

Thành lập lưới khống chế trắc địa bằng công nghệ GPS trong thiết kế, thi công tuyến đường giao thông vùng trung du

Establishing geodetic control networks using GPS technology in the design and construction of midland traffic routes

Nguyễn Thành Len⁽¹⁾, Lê Thị Minh Huyền⁽²⁾

Tóm tắt

Trong giai đoạn thiết kế thi công tuyến đường, công tác thành lập lưới khống chế trắc địa là công việc bắt buộc, hệ thống lưới này là cơ sở cho việc thành lập bình đồ địa hình, trắc dọc, trắc ngang tuyến, phục vụ tính toán thiết kế kỹ thuật tuyến và bố trí các yếu tố của tuyến đường ra thực địa. Công nghệ GPS có độ chính xác cao thuận tiện trong đo đạc với các dạng địa hình phức tạp, vì thế đã được sử dụng trong các công tác thiết kế, thi công xây dựng công trình. Bài báo này nghiên cứu việc ứng dụng công nghệ GPS trong thiết kế lưới khống chế trắc địa phục vụ công tác thiết kế, thi công tuyến đường tại Bắc Giang. Kết quả cho thấy việc sử dụng công nghệ này đem lại độ chính xác cao, hỗ trợ đắc lực công tác thi công ngoài thực địa, tiết kiệm thời gian kinh phí, hỗ trợ công tác quản lý nâng cấp tuyến đường.

Từ khóa: Công nghệ GPS, lưới khống chế, thiết kế thi công

Abstract

During the construction design phase of a road project, establishing a geodetic control network is a mandatory task. This network forms the basis for creating topographic maps as well as longitudinal and cross-sectional profiles of the route, facilitating technical design calculations and the layout of road elements in the field. GPS technology, with its high accuracy and convenience for measuring in complex terrains, has been utilized in construction design tasks. This paper investigates the application of GPS technology in designing geodetic control networks to support road construction design in Bac Giang. The results indicate that using this technology yields high accuracy, significantly aids field construction work, saves time and costs, and supports the management and upgrading of the road network.

Key words: GPS technology, geodetic control networks, construction design

(1) ThS, Giảng viên, Phòng Khoa học Công nghệ, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: Lennt@hau.edu.vn

(2) TS, Giảng viên, Khoa Quản lý Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: Huyenltm@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 01/8/2024
Ngày sửa bài: 08/8/2024
Ngày duyệt đăng: 12/8/2024

1. Công tác thiết kế lưới khống chế trắc địa bằng công nghệ GPS

Công tác thiết kế, thi công tuyến đường là một công tác quan trọng hàng đầu trong ngành xây dựng công trình giao thông. Tại nhiều quốc gia trên thế giới cũng như tại Việt Nam, các Bộ, Ban ngành đều có các quy định, quy chuẩn cho công tác này. Thành lập mạng lưới khống chế trắc địa là công tác bắt buộc để phục vụ thiết kế, thi công các tuyến đường. Đối với các nước đang phát triển thì công tác thiết kế thi công tuyến đường đang được tiến hành rộng rãi và trên thực tế gặp rất nhiều bất cập. Để góp phần giảm bớt các bất cập đó thì việc xác định phương pháp xây dựng lưới khống chế trắc địa bằng công nghệ GPS là một trong những lựa chọn hàng đầu. Nó nâng cao độ chính xác khi thi công tuyến đường tại các khu vực có địa hình khó khăn, chia cắt hoặc không thông hướng [1].



Hình 1. Vị trí địa lý tuyến đường khảo sát

Công nghệ GPS trong công tác lập Lưới khống chế mặt bằng cho thời gian đo đạc nhanh, tránh được sai sót, nhầm lẫn trong quá trình đo, đem lại độ chính xác cao [2].

1.1. Khu vực nghiên cứu

1.1.1. Vị trí địa lý:

Tuyến đường khảo sát đi qua địa phận thuộc xã Phúc Sơn, huyện Tân Yên, tỉnh Bắc Giang.

Công trình là Đường từ Khu công nghiệp Phúc Sơn (khu dân cư Đồng Điểm) đi tỉnh lộ 294 (thôn Mai Hoàng) xã Phúc Sơn, huyện Tân Yên, tỉnh Bắc Giang có chiều dài khoảng 3 Km.

