NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC CÔNG NGHỆ GPS TRONG HỆ THỐNG QUAN TRẮC CẦU DÂY

STUDY ON EVALUATION OF THE GPS TECHNICAL ACCURACY IN THE MONITORING SYSTEM OF CABLE BRIDGES

TS. Hồ Thị Lan Hương
Trường đại học Giao Thông Vận tải

Tóm tắt: Bài báo đánh giá độ chính xác của công nghệ GPS trong hệ trống quan trắc liên tục cầu dây thông qua số liệu đo thực nghiệm và số liệu đo cầu Trần Thị Lý.

Summary : This paper evaluates the GPS technical accuracy in the continuos monitoring system of cable bridges based on experimental data and the data of Tran Thi Ly bridge.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

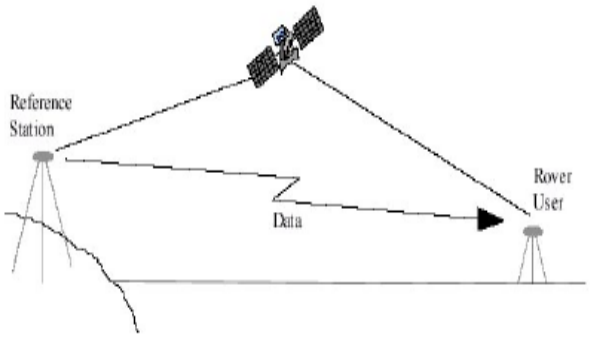
Hệ thống quan trắc liên tục kết cấu công trình (Structural health Monitoring – SHM) được bắt đầu ứng dụng ở Việt Nam từ những năm 2005, hệ thống đầu tiên được lắp đặt tại cầu Rạch Miễu để theo dõi công trình trong quá trình sử dụng, và lắp đặt tại cầu Bãi Cháy để theo dõi công trình trong quá trình thi công, tiếp theo hệ thống được lắp đặt trên các cầu Cần Thơ, Nhật Tân, Trần Thị Lý và cầu Bính. Trong các hệ thống SHM đã lắp đặt trên các công trình cầu có 2/3 sử dụng công nghệ GPS để đo chuyển vị của cầu, vấn đề đánh giá độ chính xác kết quả đo bằng công nghệ GPS trong hệ thống qua trắc liên tục còn mới mẻ đang được các nhà chuyên môn quan tâm vì vậy hướng nghiên cứu của bài báo có ý nghĩa thực tiễn tại Việt Nam.

II. NỘI DUNG BÀI BÁO

II.1 Nguyên lý đo GPS trong hệ thống quan trắc liên tục

Trong quan trắc liên tục cầu sử dụng công nghệ đo GPS với phương pháp đo động xử lý tức thời hay còn gọi là đo động thời gian thực (Real Time Kinematic - RTK) là phương pháp đo bằng công nghệ GPS cho phép giải toạ độ trạm động ngay tại thực địa nhờ việc xử lý tức thời số liệu thu vệ tinh. Phương pháp đo GPS- RTK (hình 1) bao gồm 1 hoặc 2 máy đặt tại điểm cố định (trạm base) và 1 hay nhiều máy di động (trạm rover), liên lạc giữa trạm base và trạm rover bằng thiết bị phát sóng RadioLink hoặc bằng cáp truyền dữ liệu.

Trong hệ thống SHM, GPS được gắn tại những vị trí đặc biệt của cầu như: đỉnh tháp cầu, vị trí 1/2 hoặc 1/4 nhịp cầu, vị trí có khe co dãn..vị trí lắp đặt GPS trên cầu dây (hình 2).

