

b. Đo độ cao của các mốc lún bề mặt bằng đo cao lượng giác

Độ cao của các mốc lún bề mặt được xác định bằng cách đo góc đứng tới các tiêu ngắm từ ít nhất là hai bộ đặt máy trên cầu dẫn của cảng xuất sản phẩm. Ngoài việc đo góc đứng còn phải đo cả góc ngang để có thể tính được khoảng cách từ các bộ đặt máy tới các mốc lún bề mặt. Chúng tôi cũng sẽ xem xét phương án sử dụng máy toàn đạc điện tử TRIMBLE 5602 DR300⁺ để đo trực tiếp khoảng từ các bộ đặt máy tới các tiêu ngắm.

5. Xử lý số liệu

5.1. Xử lý số liệu lún nền

Biến đổi công thức (1) ta có:

$$S_{ij} - S_{0j} = \frac{t_j}{\alpha + \beta t_j} \text{ hay } \alpha + \beta t_j - \frac{t_j}{S_{ij} - S_{0j}} = 0 \quad (2)$$

Sau khi có ít nhất là 10 chu kỳ quan trắc chúng ta có thể xác định được các hệ số α và β trong công thức (2) theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất theo trình tự sau:

- Lập hệ phương trình quan trắc dạng:

$$AX + L = 0 \quad (3)$$

Trong đó A là ma trận hệ số phương trình quan trắc có kích thước n hàng và 2 cột, trong đó n là số chu kỳ quan trắc (không kể chu kỳ đầu tiên).

$$A = \begin{pmatrix} 1 & t_1 \\ 1 & t_2 \\ \dots & \dots \\ 1 & t_n \end{pmatrix}$$

X - Vec tơ ẩn số gồm 2 phần tử. $X^T = \alpha\beta$;

L - Vec tơ số hạng tự do gồm n phần tử. $L^T = l_{i,1}, l_{i,2}, \dots, l_{i,n}$;

$$l_{i,j} - \text{số hạng tự do}; \quad l_{i,j} = \frac{t_{i,j}}{s_{i,j} - s_{i,0}}$$

Hệ phương trình (3) có vô số nghiệm vì số phương trình nhiều hơn số ẩn số. Nghiệm tốt nhất của hệ này là nghiệm thoả mãn nguyên lý số bình phương nhỏ nhất (tổng bình phương độ lệch của các giá trị quan trắc và các giá trị lý thuyết là nhỏ nhất).

Theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất, từ hệ phương trình (3) sẽ có được hệ phương trình chuẩn có dạng:

$$RX + B = 0 \quad (4)$$

Trong đó R ma trận hệ số phương trình chuẩn:

$$R = A^T A \quad \text{và} \quad B = A^T L$$

Giải hệ phương trình (4) theo công thức:

$$X = R^{-1} B \quad (5)$$

Như vậy sau khi giải ra các nghiệm α và β theo công thức (5) có thể dễ dàng xác định được độ lún giới hạn của mốc lún nền

$$s_{gh} = \lim_{t \rightarrow \infty} \left(s_0 + \frac{t}{\alpha + \beta t} \right) \quad (6)$$

dễ dàng thấy rằng khi $t \rightarrow \infty$ thì $s_{gh} \rightarrow s_0 + 1/\beta$

$$\text{nghĩa là} \quad s_{gh} = \left(s_0 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (7)$$

Toàn bộ công việc tính toán trên đây có thể được lập trình để chạy trên máy tính cá nhân hoặc sử dụng phần mềm excel để giải một cách dễ dàng.

5.2. Xử lý số liệu lún bề mặt

Kết quả quan trắc lún vật liệu được xử lý như quan trắc lún thông thường trình bày trong TCXDVN 271:2002.

6. Kết luận

Việc quan trắc độ lún đế chắn sóng Dung Quất là một việc làm khá phức tạp vì điều kiện quan trắc rất khó khăn. Đây cũng là lần đầu tiên chúng ta thực hiện quan trắc lún cho một con đế chắn sóng có qui mô lớn nên chắc chắn phương án trên chưa phải là hoàn hảo. Tuy nhiên phương án mà chúng tôi đưa ra trên đây là phương án khả thi nhất và đã được BQLDA nhà máy lọc dầu Dung Quất (nay là Công ty lọc dầu Bình Sơn) chấp nhận và đang được triển khai trên công trình quan trọng này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCXDVN 271:2002. Quy trình kỹ thuật xác định lún công trình dân dụng và công nghiệp bằng phương pháp đo cao hình học.
2. TCVN-3972-85. Công tác trắc địa trong xây dựng.
3. TCXDVN 309: 2004. Công tác trắc địa trong xây dựng – Yêu cầu chung.
4. PHAN VĂN HIẾN, NGÔ VĂN HỘI và nnk. Trắc địa công trình. *NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 1999.*