

KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ ĐỘ ỔN ĐỊNH MỐC GỐC TRONG QUAN TRẮC LÚN CÔNG TRÌNH

Đào Xuân Lộc

Trường Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia TP.HCM
(Bài nhận ngày 05 tháng 8 năm 2003)

TÓM TẮT: Độ tin cậy kết quả đo lún công trình phụ thuộc vào độ ổn định của hệ thống mốc gốc. Trong bài báo này trình bày phương pháp đánh giá độ ổn định mốc gốc theo độ cao 1 mốc không đổi và theo độ cao trung bình hệ thống mốc gốc không đổi và kết quả khảo sát cho trường hợp 1 và 2 mốc dịch chuyển trong cụm 3 mốc gốc.

Độ tin cậy kết quả đo lún phụ thuộc nhiều vào độ ổn định của hệ thống mốc gốc. Đánh giá độ tin cậy của mốc gốc, nghĩa là phân tích sự chuyển động riêng của từng mốc và sai số xác định chúng có ý nghĩa quan trọng cho việc chọn cao độ gốc để bình sai xử lý số liệu đo trong từng chu kỳ quan trắc lún. Trong phạm vi bài báo này chúng tôi trình bày 2 phương pháp đánh giá độ ổn định mốc gốc và khảo sát cho một cụm gồm 3 mốc gốc.

1. Phương pháp độ cao 1 mốc gốc không thay đổi:

Đánh giá độ ổn định mốc gốc theo phương pháp này được tiến hành bằng cách chọn lần lượt các mốc gốc trong hệ thống làm mốc gốc để tính độ cao và độ dịch chuyển các mốc còn lại. Mốc được chọn là mốc gốc nếu thỏa mãn hai điều kiện, nếu tổng bình phương chuyển dịch của nó bé nhất và giá trị trung bình tuyệt đối chuyển dịch bé nhất, còn độ ổn định các mốc khác được đánh giá theo công thức [2]:

$$|S_{TB}| > t \cdot \mu \cdot \sqrt{Q_{TB}} \quad (1)$$

Trong đó : S_{TB} - trị dịch chuyển trung bình;
 t - sai số chuẩn;
 μ - sai số đơn vị trọng số;
 Q_{TB} - trọng số đảo trung bình của mốc.

2. Phương pháp độ cao trung bình hệ thống mốc gốc không thay đổi tiến hành như sau:

Trước hết tính độ cao trung bình của hệ thống mốc gốc trong chu kỳ j . Giả sử có n mốc trong hệ thống mốc gốc, và chênh cao giữa chúng được xác định trong một số chu kỳ đo. Điểm gốc để dùng tính cao độ trung bình có thể là điểm bất kỳ trong nhóm mốc gốc. Sau đó tính chênh cao mỗi một mốc so với cao độ trung bình:

$$H'_{i,j} = H_{i,j} - H_{TB,j} = H_{i,j} - \frac{\sum H_{i,j}}{n} \quad (2)$$

Nếu khoảng thời gian giữa 2 chu kỳ đo j và $j+1$, tất cả các mốc ổn định thì độ lệch của chúng so với trị trung bình nằm trong giới hạn sai số. Nếu trong chu kỳ đo $j+1$ mốc có số hiệu K thay đổi cao độ Δ_K nghĩa là:

$$H_{K,j+1} = H_{K,j} + \Delta_K \quad (3)$$

thì trị cao độ trung bình sẽ thay đổi 1 đại lượng là $\frac{\Delta_K}{n}$, và độ cao tất cả các mốc tương đối với độ cao trung bình thay đổi một đại lượng sau:

$$\begin{aligned} H'_{1,j+1} &= H_{1,j} - \frac{\Delta_K}{n} \\ &\dots\dots\dots \\ H'_{K,j+1} &= H_{K,j} + \Delta_K - \frac{\Delta_K}{n} \\ &\dots\dots\dots \\ H'_{n,j+1} &= H_{n,j} - \frac{\Delta_K}{n} \end{aligned} \quad (4)$$