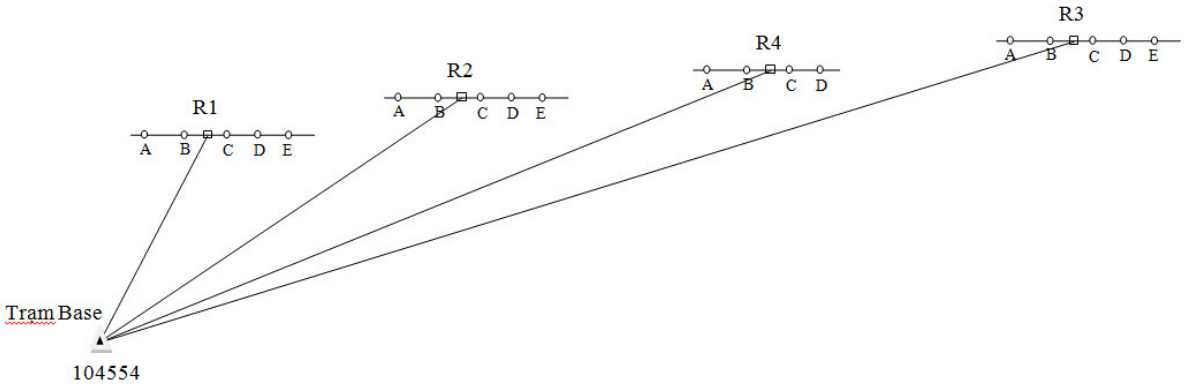


Hình 1:Sơ đồ phương pháp GPS - RTK

II.2 Khảo sát độ chính xác của phương pháp RTK-GPS

II.2.1 Đo đạc thực nghiệm tại đường đê Gia Lâm

Sơ đồ đo thực nghiệm (hình 3) được đo bằng máy thu tín hiệu vệ tinh 5800, 2 tần với chế độ đo RTK, kèm theo là thiết bị điều khiển và bộ Radio Link.



Hình 3: Sơ đồ thực nghiệm tại đê Gia Lâm

Trạm Base được đặt tại 1 điểm tọa độ nhà nước và điểm Rove trượt trên một thước thép tiêu chuẩn được gắn trên bộ đế tự chế có chiều dài 50cm (hình 4), khoảng cách giữa trạm Base và rove được thay đổi (bảng 1).

a. Số liệu đo

Hình 4: Thước trượt mm tự chế

Bảng 1: Khoảng cách giữa trạm Base và trạm Rove

Trạm Base	**Trạm Rove**	**Khoảng cách (m)**
102554	R_1	1060
	R_2	1641
	R_3	2318
	R_4	1933

Kết quả đo GPS – RTK là tọa độ tức thời của trạm rove tại các vị trí trượt trên thước, đồng thời đọc giá trị tương ứng trên thước được ghi trong bảng 2,3,4,5.

Bảng 2: Số liệu đo trạm R_1

Vị trí Rover	**Vị trí GPS trên thước trượt**	**Kết quả đo bằng GPS – RTK**		**Giá trị đọc trên thước(m)**
		X (m)	**Y (m)**	
R_1	A	2330620.53	590490.03	0.016
	B	2330620.577	590490.171	0.163
	C	2330620.658	590490.372	0.380
	D	2330620.682	590490.451	0.470
	E	2330620.607	590490.231	0.245

Bảng 3: Số liệu đo trạm R_2

Vị trí Rover	Vị trí GPS trên thước trượt	Kết quả đo bằng GPS – RTK		Giá trị đọc trên thước(m)
		X (m)	Y (m)	
R_2	A	2330849.846	591026.909	0.029
	B	2330849.934	591027.056	0.197
	C	2330850.000	591027.179	0.336
	D	2330850.071	591027.292	0.468
	E	2330849.951	591027.093	0.239

Bảng 4: Số liệu đo trạm R_3

Vị trí Rover	Vị trí GPS trên thước trượt	Kết quả đo bằng GPS – RTK		Giá trị đọc trên thước(m)
		X (m)	Y (m)	
R_3	A	2331116.637	591650.85	0.042
	B	2331116.319	591650.783	0.375
	C	2331116.247	591650.763	0.435
	D	2331116.21	591650.753	0.471
	E	2331116.505	591650.816	0.170

Bảng 5: Số liệu đo trạm R_4

Vị trí Rover	Vị trí GPS trên thước trượt	Kết quả đo bằng GPS – RTK		Giá trị đọc trên thước(m)
		X (m)	Y (m)	
R_4	A	2330968.629	591294.833	0.034
	B	2330968.800	591295.083	0.331
	C	2330968.856	591295.168	0.430
	D	2330968.873	591295.194	0.468

b. Tính toán độ chính xác của phương pháp

Từ số liệu đo trên, tính đượng khoảng cách, độ lệch khoảng cách và sai số trung phương tại mỗi trạm (bảng 6).

