

ĐÁNH GIÁ CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH THEO PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỐNG KÊ

ThS. HOÀNG XUÂN THÀNH
Bộ môn Trắc địa- đại học Thủy lợi

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đối với các công trình thủy lợi- thủy điện trong thời gian xây dựng cũng như trong quá trình vận hành sử dụng, dưới các tác động của nhiều nguyên nhân có thể bị biến dạng, nếu độ biến dạng vượt quá giới hạn cho phép có thể dẫn tới hư hỏng và có thể đổ vỡ công trình. Do vậy việc phân tích và dự đoán về độ biến dạng công trình dựa trên các kết quả quan trắc là một trong những công tác rất quan trọng. Các kết quả phân tích này giúp cho nhà thiết kế và quản lý theo dõi quy luật của biến dạng công trình và các nguyên nhân liên quan tác động đến độ biến dạng của công trình, trên cơ sở đó bổ sung thêm kiến thức thực tế trong thiết kế, đưa ra quy trình vận hành và sử dụng công trình một cách tối ưu.

Tại các công trình lớn ở nước ta, công tác quan trắc biến dạng vẫn được tiến hành nhưng chủ yếu dựa vào các số liệu đo đạc trắc địa để tính ra độ dịch chuyển cơ học tại các chu kỳ đo, chứ chưa đề cập tới việc nghiên cứu phân tích và xử lý các số liệu đo trắc địa kết hợp với các số liệu quan trắc khác liên quan đến độ biến dạng công trình. Đối với công trình thủy lợi- thủy điện các yếu tố đó là: tải trọng công trình, cao trình mực nước trong hồ, nhiệt độ thân đập, áp suất, mực nước ngầm, ... Số liệu quan trắc các yếu tố này nếu được đo theo các chu kỳ cùng số liệu trắc địa sẽ được coi là các biến ngẫu nhiên và có tương quan, ảnh hưởng, tác động lẫn nhau. Bài toán đặt ra ở đây là dựa vào lý thuyết xác suất và thống kê toán để nghiên cứu phân tích và lập ra các hàm và mô hình tương quan giữa độ chuyển dịch của công trình với các nguyên nhân có thể gây ra độ chuyển dịch đó. Trên cơ sở đó cho phép đưa ra những dự đoán về độ biến dạng của công trình trong tương lai, giúp cho công tác vận hành, quản lý công trình và nghiên cứu xử lý các sự cố của công trình có thể xảy ra.

II. ĐÁNH GIÁ CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH THEO PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH TƯƠNG QUAN HAI CHIỀU

1. Cơ sở lý thuyết

Chuyển dịch ngang công trình phụ thuộc trước hết vào tính chất cơ lý của đất nền và một số yếu tố ngẫu nhiên khác như độ ẩm, mực nước ngầm ... Tác động tổng hợp của các yếu tố đã nêu có thể làm thay đổi quy luật chuyển dịch cũng như độ chuyển dịch công trình theo thời gian.

Một trong những nhiệm vụ quan trọng của công tác quan trắc biến dạng công trình là

đánh giá mức độ phụ thuộc giữa các yếu tố ngẫu nhiên với chuyển dịch ngang (hoặc chuyển dịch) công trình. Các vấn đề được đặt ra là:

1- Đánh giá mức độ phụ thuộc của chuyển dịch với một hoặc một số nhân tố có thể ảnh hưởng đến độ chuyển dịch đó (có tồn tại sự phụ thuộc giữa chúng không? Mức độ phụ thuộc như thế nào nếu chúng tồn tại?).

2- Xác định biểu thức của hàm số mô tả mối quan hệ phụ thuộc nêu trên giữa các biến ngẫu nhiên.

Trước hết chúng ta xem xét việc phân tích hệ số tương quan giữa hai đại lượng ngẫu nhiên X và Y.

Giả sử ta có $\{(X_i, Y_i) \mid i = \overline{1, n}\}$ là một mẫu ngẫu nhiên hai chiều thu được khi quan sát vector ngẫu nhiên (X, Y) thì hệ số tương quan mẫu r_{XY} của X và Y được xác định như sau [2]:

$$r_{XY} = \frac{\sum_i (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}{n}} \sqrt{\frac{\sum_i (Y_i - \bar{Y})^2}{n}}} = \frac{\overline{XY} - \bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{\bar{X}^2 - (\bar{X})^2} \sqrt{\bar{Y}^2 - (\bar{Y})^2}} \quad (1)$$

Trong đó:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}; \quad \bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n}; \quad \overline{XY} = \frac{\sum X_i Y_i}{n}$$

$$\bar{X}^2 = \frac{\sum X_i^2}{n}; \quad \bar{Y}^2 = \frac{\sum Y_i^2}{n}$$

Hệ số tương quan tính theo công thức (2.14) là chỉ số biểu thị cho sự tương quan giữa hai đại lượng ngẫu nhiên X và Y. Hệ số r_{XY} biến thiên từ -1 đến +1, nếu r_{XY} bằng +1 hoặc -1 thì giữa X và Y tồn tại chính xác mối liên hệ tuyến tính, tức $Y = aX + b$ hoặc $X = cY + d$. Nếu giá trị r_{XY} càng gần +1 hoặc -1 thì giữa X và Y tồn tại sự tương quan càng lớn và ngược lại, nếu giá trị hệ số r_{XY} càng gần 0 thì càng ít có sự liên quan giữa X và Y với nhau. Để đánh giá độ tin cậy của hệ số tương quan tùy thuộc vào số lần quan trắc mà sử dụng các công thức sau:

a-Khi n đủ lớn ($n \geq 50$) chúng ta tính độ lệch chuẩn của hệ số tương quan [5]:

$$\sigma_r \approx \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Mối quan hệ tương quan giữa 2 đại lượng X, Y coi như được xác lập nếu thỏa mãn điều

kiện [5]:

$$|r| \geq 3\sigma_r \quad (3)$$

b- Khi $n < 50$ sử dụng hàm đặc biệt phân bố theo quy luật chuẩn, được gọi là tiêu chuẩn Fisher [6]:

$$Z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r} \quad (4)$$

Phương sai của đại lượng Z được tính theo công thức:

$$\sigma_Z \approx \frac{1}{\sqrt{n-3}} \quad (5)$$

Trong trường hợp này mối quan hệ tương quan giữa X và Y cũng được thiết lập với điều kiện:

$$|Z| \geq 3\sigma_Z \quad (6)$$

2. Xây dựng hàm hồi quy tuyến tính đơn

Khi quan hệ tương quan giữa 2 đại lượng X và Y đã được xác lập, chúng ta sẽ sử dụng hàm hồi quy tuyến tính đơn để mô tả mối quan hệ đó. Trong trường hợp này, hàm hồi quy có dạng:

$$Y = a.X + b \quad (7)$$

Các tham số a, b của hàm hồi quy (6) được xác định trên cơ sở n cặp trị đo (Y,X) là: $\{(Y_i, X_i)\} = \{(Y_1, X_1), (Y_2, X_2), \dots, (Y_n, X_n)\}$ theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - a.X_i - b)^2 = \min \quad (8)$$

Khi đó sẽ dẫn đến hệ phương trình tuyến tính:

$$\left. \begin{array}{l} [X^2]a + [X]b - [XY] = 0 \\ [X]a + n.b - [Y] = 0 \end{array} \right\} \quad (9)$$

Giải hệ phương trình tuyến tính (2.21) lưu ý công thức tính r_{XY} (1) ta xác định được các tham số a, b:

$$\left. \begin{array}{l} a = r_{XY} \cdot \frac{\sqrt{\bar{X}^2 - (\bar{X})^2}}{\sqrt{\bar{Y}^2 - (\bar{Y})^2}} \\ b = \bar{Y} - a.\bar{X} \end{array} \right\} \quad (10)$$

III. THỰC NGHIỆM: ĐÁNH GIÁ CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN THEO PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH TƯƠNG QUAN HAI CHIỀU

Đối với các hồ chứa nước thì cao trình mực nước là yếu tố có ảnh hưởng lớn tới sự biến dạng của đập, nhất là chuyển dịch ngang. Mực nước trong hồ càng cao thì áp lực nước càng tăng, điều này có xu hướng dẫn đến độ chuyển dịch của đập càng lớn về phía hạ lưu.

Trên cơ sở số liệu quan trắc chuyển dịch của một đập thủy điện [1] trong 43 chu kỳ (số liệu thu được trong từng chu kỳ gồm: độ cao mực nước hồ và giá trị chuyển dịch của một mốc quan trắc), chúng tôi đã sắp xếp kết quả quan trắc theo thứ tự tăng dần của mực nước (bảng 1).

Bảng 1: Kết quan trắc chuyển dịch điểm mốc M2 trên tuyến đập thủy điện

Số TT	Mực nước hồ chứa H (m)	Chuyển dịch ngang Q(m)	Số TT	Mực nước hồ chứa H (m)	Chuyển dịch ngang Q(m)
1	86.46	0.0206	23	105.31	0.0094
2	87.56	0.0246	24	105.36	0.0063
3	87.74	0.0261	25	108.62	0.0000
4	88.11	0.0259	26	109.14	0.0135
5	90.33	0.0213	27	109.17	0.0046
6	90.48	0.0208	28	110.73	0.0087
7	91.20	0.0200	29	111.66	-0.0022
8	91.42	0.0265	30	112.18	0.0058
9	91.84	0.0241	31	112.77	-0.0002
10	92.83	0.0241	32	113.07	0.0017
11	93.86	0.0140	33	113.20	-0.0026
12	94.48	0.0184	34	114.33	-0.0013
13	94.54	0.0191	35	114.49	-0.0045
14	96.83	0.0178	36	114.54	0.0045
15	97.32	0.0192	37	115.34	0.0008
16	97.69	0.0080	38	115.64	-0.0018
17	98.34	0.0168	39	115.66	-0.0044
18	99.77	0.0108	40	116.08	-0.0016
19	102.11	0.0122	41	116.18	-0.0030
20	103.46	0.0040	42	116.42	-0.0007
21	103.52	0.0159	43	116.56	-0.0043
22	105.27	0.0070			

Việc phân tích, đánh giá chuyển dịch của điểm quan trắc được thực hiện theo 2 nội dung là kiểm tra mức độ phụ thuộc của giá trị chuyển dịch (Q) so với độ cao mực nước hồ (H) và xây dựng hàm hồi quy đặc trưng cho sự tương quan đó.

1. Xác định mối quan hệ tương quan giữa Q và H

-Theo công thức (1) và (4) tính được hệ số tương quan r, z:

$$r_{XY} = 0.94 ; z = 0.75$$

-Theo công thức (5) tính độ lệch chuẩn σ_z :

$$\sigma_z = 0.16$$

-Kiểm tra độ tin cậy của hệ số z theo công thức (3), chúng ta xác định được giữa Q và H có mối quan hệ tương quan mạnh, do đó chuyển sang bước 2: xây dựng hàm hồi quy cho mối quan hệ giữa 2 đại lượng đã nêu ở trên.

2. Xây dựng hàm hồi quy

Hàm hồi quy tuyến tính thể hiện sự phụ thuộc của chuyển dịch Q vào độ cao H có dạng:

$$Q = a.H + b$$

Dựa vào số liệu đưa ra ở bảng 1, chúng ta lập được hệ phương trình tuyến tính với ẩn số là tham số a và b:

$$\left. \begin{aligned} 465207,427.a + 4451,610.b &= 39,997 \\ 4451,610.a + 43,000.b &= 0,426 \end{aligned} \right\}$$

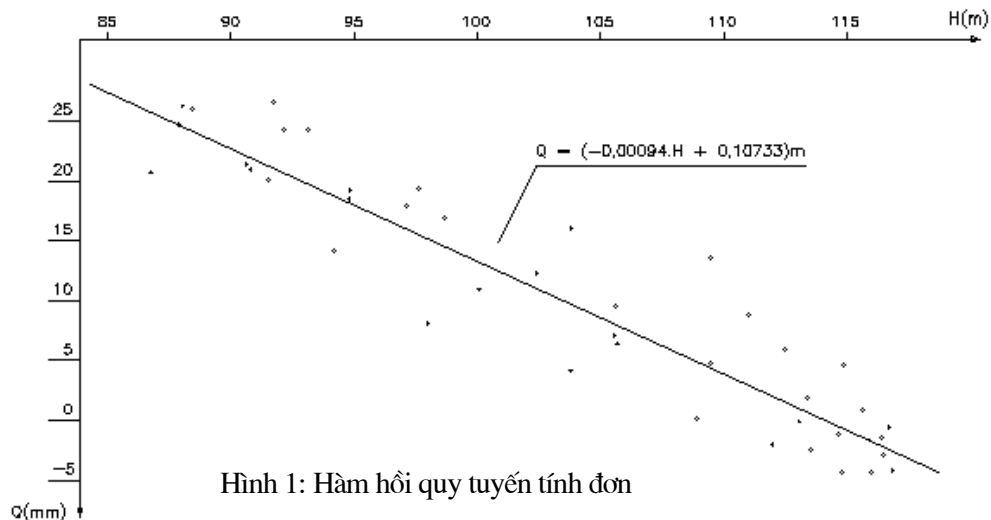
Giải hệ phương trình trên sẽ xác định được vector tham số:

$$a = -0.00094; b = 0.10733$$

Như vậy phương trình hồi quy thể hiện mối quan hệ giữa chuyển dịch ngang giữa chuyển dịch ngang điểm quan trắc và mực nước sẽ là:

$$Q = -0,00094.H + 0,10733$$

Biểu đồ thể hiện hàm hồi quy tuyến tính đơn giữa Q và H được đưa ra trên hình 3.6



Hình 1: Hàm hồi quy tuyến tính đơn

IV. KẾT LUẬN

Độ biến dạng của các công trình thủy lợi- thủy điện do nhiều nguyên nhân gây ra, do vậy khi phân tích, đánh giá biến dạng công trình cần kết hợp số liệu trắc địa với các số liệu liên quan khác như cao trình mực nước, nhiệt độ thân đập, nhiệt độ không khí môi trường, áp suất, độ ẩm... để thành lập các mô hình biểu thị sự liên quan giữa các đại lượng ngẫu nhiên này đến độ chuyển dịch của công trình. Như vậy dựa vào các số liệu quan trắc biến dạng công trình tại hiện trường các nhà trắc địa không chỉ phân tích để tìm ra các thông số của độ chuyển dịch công trình mà còn có nhiệm vụ nghiên cứu các nguyên nhân gây ra và từ đó đưa ra dự báo độ biến dạng công trình trong thời gian tới. Đây là số liệu rất hữu ích trong công tác thiết kế, quản lý, vận hành và bảo dưỡng các công trình thủy lợi- thủy điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công ty tư vấn xây dựng điện I (2002), *Báo cáo kỹ thuật công tác quan trắc tuyến đập thủy điện Yaly*, Hà nội.
2. Nguyễn Cao Văn, Trần Thái Ninh (2005), *Lý thuyết xác suất và thống kê toán*, Nxb Thống kê, Hà nội.
3. Baiarsky A. IA. (1984), *Lý thuyết nghiên cứu thống kê (tiếng Nga)*, Nxb Thống kê, Matxcova.
4. Cheturkin E. M. (1985), *Phương pháp dự đoán thống kê (tiếng Nga)*, Nxb Thống kê, Matxcova.
5. Cergeiev G. A, Ianuts D. A. (1983), *Phương pháp phân tích thống kê các đối tượng tự nhiên (tiếng Nga)*, Nxb Khí tượng thủy văn, Leningrad.
6. Cmirnov N. B. (1969), *Lý thuyết xác suất và thống kê toán ứng dụng trong công tác trắc địa (tiếng Nga)*, Nxb Nhedra, Matxcova.
7. Anderson T. W. (1976), *The staticstical analys of time- series*, JOHN WILEY AND SONS, INC. New York- London- Sydney- Toronto.
8. Kubacek L. (1988), *Foundations of Estimation Theory*, Elsevier; Amsterdam- Oxford- New York- Belin- Heidelberg.

SUMMARY

ASSESSMENT OF STRUCTURES HORIZONTAL MOVEMENT BY METHOD OF THE STATICSTICAL ANALYS OF TIME- SERIES

Hoang Xuan Thanh. *Water Resources University*

Prediction of deformation movement basing on geodetic measurement has important role in the management and operation of hydraulic works and hydro- power plant, but it's not yet to pay much attention in real situation in Vietnam so far. Apart from it, the report gives result and discussion of the mention staticstical method to apply reasonably for assessing and predicting horizontal movement of hydraulic structures and hydro- power plants. It also introduces the applied examples in the different concrete conditions in Vietnam.