Từ đây, suy ra rằng sự thay đổi cao độ 1 trong các mốc gốc sẽ kéo theo sự thay đổi cao độ trung bình 1 đại lượng $-\frac{\Delta_K}{n}$, đại lượng này được gọi là phản ứng hệ R từ thay đổi

cao độ 1 mốc gốc và bản thân cao độ mốc K sẽ thay đổi 1 đại lượng $\Delta_K - \frac{\Delta_K}{n}$, so với cao độ trung bình. Nếu phản ứng hệ R tại hai mốc r và K, ta có:

$$R = \frac{\Delta_K + \Delta_r}{n},$$

và trong trường hợp này cao độ mốc K và r sẽ thay đổi một đại lượng $\Delta_K - \frac{\Delta_K + \Delta_r}{n}$ và

$$\Delta_r - \frac{\Delta_K + \Delta_r}{n}.$$

Như vậy, theo sự thay đổi cao độ mốc so với cao độ trung bình, có thể đánh giá về sự thay đổi cao độ mốc gốc trên phản ứng toàn hệ, và độ lệch cao độ một mốc nào đó từ chu kỳ j sang j+1 được tính

$$\delta_{i,j+1} = H'_{i,j+1} - H'_{i,j} \quad (5).$$

Khi mốc K thay đổi Δ_K thì chính mốc K thay đổi cao độ

$$\delta_{K,j+1} = \Delta_K \left(\frac{n-1}{n} \right),$$

và mốc i thay đổi cao độ $\delta_{i,j+1} = \frac{\Delta_K}{n}$ so với cao độ trung bình của hệ.

Kết luận về sự thay đổi cao độ mốc chỉ có thể đưa ra chỉ khi hiệu cao độ mốc vượt quá khoảng tin cậy nào đó mà khoảng tin cậy này lại được xác định bởi độ chính xác phép đo.

Giá trị dịch chuyển mốc có thể phân ra làm ba loại : giá trị đột biến Δ_i giá trị chuyển dịch chậm η_i (giữa 2 chu kì kế nhau có thể không đáng kể, nhưng chúng có thể tích lũy đáng kể qua nhiều chu kỳ), giá trị sai số ngẫu nhiên τ_i .

Như vậy, để cho mốc K ta có:

$$\delta_{K,j} = (\Delta_{K,j} + \eta_{K,j} + \tau_{K,j}) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta_{i,j} + \eta_{i,j} + \tau_{i,j}) \quad (6)$$

trong thành phần thứ 2 vế phải (6) có cả chuyển động riêng của mốc K. Để loại khỏi phản ứng hệ, ta cộng và trừ 1 đại lượng $\frac{1}{n} (\Delta_{K,j} + \eta_{K,j} + \tau_{K,j})$ vào công thức (6), ta có:

$$\delta_{K,j} = \frac{n-1}{n} (\Delta_{K,j} + \eta_{K,j} + \tau_{K,j}) - \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta_{i,j} + \eta_{i,j} + \tau_{i,j}) - \frac{1}{n} (\Delta_{K,j} + \eta_{K,j} + \tau_{K,j}) \right] \quad (7)$$

sự tích lũy chuyển dịch mốc K trong m chu kì đo cho ta:

$$\sum_{j=1}^m \delta_{K,j} = \frac{n-1}{n} \sum_{j=1}^m (\Delta_{K,j} + \eta_{K,j} + \tau_{K,j}) - \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (\Delta_{i,j} + \eta_{i,j} + \tau_{i,j}) - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m (\Delta_{K,j} + \eta_{K,j} + \tau_{K,j}) \right] \quad (8)$$

Vì τ là sai số ngẫu nhiên mà kì vọng toán của nó bằng 0 nên

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \tau_{K,j} = 0 \quad \text{và} \quad \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \tau_{i,j} = 0$$

và (8) trở thành:

$$\sum_{j=1}^m \delta_{K,j} = \frac{n-1}{n} \sum_{j=1}^m (\Delta_{K,j} + \eta_{K,j}) - \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (\Delta_{i,j} + \eta_{i,j}) + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m (\Delta_{K,j} + \eta_{K,j}) \right] \quad (9)$$

Thành phần thứ nhất vế phải (9) đặc trưng tổng chuyển dịch riêng của mốc K, thành phần thứ hai trong dấu móc vuông là phản ứng hệ và chuyển dịch chậm tất cả các mốc.