Bảng 6: Sai số của giá trị đo GPS so với trị đo bằng thước thép

Vị trí Rove	***Tên Khoảng cách***	**S_{GPS} (mm)**	**$S_{Thước}$ (mm)**	**ΔS (mm)**	**$m_{S\text{ - gps}}$ (sai số TP mm)**
R_1	S_{AB}	149	147	2	7.7
	S_{AC}	215	229	-14	
	S_{AD}	365	364	1	
	S_{AE}	448	454	-6	
R_2	S_{AB}	171	169	3	3.1
	S_{AC}	212	210	2	
	S_{AD}	311	308	3	
	S_{AE}	444	440	4	
	S_{AB}	136	128	8	

R_3	S_{AC}	325	333	-8	8.03
	S_{AD}	400	393	7	
	S_{AE}	438	429	9	
R_4	S_{AB}	303	297	6	6.4
	S_{AC}	405	396	9	
	S_{AD}	436	434	2	

Kết quả khoảng cách của các điểm B, C, D, E với điểm A đo bằng GPS và thước thép trong bảng 6 được tính theo công thức:

$$S_{GPS} = \sqrt{\Delta_X^2 + \Delta_Y^2} \qquad S_{thước} = S_i - S_0 \qquad (1)$$

Độ lệch khoảng cách được tính bằng công thức:

$$\Delta S = S_{GPS} - S_{thước} \qquad (2)$$

Sai số trung phương tại mỗi trạm được tính:

$$m = \pm\sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$$

II.2.2 Khảo sát độ chính xác từ kết quả quan trắc cầu Trần Thị Lý

Cầu có nhịp chính dài 230m, tháp cao 145m nghiêng 12°. Trong hệ thống quan trắc SHM của cầu chỉ có hai trạm GPS, một trạm Base và một trạm Rover trên đỉnh tháp để đo chuyển vị của đỉnh tháp, số liệu đo liên tục được thu với tần số 2 Hz. Trong quá trình thử tải chuyển vị đỉnh tháp được đo bằng máy toàn đạc điện tử Leica - độ chính xác 0.5". Kết quả này được so với chuyển vị lớn nhất của GPS thu được của hệ thống trong cùng thời gian (bảng 7).

Bảng 7: Chuyển vị đỉnh tháp

Vị trí đo	Chuyển vị đo bằng máy TĐĐT (mm)	Chuyển vị đo do hệ thống GPS (mm)	Sai số trung phương (mm)
Đỉnh trụ tháp theo phương dọc cầu	23	24	4.3
Đỉnh trụ tháp theo phương ngang cầu	5	11	

Sai số trung phương được tính theo công thức (3).

II.3 Đánh giá độ chính xác

Theo thiết kế, độ lệch cho phép của kết cấu: $\Delta h_{max} = (h/500)$ với h là chiều cao tháp tính từ mặt cầu [1] Chuyển vị max cho phép đối với điểm giữa dầm là $\Delta l_{max} = (L/800)$ [2] L là chiều dài nhịp.

Đối với cầu dây h = (L/5) với L thông thường từ 150m đến vài ngàn mét. Xét đối với L=150m, lúc đó Δh_{max} = 60mm; ΔL_{max} = 187.5mm. Theo lý thuyết xác suất giá trị độ lệch lớn

nhất này thường bằng 2 hoặc 3 lần sai số trung phương [4] nên sai số trung phương của phương pháp đo: $m = (\Delta h_{max}/3) = 20mm$. Đối với quan trắc liên tục cầu dây bằng GPS, điểm đặt trạm Base chính là điểm so sánh tọa độ hay điểm gốc, còn điểm đặt rove chính là điểm xét chuyển vị trên đỉnh tháp hoặc với dầm tại 1/2L, 1/4L, một số sai số cùng dấu được triệt tiêu khi chuyển vị chính là độ lệch giữa giá trị quan trắc được và giá trị trang thái “0“ vì thế xem như m = 20mm chính là sai số trung phương cho phép của phương pháp quan trắc.

Từ (bảng 6,7) cho thấy, độ chính xác của số liệu quan trắc hoàn toàn đáp ứng được độ chính xác yêu cầu của phương pháp quan trắc.

III. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả đo đạc khảo sát thực nghiệm và kết quả quan trắc cầu Trần Thị Lý đối chiếu với sai số cho phép khẳng định phương pháp GPS-RTK hoàn toàn đảm bảo độ chính xác yêu cầu quan trắc liên tục cầu dây.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] **Bộ Giao thông Vận tải** (2006), Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình giao thông tập III, nhà xuất bản GTVT.

[2] **Bộ Giao thông Vận tải** (2006), Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272 -05, nhà xuất bản GTVT.

[3] **Đặng Nam Chinh** (2006), *Công nghệ GPS*, Tài liệu tham khảo.

[4] **Trần Đắc Sử** (2006), Trắc Địa Đại cương, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải