

THUẬT TOÁN TÍNH KHỐI LƯỢNG ĐÀO ĐẮP THEO MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO VÀ MẶT CẮT NGANG THIẾT KẾ

TS. Vũ Thặng

KS. Vũ Thái Hà

Khoa Xây dựng Cầu đường

Trường Đại học Xây dựng

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu thuật toán tính khối lượng đào đắp công trình dạng tuyến theo mô hình số độ cao (MHSDC) và mặt cắt ngang thiết kế. Trong thuật toán này, tác giả đã sử dụng mặt cắt ngang thiết kế để xác định đường “không” dọc tuyến, làm cơ sở để chọn phần MHSDC cần tính khối lượng đào đắp. Chọn độ cao H_0 làm mặt giới hạn để tính khối lượng đào theo MHSDC. Tính phần khối lượng đào giữa các mặt phẳng thiết kế và mặt H_0 để giúp tách được khối lượng đào hoặc đắp trên từng đoạn tuyến và giúp việc tự động hoá tính toán được đơn giản.

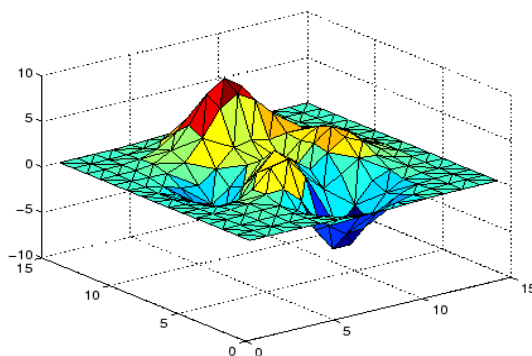
Summary: This paper presents algori of computing earthwork volume using elevation digital model (EDM) and designed cross sections. Designed cross sections are used to define zero border along the route which is a factor to choose EDM to calculate volume of earthwork. After that, we can choose the height level H_0 in EDM to define digging volume. One of the advantages of this algorithm is that we can divide route into smaller parts and then computing volume of earthwork of these parts which are the spaces created by H_0 surface and designed surface.

1. Xây dựng mô hình số độ cao bằng toàn đạc điện tử

Mô hình số độ cao (MHSDC) là biểu thị một tập hợp hữu hạn 3 chiều (Three Dimension viết tắt là 3D): $V_i = (X_i, Y_i, Z_i)$ với $i = 1, 2, \dots, n$ của bề mặt địa hình miền D, trong đó $(X_i, Y_i) \in D$ là tọa độ mặt phẳng và Z_i là độ cao ứng với điểm (X_i, Y_i) với $i = 1, 2, \dots, n$.

MHSDC được sử dụng trong thành lập bản đồ và trong nhiều lĩnh vực khác. MHSDC cũng được sử dụng như một phương tiện cho các công tác khảo sát thiết kế, tính toán khối lượng đào đắp trong thiết kế đường, các công trình thủy lợi, khai thác mỏ, xây dựng các công trình dân dụng, mô phỏng ở hình 1.

MHSDC đã và đang được áp dụng trong trình khảo sát, thiết kế các công trình dạng tuyến và cho kết quả tốt đảm bảo các yêu cầu của qui phạm. Số liệu đo trực tiếp từ toàn đạc điện tử (TĐĐT) đảm bảo độ chính xác cho các bản đồ địa hình tỉ lệ lớn, nên những số liệu trong các giai đoạn có thể được kết hợp tạo nên MHSDC qua các bước khảo sát. Mặt cắt địa hình được thành lập từ MHSDC có ưu điểm chính xác về vị trí, lý trình, số liệu độ cao đảm bảo do có sự kết hợp các số liệu khảo sát [2]. Trên MHSDC, mặt cắt có thể được xác định tại bất kỳ vị trí đặc trưng địa hình mà khi áp dụng phương pháp truyền thống thường dễ bỏ qua [3].



Hình 1. MHSĐC biểu diễn bề mặt địa hình

Để thành lập mặt cắt trên MHSĐC có nhiều phần mềm chuyên dụng như Topo, Surfer, Geosoft... trong khảo sát thiết kế các công trình giao thông, thủy lợi phần mềm Topo - Nova của của hãng Hải Hoà được sử dụng phổ biến.

Nhằm khai thác hiệu quả của MHSĐC trong khảo sát, thiết kế công trình dạng tuyến [2], trong bài báo này các tác giả trình bày thuật toán tính khối lượng đào đắp (KLĐĐ) theo MHSĐC và mặt cắt ngang thiết kế. Nội dung thuật toán là tính KLĐĐ thông qua MHSĐC nhằm mục đích sử dụng các số liệu đã đo bình đồ tuyến, thể hiện sự biến đổi của địa hình giữa các mặt cắt ngang. Cần lưu ý rằng, trong phương pháp tính KLĐĐ theo mặt cắt ngang truyền thống, hiện đang áp dụng phổ biến, đã bỏ qua số liệu khảo sát này vì giới hạn của công nghệ và thiết bị khảo sát, thiết kế truyền thống [1].

2. Quy trình tính khối lượng đào theo MHSĐC và mặt phẳng ngang giả định

Từ số liệu khảo sát địa hình qua các bước bằng TĐĐT xuất lại bình đồ tuyến, mặt cắt dọc và mặt cắt ngang theo yêu cầu của các bước thiết kế. Các vị trí trên mặt cắt dọc và mặt cắt ngang chưa đo trực tiếp được khảo sát bổ sung ở bước sau [2]. Đến bước thiết kế lập bản vẽ thi công, mặt cắt dọc, mặt cắt ngang ở các vị trí cần thiết đã được lập ra từ MHSĐC với các số liệu khảo sát trực tiếp.

Quy trình tính khối lượng đào theo mô hình số độ cao và mặt cắt ngang thiết kế, dựa theo mặt phẳng ngang giả định được thực hiện qua 5 bước:

- **Bước 1:** Từ các mặt cắt ngang thiết kế, xác định điểm “không”, là vị trí giữa phần đào đắp với mặt địa hình tự nhiên. Chuyển các điểm “không” trên mặt cắt ngang lên bình đồ tuyến, xác định đường “không” dọc tuyến. Từ điểm “không” trên mặt cắt dọc thiết kế, chuyển lên bình đồ tuyến, kẻ vuông góc với đường tim tuyến, xác định đường “không” ngang tuyến. Dựa vào bình đồ tuyến lập trên MHSĐC và các đường ranh giới “không” dọc, đường “không” ngang xác định đường biên thiết kế (ĐBTK). Trên MHSĐC dựa vào ĐBTK xác định được phần mô hình cần tính khối lượng đào hoặc đắp trên từng đoạn tuyến.

- **Bước 2:** Chọn độ cao giả định H_0 để làm mặt giới hạn tính khối lượng đào V_1 . Độ cao giả định H_0 được chọn sao cho giá trị của nó luôn nhỏ hơn độ cao thiết kế và độ cao tự nhiên của tất cả các điểm trên toàn đoạn tuyến, $H_0 < H_{min}$. Giá trị của H_0 giả định chọn như vậy để KLĐĐ trên từng đoạn tính theo MHSĐC và mặt cắt ngang thiết kế luôn cùng dấu (chỉ đào).

- **Bước 3:** Tính khối lượng đào V_1 theo mô hình số độ cao giới hạn bởi ĐBTK và mặt phẳng nằm ngang giả định H_0 đã chọn. Khối lượng đào (KLĐ) của mỗi tam giác trên MHSĐC tính theo công thức:

$$V_{1i} = P_i \cdot h_i^{TB} \quad (1)$$

trong đó: V_{1i} là KLĐ của tam giác thứ i tính theo phần mặt địa hình tự nhiên giới hạn bởi tam giác thứ i và mặt H_0 . Độ cao trung bình h_i^{TB} là độ cao điểm trọng tâm tam giác, tính theo trọng số, xác định từ độ cao ba đỉnh của tam giác thứ i .

Khối lượng đào V_1 theo MHSĐC giới hạn bởi ĐBTK và mặt phẳng nằm ngang giả định H_0 đã chọn là tổng KLĐ của các tam giác V_i nằm trong ĐBTK.

$$V_1 = \sum_{i=1}^n V_i \quad (2)$$

Khối lượng đào V_2 tính theo các mặt phẳng thiết kế, xác định từ các đường thiết kế trên các mặt cắt ngang và mặt phẳng nằm ngang xác định bởi độ cao H_0 giả định đã chọn ở bước 2. Qui trình tính khối lượng theo mặt cắt ngang thiết kế và mặt phẳng ngang giả định được thực hiện từ bước 4 đến bước 5.

- **Bước 4:** Tính KLĐ V_{2j} theo hai mặt cắt ngang thiết kế và H_0 giả định:

$$V_{2j} = \frac{P_j + P_{j+1}}{2} S_{j,j+1} \quad (3)$$

Trong đó V_{2j} là KLĐ giữa hai mặt cắt ngang thứ j và $j+1$ xác định bởi diện tích P_j và P_{j+1} và khoảng cách $S_{j,j+1}$ giữa hai mặt cắt. Diện tích P_j và P_{j+1} xác định theo đường đồ thiết kế của hai mặt cắt ngang i và $i+1$ với mặt phẳng nằm ngang xác định bởi độ cao giả định H_0 đã chọn.

Khối lượng đào V_{2j} tính được không có sai số, vì chúng được xác định từ các mặt thiết kế và mặt phẳng giả định H_0 . Khi tính KLĐ V_{2j} , phương pháp tính khối lượng đào đắp công trình dạng tuyến theo MHSĐC và mặt cắt ngang thiết kế đã phát huy ưu điểm của tính KLĐĐ theo phương pháp mặt cắt ngang truyền thống.

KLĐ V_2 tính được dựa trên các khối lượng V_{2j} tính theo mặt cắt ngang thành phần:

$$V_2 = \sum_{j=1}^m V_{2j} \quad (4)$$

- **Bước 5:** Tính KLĐĐ đoạn tuyến giới hạn bởi ĐBTK và các mặt cắt ngang thiết kế trên từng đoạn tuyến:

$$V = V_1 - V_2 \quad (5)$$

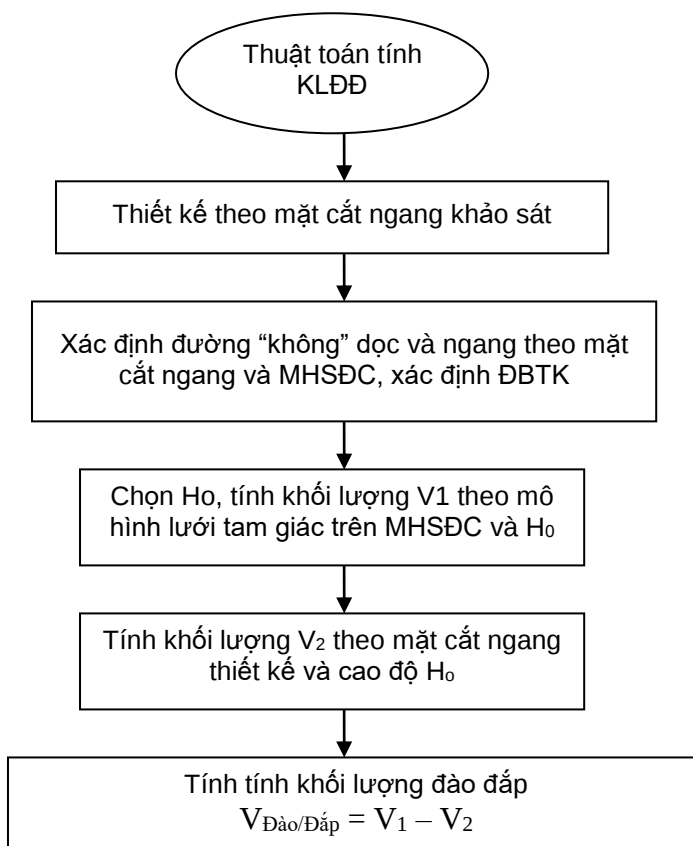
Để KLĐĐ tính được cùng dấu, khi tính dựa vào bình đồ tuyến để xác định ranh giới đào đắp theo mặt cắt dọc và bình đồ trên đoạn tuyến; xác định đường “không” ngang tuyến. Đối với đoạn tuyến thiết kế chỉ đào hoặc chỉ đắp thì không cần việc xác định đường ranh giới đào đắp ngang tuyến này. Khối lượng đào đắp trên toàn tuyến là tổng KLĐĐ các đoạn thành phần.

Trên hình 2 là sơ đồ thuật toán tính khối lượng đào đắp công trình dạng tuyến theo mô hình số độ cao và mặt cắt ngang thiết kế.

3. Những ưu điểm của thuật toán

KLĐ V_1 tính được từ mặt địa hình tự nhiên khảo sát được và mặt H_0 giả định chỉ có sai số do khảo sát địa hình. Trong khi tính KLĐĐ theo mặt cắt ngang truyền thống trong các công trình hình tuyến đã bỏ qua sự biến đổi của địa hình giữa hai mặt cắt. Đây là ưu điểm hơn hẳn của phương pháp tính khối lượng đào đắp công trình dạng tuyến theo MHSĐC và mặt cắt ngang thiết kế.

Khối lượng đào V_{2j} tính được, không có sai số vì chúng được xác định từ các mặt thiết kế và mặt phẳng giả định H_0 .



Hình 2. Sơ đồ tính KLĐĐ theo mô hình số độ cao và mặt cắt ngang thiết kế

Đã có tác giả đưa ra phương pháp tính KLĐĐ theo MHSĐC, trên cơ sở tính theo các tam giác để phát huy ưu điểm của tài liệu khảo sát địa hình theo thiết bị và công nghệ hiện đại [2]. Nhưng các phương pháp trên chỉ dừng ở các mặt phẳng thiết kế được chọn, ưu điểm tương tự như tính KLĐĐ ở bước 3.

Trong phương pháp tính khối lượng đào đắp công trình dạng tuyến theo MHSĐC và mặt cắt ngang thiết kế, đã kết hợp ưu điểm của phương pháp tính KLĐĐ theo MHSĐC và phương pháp mặt cắt ngang truyền thống áp dụng trong công trình dạng tuyến. Phát huy được ưu điểm của thiết bị và công nghệ hiện đại và ưu điểm của phương pháp truyền thống cho ra một phương pháp mới tiện dụng, chính xác hơn và hiệu quả khi thiết kế công trình dạng tuyến.

Các tác giả đã khảo sát thử nghiệm phương pháp tính khối lượng đào đắp công trình dạng tuyến theo MHSĐC và mặt cắt ngang thiết kế cho kết quả tốt hơn, xác định chính xác hơn khối lượng đào đắp của công trình [2]. Hiện đề tài đang triển khai xây dựng phần mềm chuyên dụng “*Tính khối lượng đào đắp công trình dạng tuyến theo mô hình số độ cao và mặt cắt ngang thiết kế*”.

4. Kết luận

Phương pháp tính khối lượng đào đắp công trình dạng tuyến theo mô hình số độ cao và mặt cắt ngang thiết kế chỉ thực hiện được và phát huy tác dụng, cho hiệu quả cao khi áp dụng công nghệ và thiết bị hiện đại để khảo sát địa hình lập ra MHSĐC và tính trên máy tính bằng phần mềm chuyên dụng.

Thuật toán “*Tính khối lượng đào đắp công trình dạng tuyến theo mô hình số độ cao và mặt cắt ngang thiết kế*” chỉ nên áp dụng ở các vùng địa hình phức tạp và ở bước bản vẽ thi công.

Sau khi hoàn thiện, phần mềm chuyên dụng “*Tính khối lượng đào đắp công trình dạng tuyến theo mô hình số độ cao và mặt cắt ngang thiết kế*” có thể sẽ cung cấp cho người thiết kế thêm một lựa chọn phương pháp tính KLĐĐ phù hợp.

Tài liệu tham khảo:

1. James M. Anderson (1998), *Surveying, Theory and Practice*. WCB McGraw- Hill. USA.
2. Vũ Thặng (2008), *Nghiên cứu xây dựng mô hình số địa hình bằng thiết bị và công nghệ hiện đại ứng dụng trong khảo sát, thiết kế xây dựng công trình*, Đề tài trọng điểm cấp Bộ năm 2008, số B2008-03-47-TĐ.
3. Bùi Ngọc Sơn (2009), *Ứng dụng thiết bị và công nghệ hiện đại đảm bảo công tác trắc địa trong khảo sát, thiết kế và thi công công trình dạng tuyến*, Luận văn thạc sĩ, ĐH Mở Địa chất.
4. *Quy trình khảo sát đường ô tô*, 22TCN-263-2000, Bộ Giao thông Vận tải.