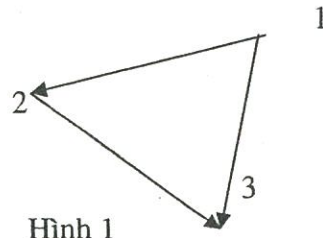
Từ (9) biến đổi ta có:

$$\sum_{j=1}^m (\Delta_{K,j} + \eta_{K,j}) = \frac{n}{n-1} \sum_{j=1}^m \delta_{K,j} + \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^m \delta_{1,j} + \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^m \delta_{2,j} + \dots + \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^m \delta_{n,j} \quad (10)$$

Trình tự tính toán như sau: (bảng 2)

1. Chọn 1 mốc bất kỳ trong hệ mốc gốc làm mốc gốc (ví dụ mốc 1 có $H_1=0.00$)
2. Tính cao độ trung bình (H_{TB} - cột 5), H_i'
3. Tính $\delta_{i,j}$ (cột 10,11,12)
4. Tính chuyển động riêng của mốc (cột 5, bảng 3).

Ví dụ : kết quả đo chênh cao trong cụm 3 mốc gốc có kết quả trong 12 chu kì đo ở bảng 1: (đơn vị mm)



Hình 1

Bảng 1

Ch.caao	Chu kỳ											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
h1-2	0.90	0.82	0.76	0.62	-0.24	-0.40	-0.52	-0.68	-0.84	-1.00	-1.04	-1.08
h1-3	-0.34	-0.50	-0.58	-0.78	-0.86	-0.96	-1.12	-1.22	-1.28	-1.48	-1.98	-2.00
h2-3	-1.24	-1.32	-1.34	-1.40	-0.62	-0.56	-0.60	-0.54	-0.46	-0.48	-0.94	-0.92

Bảng 2

Chu kì	H ₁	H ₂	H ₃	H _{TB}	H' ₁	H' ₂	H' ₃	Σ _{KT}	δ ₁	δ ₂	δ ₃	Kiểm tra
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.00	+0.90	-0.34	0.19	-0.19	0.71	-0.53	-0.01	+0.08	0.00	-0.08	0.00
2	0.00	+0.82	-0.50	0.11	-0.11	0.71	-0.61	-0.01	+0.05	-0.01	-0.03	0.01
3	0.00	0.76	-0.58	0.06	-0.06	0.70	-0.64	0.00	0.11	-0.03	-0.09	-0.01
4	0.00	0.62	-0.78	-0.05	0.05	0.67	-0.73	-0.01	<u>0.32</u>	<u>-0.54</u>	<u>0.22</u>	0.00
5	0.00	-0.24	-0.86	-0.37	0.37	0.13	-0.49	0.01	(0.05)	(0.00)	(-0.05)	
6	0.00	-0.40	-0.96	-0.45	0.45	0.05	-0.51	-0.01	0.08	-0.08	-0.02	-0.02
7	0.00	-0.52	-1.12	-0.55	0.55	0.03	-0.57	0.01	0.10	-0.02	-0.06	0.02
8	0.00	-0.68	-1.22	-0.63	0.63	-0.05	-0.59	-0.01	0.08	-0.08	-0.02	-0.02
9	0.00	-0.82	-1.28	-0.70	0.70	-0.13	-0.58	-0.01	0.07	-0.08	0.01	0.00
10	0.00	-1.00	-1.48	-0.83	0.83	-0.17	-0.65	0.01	0.13	-0.04	-0.07	0.02
11	0.00	-1.04	-1.98	-1.01	1.01	-0.03	-0.97	0.01	<u>0.18</u>	<u>0.14</u>	<u>-0.32</u>	0.00
12	0.00	-1.08	-2.00	-1.03	1.03	-0.05	-0.97	0.01	(0.02)	(-0.02)	(0.00)	
									0.02	-0.02	0.00	0.00

Ghi chú:

Các giá trị δ_i có gạch dưới là vượt quá hạn sai cho phép (mốc có khả năng dịch chuyển giữa 2 chu kỳ kề nhau); Hạn sai Δgh = 3.m_{TĐ}, mà khi đo cao hình học khoảng cách ngắn với D ≤ 30m theo công thức thực nghiệm của GS ME. Piscunốp được trình bày trong [3] sai số trạm đo m_{TĐ}=0,05mm nên Δgh = 0,15 mm; Ví dụ giữa chu kỳ 4 và 5 mốc gốc số 2 bị loại do Δ = -0,54 mm (lớn nhất), sau khi loại mốc 2, giá trị trong ngoặc đơn ghi là 0,00 cho mốc này, riêng δ₁ và δ₂ được cộng thêm Δ/2; (δ₁)=δ₁+Δ/2 và (δ₃)= δ₃+Δ/2; Giữa chu kỳ 10 và 11 loại mốc 3 vì Δ = -0,32mm

Để khảo sát sự thay đổi của mốc số 2 từ công thức (10) cho mốc số 2 có:

$$\sum_{j=1}^m (\Delta_{2,j} + \eta_{2,j}) = \frac{3}{2} \sum_1^m \delta_{2,j} + \frac{1}{2} \sum_1^m \delta_{1,j} + \frac{1}{2} \sum_1^m \delta_{3,j}$$

hay thay vế phải bằng các thành phần:

$$T_{2j} = \frac{3}{2} \sum_1^m \delta_{2,j} \quad ; \quad T_{1j} = \frac{1}{2} \sum_1^m \delta_{1,j} \quad ; \quad T_{3j} = \frac{1}{2} \sum_1^m \delta_{3,j}$$

ta có:

$$\sum_{j=1}^m (\Delta_{2,j} + \eta_{2,j}) = \sum = T_1 + T_2 + T_3$$

Cần lưu ý rằng khi tính các giá trị T_{ij} mà tại đó có phát hiện mốc K có $\delta_{k,j}$ dịch chuyển quá giới hạn sai số, thì khi tính T_{kj} phải dùng $\delta_{k,j}$, còn các mốc $i \neq K$ thì lấy giá trị trong ngoặc đơn (nghĩa là phải loại trừ ảnh hưởng đột biến mốc K đến các mốc $i \neq K$).

Tại bảng 3 là kết quả tính cao độ mốc 2 và mốc 3 thay đổi trong các chu kỳ đo, riêng kết quả tính cao độ mốc 1 không giới thiệu chi tiết trong bảng này.

Bảng 3

Chu kỳ	Mốc số 2					Mốc số 3				
	T_{2j}	T_{1j}	T_{3j}	Σ_2	H_{2j}	T_{3j}	T_{1j}	T_{2j}	Σ_3	H_{3j}
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.24
2	0.00	0.04	-0.04	0.00	0.00	-0.12	0.04	0.00	-0.08	-1.32
3	-0.02	0.06	-0.06	-0.02	-0.02	-0.16	0.06	0.00	-0.10	-1.34
4	-0.06	+0.12	-0.10	-0.04	-0.04	-0.30	0.12	-0.02	-0.20	-1.44
5	-0.87	+0.14	-0.12	-0.85	-0.85	-0.37	0.14	-0.02	-0.25	-1.49
6	-0.99	+0.18	-0.14	-0.95	-0.95	-0.40	0.19	-0.06	-0.27	-1.51
7	-1.02	+0.24	-0.16	-0.94	-0.94	-0.50	0.25	-0.07	-0.32	-1.56
8	-1.14	0.28	-0.17	-1.03	-1.03	-0.52	0.29	-0.11	-0.34	-1.58
9	-1.26	0.31	-0.18	-1.13	-1.13	-0.51	0.33	-0.15	-0.33	-1.57
10	-1.32	0.38	-0.20	-1.14	-1.14	-0.61	0.39	-0.17	-0.39	-1.63
11	-1.35	0.38	-0.20	-1.17	-1.17	-1.09	0.40	-0.18	-0.87	-2.11
12	-1.38	0.40	-0.20	-1.18	-1.18	-1.09	0.41	-0.19	-0.87	-2.11

Để có điều kiện so sánh chúng tôi thống kê số liệu cao độ 3 mốc theo phương pháp 2 tại cột 2,3,4, theo phương pháp 1 tại cột 5,6,7 bảng 4, còn kết quả độ lệch cao độ các mốc giữa 2 phương pháp giới thiệu tại cột 8,9,10 bảng này.

Bảng 4

Chu kỳ	H1	H2	H3	H1''	H2''	H3''	$\Delta H1$	$\Delta H2$	$\Delta H3$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	-0.90	0.00	-1.24	-0.90	0.00	-1.24	0.00	0.00	0.00
2	-0.82	0.00	-1.32	-0.82	0.00	-1.32	0.00	0.00	0.00
3	-0.78	-0.02	-1.34	-0.76	0.00	-1.34	0.02	0.02	0.02
4	-0.66	-0.04	-1.44	-0.62	0.00	-1.40	0.04	0.04	0.04
5	-0.61	<u>-0.85</u>	-1.49	-0.54	<u>-0.78</u>	-1.40	0.07	0.07	0.09
6	-0.55	-0.95	-1.51	-0.44	-0.84	-1.40	0.11	0.11	0.11
7	-0.42	-0.94	-1.56	-0.32	-0.84	-1.44	0.10	0.09	0.12
8	-0.35	-1.03	-1.58	-0.22	-0.90	-1.44	0.13	0.13	0.14
9	-0.29	-1.13	-1.57	-0.16	-0.98	-1.44	0.13	0.15	0.13
10	-0.14	-1.14	-1.63	0.02	-0.98	-1.46	0.16	0.16	0.17
11	-0.13	-1.17	<u>-2.11</u>	0.06	-0.98	<u>-1.92</u>	0.19	0.19	0.19
12	-0.1	-1.18	-2.11	0.08	-1.00	-1.92	0.18	0.18	0.19

Phân tích số liệu tại bảng 4 ,chúng tôi nhận thấy rằng độ cao các mốc gốc tính theo phương pháp 2 đều có sự thay đổi giữa hai chu kỳ đo kế nhau, trong khi đó cao độ 1 mốc gốc theo phương pháp 1 có thể không thay đổi qua nhiều chu kỳ đo (ví dụ mốc 2 từ chu kỳ 1 đến chu kỳ 4; mốc 3 từ chu kỳ 4 đến chu kỳ 6 và từ chu kỳ 7 đến chu kỳ 9). Nói cách khác là theo phương pháp 1 không ghi nhận sự thay đổi chậm của các mốc giữa các chu kỳ đo. Tuy nhiên , qua ví dụ trên cả 2 phương pháp đều ghi nhận mốc 2 ở chu kỳ 5 và mốc 3 ở chu kỳ 11 có chuyển động riêng đáng kể .Độ lệch giữa 2 phương pháp ở các chu kỳ cuối là lớn nhất và chiếm khoảng 25% trị thay đổi độ cao.

Trên đây chỉ là một ví dụ so sánh hai phương pháp đánh giá độ ổn định cụm 3 mốc gốc theo số liệu chênh cao đo giữa các chu kỳ. Để có bức tranh tổng quát hơn về sự thay đổi cao độ cụm 3 mốc ,chúng tôi xây dựng mô hình và tiến hành khảo sát như sau:

3. Khảo sát cụm ba mốc gốc

Việc chọn hệ thống cụm 3 mốc là trên cơ sở thực tế trong sản xuất hiện nay, nếu thi công nhiều mốc gốc sẽ phải chi phí khá tốn kém, nhất là khi mốc gốc lại là mốc sâu, phải khoan và đặt gổ lên lớp đá gốc ổn định. Ngoài ra, việc chọn hệ thống 3 mốc tạo thành tam giác thì có thể lựa chọn vị trí đặt máy thủy bình chính xác tâm vòng tròn ngoại tiếp tam giác, để từ đó xác định chênh cao giữa các mốc với độ chính xác cao và cùng trọng số. Số chu kỳ đo chọn khảo sát là 10, lớn hơn số lượng chu kỳ đo lún hiện nay [3]. Mô hình 1 được xây dựng theo nguyên tắc giữa các chu kỳ đo chỉ có 1 mốc lún (hoặc trời), 2 mốc khác ổn định. Mô hình 2 giữa các chu kỳ đo 1 mốc lún, 1 mốc trời mốc còn lại ổn định cao độ. Mô hình 3 giữa các chu kỳ đo 2 mốc lún (hoặc trời), mốc còn lại ổn định độ cao. Cao độ (mm) các mốc gốc ở các phương án trên giới thiệu ở Bảng 5. Khi cả 3 mốc đều bị lún hoặc trời trong thời gian giữa 2 chu kỳ kế nhau thì phần chênh dịch chuyển 3 mốc sẽ không thể phát hiện theo cả hai phương pháp, vì sự thay đổi chung của 3 mốc (chỉ trời, hoặc chỉ lún) không thể hiện ở sự thay đổi chênh cao giữa các chu kỳ đo. Điều này dễ dàng nhận thấy, nên chúng tôi không khảo sát loại mô hình này. Sự trời lún chung của cả cụm mốc chỉ có thể phát hiện nếu trong hệ thống mốc cơ sở có thêm hai cụm mốc gốc khác và tiến hành đo kiểm tra chênh cao giữa chúng theo các chu kỳ đo.

Bảng 5

Chu kỳ	Mô hình 1			Mô hình 2			Mô hình 3		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3
1	0.00	-0.80	-0.50	0.00	5.35	10.20	0.00	-0.80	-0.50
2	-0.10	-0.83	-0.55	0.04	5.20	10.15	-0.10	-0.83	-0.55
3	-0.15	-0.80	<u>-0.85</u>	<u>0.36*</u>	<u>4.90</u>	10.18	-0.15	<u>-1.05</u>	<u>-0.85</u>
4	-0.14	-0.82	-0.90	0.32	4.82	10.05	-0.14	-1.15	-0.90
5	-0.17	-0.81	-0.89	0.30	4.84	10.15	-0.17	-1.06	-0.95
6	-0.20	-0.85	-0.95	<u>0.52*</u>	<u>4.50</u>	10.08	-0.20	-1.18	-0.97
7	<u>-0.56</u>	-0.79	-0.94	0.51	4.45	10.03	<u>-0.56</u>	<u>-1.65</u>	-0.99
8	-0.60	<u>-1.06</u>	-0.99	0.49	<u>4.20</u>	<u>10.53*</u>	-0.54	-1.60	-1.03
9	-0.62	-1.13	-1.08	0.48	4.18	10.45	-0.58	-1.71	-1.09
10	-0.61	-1.20	<u>-1.90</u>	0.46	4.16	<u>10.00</u>	-0.60	-1.82	<u>-2.40</u>

- Các trị số có dấu * bảng 5 là mốc bị trời lên giữa 2 chu kỳ kế nhau.

Kết quả thực thay đổi cao độ và sự thay đổi cao độ theo 2 phương pháp cho 3 mô hình trình bày tại bảng 6, 7, 8.

Mô hình 1

Bảng 6

Chu kỳ	ΔH1			ΔH2			ΔH3		
	Thực	p.p 2	p.p1	Thực	p.p2	p.p1	Thực	p.p2	p.p1
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	-0.04	-0.05	-0.03	0.03	0.02	-0.05	0.01	0.00
3	-0.15	-0.08	-0.05	0.00	0.07	0.10	<u>-0.35</u>	<u>-0.28</u>	<u>-0.25</u>
4	-0.14	-0.05	-0.02	-0.02	0.07	0.10	-0.40	-0.31	-0.28
5	-0.17	-0.13	-0.06	-0.01	0.08	0.10	-0.39	-0.30	-0.28
6	-0.20	-0.08	-0.05	-0.05	0.07	0.10	-0.45	-0.32	-0.30
7	<u>-0.56</u>	<u>-0.47</u>	<u>-0.42</u>	0.01	0.10	0.15	-0.44	-0.34	-0.30
8	-0.60	-0.47	-0.41	<u>-0.26</u>	-0.12	-0.07	-0.49	-0.34	-0.30
9	-0.62	-0.50	-0.36	<u>-0.33</u>	-0.12	-0.07	-0.58	-0.37	-0.32
10	-0.61	-0.48	-0.28	-0.40	-0.18	-0.07	<u>-1.40</u>	<u>-1.17</u>	<u>-1.07</u>

Mô hình 2

Bảng 7

Chu kỳ	ΔH1			ΔH2			ΔH3		
	Thực	p.p2	p.p1	Thực	p.p2	p.p1	Thực	p.p2	P.p1
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.04	0.09	0.09	-0.05	-0.10	-0.10	-0.05	0.00	0.00
3	<u>0.36</u>	<u>0.38</u>	<u>0.38</u>	<u>-0.45</u>	<u>-0.42</u>	<u>-0.43</u>	-0.02	0.00	0.00
4	0.32	0.43	0.42	-0.53	-0.42	-0.43	-0.15	-0.05	-0.25
5	0.30	0.38	0.38	-0.51	-0.43	-0.43	-0.05	0.02	0.03
6	<u>0.52</u>	<u>0.66</u>	<u>0.67</u>	-0.85	-0.70	-0.70	-0.12	0.02	0.03
7	0.51	0.69	0.71	-0.90	-0.72	-0.70	-0.17	0.00	0.03
8	0.49	0.71	0.71	<u>-1.15</u>	<u>-1.00</u>	<u>-0.93</u>	<u>0.33</u>	<u>0.54</u>	<u>0.55</u>
9	0.48	0.74	0.72	-1.17	-0.98	-0.93	0.25	0.50	0.49
10	0.46	0.74	0.72	-1.19	-0.98	-0.93	-0.20	-0.23	0.06

Mô hình 3

Bảng 8

Chu kỳ	ΔH1			ΔH2			ΔH3		
	Thực	p.p2	p.p1	Thực	p.p2	p.p1	Thực	p.p2	P.p1
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.01	-0.03	-0.05	-0.03	0.03	0.02	-0.05	0.00	0.00
3	-0.15	0.18	0.12	<u>-0.25</u>	0.07	0.02	<u>-0.35</u>	-0.08	-0.08
4	-0.14	0.24	0.18	-0.35	0.25	-0.03	-0.40	-0.05	-0.08
5	-0.17	0.22	0.18	-0.26	0.12	0.09	-0.45	-0.16	-0.10
6	-0.20	0.22	0.18	-0.38	0.04	0.00	-0.47	-0.09	-0.09
7	<u>-0.56</u>	0.28	0.18	<u>-0.85</u>	-0.01	-0.11	-0.49	0.34	0.25
8	-0.54	0.30	0.18	-0.80	0.04	-0.08	-0.53	0.24	0.19
9	-0.58	0.34	0.20	-0.91	-0.01	-0.13	-0.59	0.35	0.19
10	-0.60	0.38	0.25	-1.02	-0.06	0.03	-1.90	-0.87	-1.05

Để có cơ sở phân tích cho mô hình số 3, lược trích số liệu tính cột 10,11,12 (bảng 2 tính cho mô hình này) giữa các chu kỳ 2-3,6-7 và 9-10, và trình bày trong bảng 9.

Bảng 9

Giữa chu kỳ	δ 1	δ 2	δ 3
2-3	<u>0.15</u>	-0.03	-0.11
6-7	-0.07	-0.18	<u>0.27</u>
9-10	0.46	0.37	<u>-0.83</u>

Nhận xét : So sánh kết quả tính hai phương pháp với giá trị thực thay đổi cao độ tại bảng 6, nhận thấy rằng khi trong cụm mốc chỉ có cao độ 1 mốc gốc dịch chuyển với giá trị vượt quá sai số giới hạn, còn 2 mốc còn lại ổn định (cao độ thay đổi trong phạm vi sai số) thì phương pháp cao độ trung bình cụm mốc không đổi, cho kết quả gần với trị thực hơn là phương pháp độ cao một mốc không đổi trong từng chu kỳ đo. Sự lệch nhau giữa hai phương pháp cũng nằm trong giới hạn sai số.

Kết quả tại bảng 7 cho thấy, khi có 2 mốc thay đổi cao độ với dấu khác nhau, nghĩa là một mốc trôi còn mốc kia lún (nghĩa là cao độ trung bình cụm mốc không thay đổi nhiều) thì kết quả hai phương pháp cũng hoàn toàn phù hợp và so với giá trị thực thay đổi độ cao.

Khi chúng tôi khảo sát cho cụm 4, hoặc 5 mốc với số lượng hơn 50% mốc ổn định hoặc số lượng mốc ổn định ít hơn 50% nhưng các mốc khác có trôi lún khác dấu nhau thì kết quả cũng phù hợp với hai nhận xét nêu trên.

Với kết quả khảo sát cho mô hình 3 ta thấy tuy sự chênh nhau giữa hai phương pháp không lớn, nhưng chúng lại lệch với giá trị thực khá lớn và có khi ngược dấu nhau. Điều này được lý giải như sau: Khi cả hai mốc thay đổi cao độ theo 1 chiều thì phản ứng của hệ đến cao độ mốc ổn định lớn dẫn tới nhận định sai về sự dịch chuyển cao độ mốc (ví dụ trong bảng 9, theo δ nhận định mốc số 1 và số 3 bị trôi giữa chu kỳ 2-3 và 6-7, trong khi đó, sự thực 2 mốc 2 và 3, 1 và 2 lại lún trong các chu kỳ tương ứng). Đối với phương pháp 1, thay vì phải chọn mốc số 1 chu kỳ 2-3 và mốc số 3 chu kỳ 6-7 lại chọn mốc 2 và 1 tương ứng. Như vậy, với trường hợp 2 mốc dịch chuyển cùng một hướng trong một cụm 3 mốc thì sử dụng cả hai phương pháp đều không hiệu quả. Khi khảo sát cho cụm 4, 5 mốc với hơn 50% số lượng mốc dịch chuyển cao độ về một phía chúng tôi cũng có kết luận tương tự. Với trường hợp này trước hết nên tính sự thay đổi chênh cao giữa các mốc và căn cứ vào đó để đưa ra giả thuyết, tiếp theo phải có sự phân tích kết cấu, vị trí gắn các mốc, tình hình địa chất công trình, hoạt động các phương tiện giao thông để củng cố giả thuyết nêu. Ví dụ, nếu 3 mốc trong mô hình 3, được chọn, gắn vào 3 công trình kiên cố với hệ móng cọc đã xây dựng hơn 15 năm thì giữa chu kỳ 2-3 có thể đưa giả thuyết là mốc 2 và 3 bị lún và chọn luôn mốc 1 có cao độ không thay đổi trong chu kỳ 2 và 3. Kinh nghiệm cho thấy khi mốc gắn tại các công trình kiên cố trong khu vực đất yếu thì khả năng lún nhiều hơn trôi nếu không bị tác động lớn từ bên ngoài như hoạt động kiến tạo vỏ trái đất.

Qua việc khảo sát các mô hình cụm 3 mốc gốc chúng tôi nhận thấy cả hai phương pháp đều cho kết quả lệch nhau ít, nhưng phương pháp độ cao trung bình không đổi có tính đến chuyển động chậm của các mốc gốc. Do phương pháp độ cao 1 mốc gốc không thay đổi đơn giản trong việc tính toán, nên trong thực tế nên dùng cả hai phương pháp để có điều kiện so sánh. Sau mỗi chu kỳ đo cần có sự phân tích kịp thời các giả thuyết nêu ra để có sự chọn lựa phù hợp.

ELIMINATION OF BENCHMARK'S STABILITY IN SETTLEMENT MEASURING FOR ENGINEERING CONSTRUCTION

Dao Xuan Loc

ABSTRACT: The reliability of settlement measuring results for engineering construction relates a stability of benchmark group. This paper presents 2 methods for

elimination of benchmarks stability: In the first method one benchmark is unchanged in height. In the second method the average of height of the benchmark group is unchanged from every observation period to the other. There are also presented height change of 3 benchmark, where 1 or 2 benchmarks change its height.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] – **Đào Xuân Lộc, Nguyễn Văn Đức, Chu Quốc Quyền, Nguyễn Ngọc Lâu**, *Nghiên cứu biến dạng công trình Thủy điện Trị An bằng phương pháp đo lập trắc địa*, đề tài cấp bộ B91-02-09 TP.HCM 1993.
- [2] – *Thực hành trắc địa ứng dụng. Cơ sở trắc địa đảm bảo xây dựng, khảo sát công trình – Moxcova-inhedra* 1993.
- [3] – **Nguyễn Tấn Lộc**, *Trắc địa cơ bản trong khảo sát thi công và quan trắc biến dạng công trình* - Trường Đại Học Bách Khoa TP.HCM, 1998.