1.1.2. Điều kiện tự nhiên

Địa điểm khảo sát thuộc tỉnh Bắc Giang của Việt Nam nên mang đầy đủ các yếu tố khí hậu của vùng trung du miền núi phía Bắc, khí hậu nhiệt đới gió mùa, chia làm 4 mùa rõ rệt Xuân, Hạ, Thu, Đông. Giữa các mùa có sự khác biệt về thời tiết. Mùa Xuân hay mưa nhỏ khí hậu có độ ẩm cao. Mùa hè có thời tiết bất thường, hay mưa bất chợt lượng mưa lớn dễ gây

Bảng 1. Số liệu gốc

STT	Số hiệu mốc	Tọa độ X	Tọa độ Y	Cao độ Z	Ghi chú
1	934360	2368660.575	403538.738	28.562	Điểm ĐCCS hạng III
2	934260	2370644.966	400462.251	24.150	Điểm ĐCCS hạng III

ngập úng, khi nắng thì rất nóng và gay gắt. Mùa thu có thời tiết ôn hoà. Mùa đông nhiệt độ thấp, độ ẩm thấp khô hanh.

Các tuyến đo vẽ chủ yếu nằm trên đất nông nghiệp đang canh tác, xen kẽ là đất nuôi trồng thủy sản và khu dân cư thôn thuộc xã Phúc Sơn, huyện Tân Yên.

Cao độ địa hình trên tuyến tương đối đồng đều dốc dần từ hướng Tây Bắc xuống Đông Nam. Ngoại trừ một vài vị trí tuyến đi qua các ao, hồ nuôi trồng thủy sản và đồi vườn thì có sự chênh cao rõ rệt.

1.2. Phương pháp nghiên cứu

1.2.1. Tài liệu gốc để sử dụng tham khảo:

a, Số liệu gốc:

Lưới khống chế về mặt bằng, độ cao sử dụng 02 điểm địa chính cơ sở của Nhà nước (địa chính cơ sở) là: 934360 và 934260. Số liệu được cung cấp bởi Trung tâm thông tin dữ liệu đo đạc và bản đồ - Cục đo đạc, bản đồ và thông tin địa lý Việt Nam. (theo hệ tọa độ VN2000, kinh tuyến trực 107^o, múi chiếu 3^o).

Mốc độ cao được dẫn từ các mốc trên. Được cung cấp số liệu bởi Trung tâm Thông tin và Dữ liệu Bản đồ của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bắc Giang. Độ cao là hệ độ cao thủy chuẩn được dẫn từ mốc độ cao 0 của Hòn Dấu - Hải Phòng.

b, Tài liệu tham khảo:

Bản đồ địa hình tỉ lệ 1/5000 thành lập năm 2000 theo hệ tọa độ HN- 72. Nay địa hình địa vật thay đổi nên bản đồ này chỉ dùng để phục vụ công tác phác hoạ điểm khống chế và thiết kế sơ bộ mạng lưới khống chế. a

Bản đồ địa chính tỉ lệ 1/1000 được thành lập năm 1997 và số hoá chuyển hệ VN2000 năm 2004. Bản đồ dùng để tham khảo về ranh giới địa chính, hành chính, bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2010 để tham khảo xác định hiện trạng sử dụng đất khu đo.

1.2.2. Lưới khống chế mặt bằng.

Vì công trình thực hiện thuộc dạng tuyến nên chúng tôi quyết định thành lập 02 cấp lưới là lưới đường chuyền hạng IV và lưới đường chuyền cấp 2. Bài báo này chúng tôi tập trung nghiên cứu quy trình thành lập lưới đường chuyền hạng IV đo bằng phương pháp GPS tĩnh.

Các điểm khởi tính lưới đường chuyền hạng IV là các điểm ĐCCS.

Các mốc lưới đường chuyền hạng IV chạy theo trục tuyến đường và cách nhau khoảng 1 km.

a) Dấu mốc lưới

Mốc được đúc tại hiện trường bằng bê tông, có tâm sứ và ghi số hiệu mốc, kích cỡ mốc: mặt mốc 40 x 40 cm, đáy 50 x 50 cm, cao 50 cm. Mốc được chôn sâu dưới đất, trên mặt có ghi chú theo đúng quy định của Bộ Tài Nguyên và Môi Trường. Mỗi mốc được lập 01 bản sơ đồ ghi chú điểm.

b) Đo đạc lưới khống chế mặt bằng:

Lưới đường chuyền hạng IV được đo bằng công nghệ GPS (đo tĩnh) có độ chính xác cao.

Trước khi tiến hành đo sử dụng phần mềm PLAN để lập lịch đo.

Độ dài ca đo khoảng 60 đến 90 phút, với điều kiện số vệ tinh quan sát không ít hơn 6 và PDOP không lớn hơn 5.

Quá trình đo góc và đo cạnh đều tuân theo hướng dẫn sử dụng máy, các tiêu chuẩn kỹ thuật tuân theo quy phạm quy định.

Tất cả các máy và gương đều kiểm tra, kiểm nghiệm trước khi đo và sau khi đo. Đạt yêu cầu cho phép.

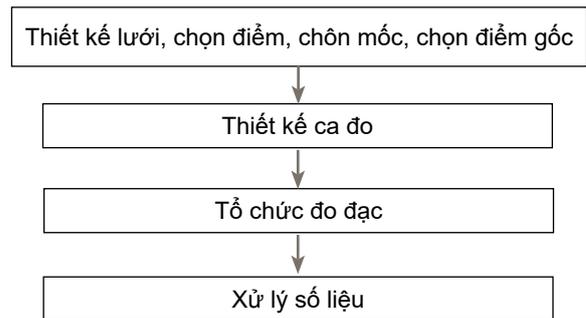
c) Bình sai lưới khống chế mặt bằng.

Số liệu đo GPS được xử lý và tính toán bình sai bằng phần mềm TRIMBLE BUSINESS CENTER.

Các thông số kỹ thuật và các chỉ tiêu của lưới đạt được thể hiện ở phần đánh giá kết quả khảo sát

2. Xây dựng lưới khống chế hạng IV trong thành lập bản đồ địa hình phục vụ thiết kế thi công tuyến đường bằng công nghệ GPS

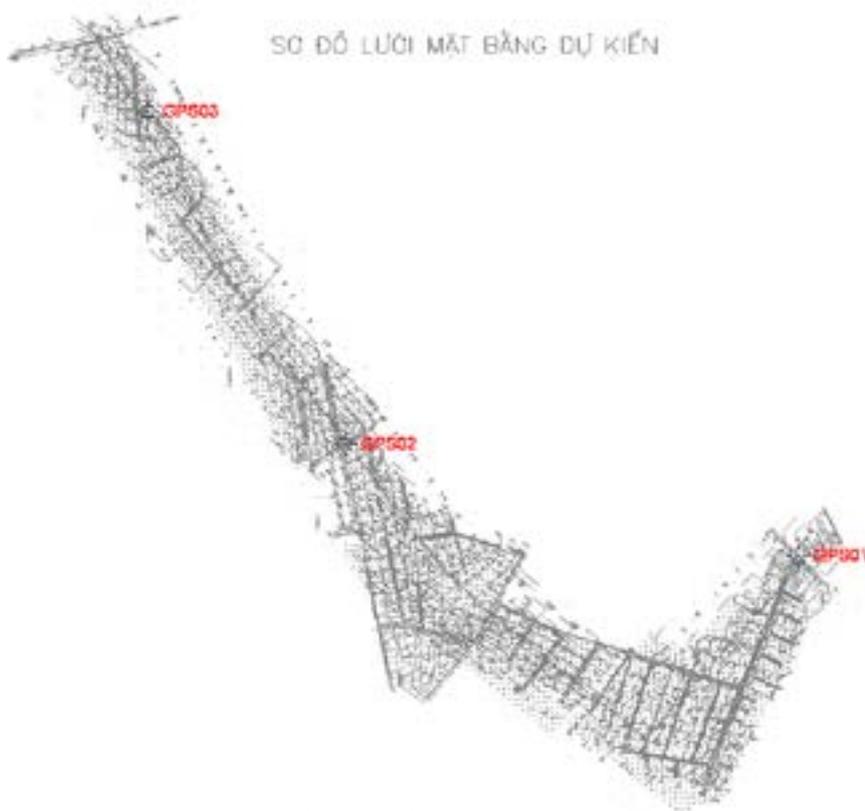
Công tác tổ chức thực hiện xây dựng lưới khống chế hạng IV bằng công nghệ GPS qua các bước như sau:



Hình 2. Công tác xây dựng lưới khống chế hạng IV bằng công nghệ GPS

Bảng 2. Chỉ tiêu kỹ thuật lưới khống chế hạng IV

Chỉ Tiêu	Hạng IV
• Chiều dài giới hạn của tuyến (Km)	
- Đường đơn	10
- Giữa điểm gốc và điểm nút	7
- Giữa các điểm nút	5
- Chu vi của vòng khép	30
• Chiều dài cạnh đường chuyền (Km)	
Cạnh dài nhất	2.0
Cạnh nhỏ nhất	0.25
Cạnh trung bình	0.5
- Góc nhỏ nhất	≥ 300
- Số cạnh trong tuyến không vượt quá	15
- Sai số cạnh tương đối không vượt quá	1: 25.000
- Sai số trung phương đo góc (theo sai số khép Mo) không vượt quá	2.5"
- Sai số khép góc của đường chuyền (n - số đỉnh đường chuyền)	5" \sqrt{n}



Hình 3. Phương án thiết kế lưới khống chế hạng IV

Bảng 3: Kết quả tọa độ và độ cao sau bình sai

Số	Tên	Tọa độ		Độ cao	Sai số vị trí điểm			
		VN-2000 kinh tuyến trực: 107°00' múi: 3° ellipsoid: WGS-84			mx (m)	my (m)	mh (m)	mp (m)
TT	điểm	X (m)	Y (m)	h (m)				
1	934260	2370644.966	400462.251	24.147	-----	-----	0.005	-----
2	934360	2368660.575	403538.738	28.561	-----	-----	0.004	-----
3	GPS01	2369418.240	401206.026	14.017	0.001	0.004	0.006	0.004
4	GPS02	2369703.555	400101.588	11.597	0.003	0.004	0.008	0.005
5	GPS03	2370555.876	399619.455	11.858	0.002	0.003	0.008	0.004

Bảng 4. Kết quả đánh giá độ chính xác

STT	Đánh giá độ chính xác	Kết quả	Ghi chú
1	Sai số trung phương trọng số đơn vị:	$M_0 = 1.000$	
2	Sai số vị trí điểm:		
	Nhỏ nhất:	$m_{pmin} = 0.002m$	Điểm: GPS02
	Lớn nhất:	$mpmax = 0.005m$	Điểm: GPS01
3	Sai số tương đối cạnh:		
	Nhỏ nhất:	$m_s/s_{min} = 1/3591909$	Cạnh: 93436_GPS02, S = 3591.9m
	Lớn nhất:	$m_s/s_{max} = 1/252033$	Cạnh: GPS02_93426, S = 1008.1m
4	Sai số phương vị:		
	Nhỏ nhất:	$m_{amin} = 0.35''$	GPS01_93426
	Lớn nhất:	$m_{amax} = 1.89''$	GPS02_GPS01
5	Sai số chênh cao:		
	Nhỏ nhất:	$m_{dhmin} = 0.001m$	GPS01_93426
	Lớn nhất:	$m_{dhmax} = 0.012m$	93426_93436
6	Chiều dài cạnh:		
	Nhỏ nhất:	$S_{min} = 847.492m$	GPS03_93426
	Lớn nhất:	$S_{max} = 3591.909m$	93436_GPS02
	Trung bình:	$S_{tb} = 1896.441m$	

2.1. Thiết kế lưới, chọn điểm, chôn mốc, chọn điểm gốc

Việc thành lập bản đồ phục vụ công tác thiết kế, thi công tuyến đường tại Bắc Giang cần dựa trên những nguyên tắc chung [3].

Khu vực nghiên cứu dài khoảng 3km, sau khi nghiên cứu mặt bằng và toàn bộ các tuyến công trình, kết hợp với vị trí các điểm mốc tọa độ địa chính cơ sở, chúng tôi tiến hành công tác chọn điểm xây dựng mốc bảo đảm theo các yêu cầu kỹ thuật. Đồ hình đảm bảo độ chính xác lưới khống chế, tiện lợi cho việc phát triển các mạng lưới cấp 2, đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500.

Vị trí điểm được chọn phải phù hợp với yêu cầu của thiết kế kỹ thuật, thuận lợi cho việc đo nối và cho các công tác đo đạc tiếp theo.

Điểm chọn phải được đặt ở nơi có nền đất, đá ổn định, sử dụng được lâu dài và an toàn khi đo đạc.

Vị trí điểm chọn phải thuận tiện cho việc lắp đặt máy thu và thao tác khi đo, có khoảng không rộng và góc cao của vệ tinh phải lớn hơn 150° .

Vị trí điểm chọn phải thuận tiện cho việc thu tín hiệu vệ tinh, tránh hiện

tượng nhiễu tín hiệu do quá gần các trạm phát sóng và sai số đa đường dẫn (Multipath) do phản xạ tín hiệu từ các địa vật xung quanh điểm đo. Vị trí điểm chọn phải cách xa nguồn phát sóng vô tuyến công suất lớn (như tháp truyền hình, trạm vi ba) lớn hơn 200m và cách xa cáp điện cao thế lớn hơn 50m; Đi lại thuận tiện cho đo ngắm;

Sử dụng hai điểm mốc có ký hiệu 934360 và 934260 làm các điểm gốc để xây dựng lưới đường chuyên hạng IV bằng công nghệ GPS.

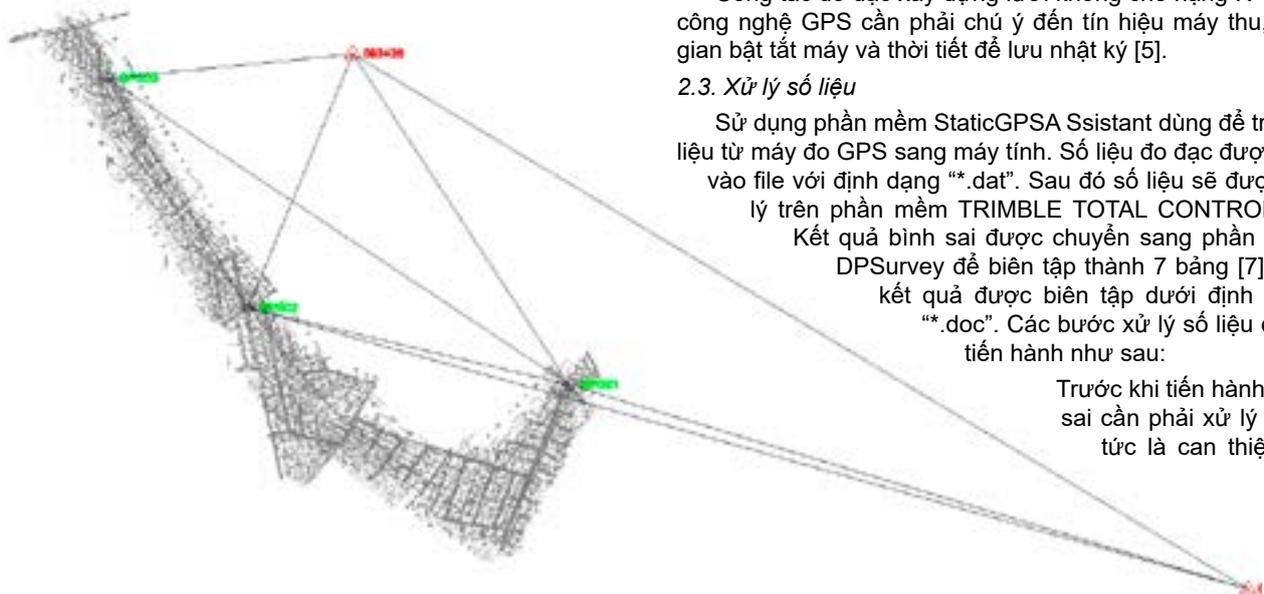
Lưới đường chuyên hạng IV gồm các điểm GPS-1, GPS-2, GPS-3[4].

Sau khi thiết kế lưới khống chế hạng IV trong phòng, ta cần phải đi khảo sát thực tế, xác định vị trí chính xác các điểm lưới và tiến hành gắn mốc ngoài thực địa dựa trên phương án thiết kế lưới. a

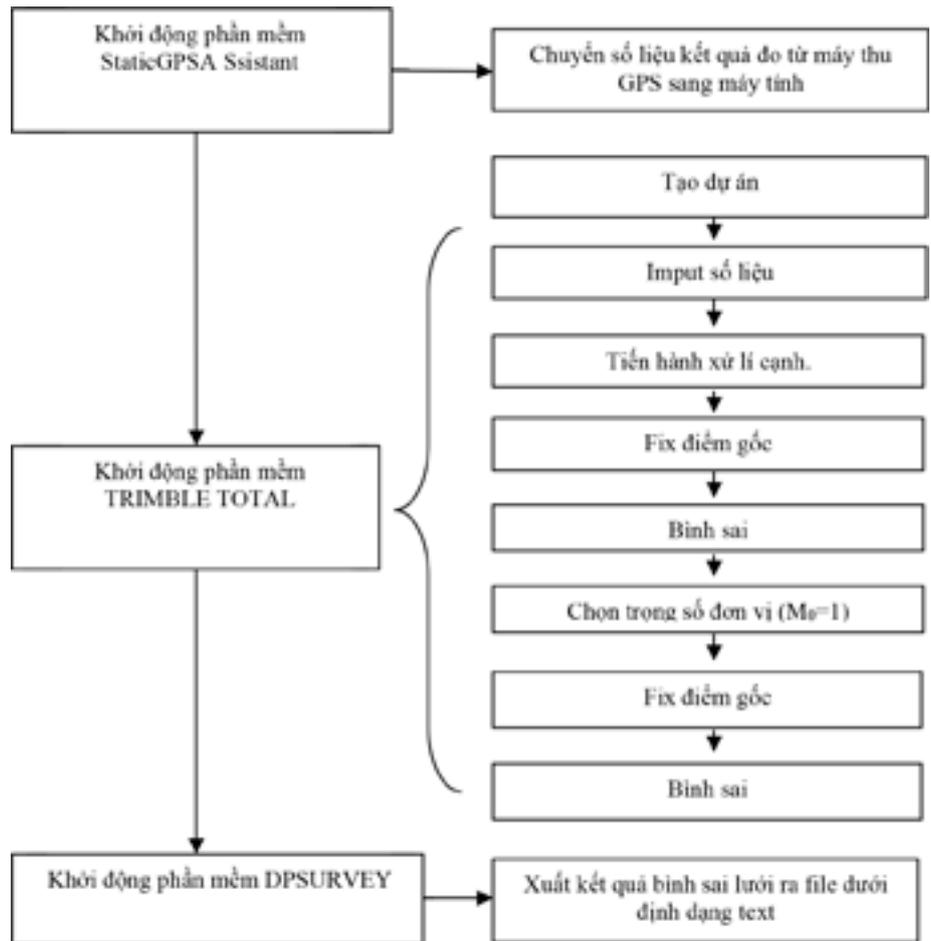
Với các yêu cầu nêu trên và để đảm bảo độ chính xác xây dựng lưới khống chế hạng IV trong thành lập bản đồ hiện trạng tỉ lệ 1:500, phục vụ thiết kế, thi công tuyến đường ở Bắc Giang thì nhóm nghiên cứu sử dụng 04 máy thu GPS 1 tần số của hãng Huace CHC và các thiết bị đồng bộ như anten, giá đỡ anten và chân máy do hãng sản xuất. Trong quá trình đo, cả 4 máy hoạt động đồng thời cùng một thời điểm. Trước và sau khi đo đều đo chiều cao ăng ten 2 lần đến mm để kiểm tra.

2.2. Thiết kế ca đo và tổ chức đo đạc

Số ca đo được tính theo công thức sau: $N = (m.S)/R$



Hình 5. Lưới khống chế hạng IV



Hình 4. Xử lý số liệu đo GPS trên máy tính

Trong đó: S - là tổng số điểm trong lưới, R - là số máy thu sử dụng để đo, m - là số lần đặt máy lập trung bình tại điểm.

Căn cứ vào phương án thiết kế lưới, số điểm trong lưới với 4 máy thu chúng ta xác định được số ca đo là 2 ca, thời gian đo là 90 phút với điều kiện số vệ tinh quan sát không ít hơn 6 và PDOP không lớn hơn 4.

Công tác đo đạc xây dựng lưới khống chế hạng IV bằng công nghệ GPS cần phải chú ý đến tín hiệu máy thu, thời gian bật tắt máy và thời tiết để lưu nhật ký [5].

2.3. Xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm StaticGPSA Ssistant dùng để trút số liệu từ máy đo GPS sang máy tính. Số liệu đo đạc được lưu vào file với định dạng ".dat". Sau đó số liệu sẽ được xử lý trên phần mềm TRIMBLE TOTAL CONTROL [6].

Kết quả bình sai được chuyển sang phần mềm DPSurvey để biên tập thành 7 bảng [7]. File kết quả được biên tập dưới định dạng ".doc". Các bước xử lý số liệu được tiến hành như sau:

Trước khi tiến hành bình sai cần phải xử lý cạnh tức là can thiệp tín

hiệu vệ tinh. Những vệ tinh yếu, nhiều thì cần phải cắt tín hiệu yếu, nhiều của vệ tinh đó ra khỏi chương trình. Sau khi can thiệp tín hiệu vệ tinh thì cần kiểm tra sai số khép đồ hình của lưới. Sai số khép đồ hình của lưới nhỏ hơn sai số khép hình giới hạn theo tiêu chuẩn thì tiếp tục tiến hành xử lý số liệu [8].

Trong quá trình bình sai, nếu coi độ chính xác đo góc và độ chính xác đo cạnh là bằng nhau thì chọn trọng số đơn vị bằng $M_0=1$ [5].

3. Kết quả nghiên cứu thành lập lưới khống chế hạng IV bằng công nghệ GPS

Lưới khống chế hạng IV trong thành lập bản đồ hiện trạng tỉ lệ 1:500 phục vụ thiết kế, thi công tuyến đường tại Bắc Giang được xây dựng bảo đảm các tiêu chí kỹ thuật Nhà nước quy định trong tài liệu [7], đồ hình lưới như hình 4.

Kết quả tọa độ và độ cao sau bình sai lưới khống chế

hạng IV trong thành lập bản đồ hiện trạng tỉ lệ 1:500 phục vụ thiết kế, thi công tuyến đường tại Bắc Giang được thể hiện trong Bảng 3 [8].

Kết quả đánh giá độ chính xác kết quả đo GPS: Hình 4

4. Kết luận

Xây dựng được hệ thống lưới khống chế hạng IV trong thành lập bản đồ hiện trạng phục vụ thiết kế, thi công tuyến đường tại Bắc Giang bằng công nghệ GPS, đảm bảo đủ số lượng điểm và độ chính xác, các chỉ tiêu kỹ thuật của Nhà nước đề ra. a

Ứng dụng công nghệ đo GPS trong việc thành lập lưới khống chế hạng IV tiết kiệm thời gian, chi phí, mang lại hiệu quả kinh tế cao. a

Công nghệ GPS giúp việc lập lưới khống chế hạng IV được thực hiện ở những địa hình đặc biệt, chia cắt, không thông hướng và yêu cầu thời gian xây dựng lưới nhanh./

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thành Len, “Ứng dụng công nghệ GPS thành lập lưới khống chế đo vẽ phục vụ công tác lập quy hoạch chi tiết điểm du lịch sinh thái Chiềng Yên, Xã Chiềng Yên, Vân Hồ, Sơn La”, Tạp chí Khoa học kiến trúc Xây dựng, số 37, 2/2020, tr82-85;
2. Đặng Nam Chinh, Đỗ Ngọc Đường, Công nghệ GPS. Bài giảng ngành Trắc địa, trường Đại học Mỏ - Địa Chất Hà Nội, năm 2003;
3. Nguyễn Trọng San, Đào Quang Hiếu, Định Công Hòa, Trắc địa cơ sở (Tập 1- Tập 2). Nhà xuất bản Giao thông vận tải, năm 2004;
4. Bộ tài nguyên và Môi trường, Thông tư 25/2014/TT-BTNMT Quy định về bản đồ địa chính;
5. Xử lý số liệu GPS trên phần mềm TRIMBLE TOTAL CONTROL;
6. Hướng dẫn sử dụng máy định vị GPS RTK Trimble R3 một tần số L1 phục vụ đo đạc khống chế và đo động chi tiết;
7. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Thông tư số 68/2015/TT-BTNMT ngày 22/12/2015 Quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000;
8. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Thông tư số 06/2009/TT-BTNMT ngày 18 tháng 06 năm 2009 Quy định về quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về xây dựng lưới tọa độ;

Thiết kế dầm thép bụng mảnh

(tiếp theo trang 34)

$$\varphi_y = 0,923 ;$$

$$\sigma = \frac{237}{0,923 \times 21,6} = 11,9 < f_{yr} = 22,38 \text{ kN/cm}^2.$$

Các kiểm tra bền khác, ví dụ như ứng suất cục bộ trong bản bụng dưới tác dụng của lực tập trung trong trường hợp này không cần thực hiện do đã có sườn cứng. Kiểm tra điều kiện chịu cắt của bản bụng trong trường hợp này sẽ được thỏa mãn bởi quy định về cấu tạo, điều này được minh chứng khi kiểm tra độ bền các khoang (ô bụng) khi chịu đồng thời mô men và lực cắt.

Như vậy, tiết diện dầm được lấy: bụng – 1250×6; cánh -300×16; sườn -70×6; sườn gối -300×16. Chi phí thép cho dầm (không kể đường hàn): bụng – 1060 kg, cánh – 1356 kg, sườn – 185 kg, tổng cộng – 2601 kg.

5. Kết luận và kiến nghị

- Việc tính toán cấu kiện dầm bụng mảnh có nhiều điểm khác so với việc tính toán dầm thông thường về độ bền, ổn định cũng như về độ võng.

- Tiêu chuẩn Thiết kế kết cấu thép của Việt Nam TCVN 5575:2024 đề cập đến nhiều loại dầm (dầm bụng lượn sóng, dầm bụng lõ, dầm bụng mảnh, dầm bụng ổn định, dầm ứng suất trước). Chính vì thế, cần có những nghiên cứu nhằm hiểu đúng và khai thác hết các nội dung đề cập trong tiêu chuẩn này, cũng như áp dụng các loại dầm đó trong thực tiễn trong thời gian tới.

Việc sử dụng dầm bụng mảnh đôi khi phải dùng thêm sườn gia cường chịu các tải trọng tập trung, cần có thêm các nghiên cứu so sánh hiệu quả sử dụng với các loại dầm khác./

Tài liệu tham khảo

1. Tiêu chuẩn Việt Nam (2024), TCVN 5575:2024 - Thiết kế kết cấu thép.
2. Tiêu chuẩn Việt Nam (2023), TCVN 2737:2023 – Tải trọng và tác động.
3. Phạm Văn Hội, Nguyễn Quang Viên và nnk (2010), “Kết cấu thép – Cấu kiện cơ bản”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
4. SP 16.13330.2017, Stальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Поправкой, с Изменениями N 1, 2) (Kết cấu thép – Phiên bản cập nhật của SniP II-23-81 (với đính chính, sửa đổi 1, 2, 3 và 4).
5. SP 43.13330.2012, Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 (с Изменениями N 1, 2) (Các công trình xí nghiệp công nghiệp – Phiên bản cập nhật của SniP 2.09.03-85 (với các sửa đổi 1, 2).
6. SP 294.1325800.2017, Конструкции стальные. Правила проектирования (с Изменением N 1, N 2) (Kết cấu thép – Quy tắc thiết kế (với các sửa đổi 1, 2).
7. Металлические конструкции. Том 2. Конструкции зданий. Учеб. для строит. вузов / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов, Г. И. Белый и др.; Под ред. В. В. Горева. - 2-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2002. - 528 с.: ил. ISBN 5-06-003696-0 (т. 2)
8. Кудишин Ю.И.(ред.) (2011), Металлические конструкции, Издательство: Академия.