

XÁC ĐỊNH ỨNG SUẤT GIỚI HẠN PHÁT TRIỂN TRONG NỀN ĐƯỜNG ĐẤT YẾU DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA Ô TÔ TẢI TRỌNG LỚN

ThS. LƯU VĂN THỰC - Viện KHCN Mỏ-Vinacomin

1. Sự phân bố ứng suất trong nền đất yếu, khi có tác động của tải trọng ngoài

Trạng thái ứng suất giới hạn phát triển trong nền đường đất yếu khi có tác động của ô tô tải trọng lớn chạy qua sẽ phá vỡ sự cân bằng tự nhiên và dẫn đến hiện tượng lún, lún lệch tâm hoặc chuyển vị ngang. Trong nền đất sẽ xuất hiện những mặt trượt, nứt, lún sụt. Cường độ gắn kết giữa các hạt đất, các vật thể sẽ bị phá vỡ, xảy ra hiện tượng biến dạng nền đường.

Hiện nay, việc giải các bài toán ứng suất xuất hiện trong nền đất yếu thường theo thuyết cân bằng của V. Kirpichep và N. A. Xutôvich. Khi chịu tác động của lực bên ngoài mà lực đó lớn hơn ứng suất của nền đất thì trong nền đất sẽ xuất hiện ứng suất tiếp và phát triển đến một giá trị nhất định sẽ xảy ra hiện tượng trượt cục bộ không thuận nghịch. Lúc đó trong nền đất sẽ phát sinh biến dạng đàn hồi và biến dạng dư do quá trình nén chặt, chảy dẻo, từ biến gây nên.

Theo thuyết của Boussinesq ứng suất tại một điểm trong nền đất có vị trí cách tâm đặt tải ngoài là R và góc lệch β giữa trục thẳng đứng Z với phương bán kính. Như vậy ứng suất tại điểm cần xét sẽ tỷ lệ thuận với góc lệch ($\cos\beta$) và tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách R. Theo Proktor và Moran ứng suất tại một điểm trong nền đất được xác định như sau:

$$\delta_R = \left(A \cdot \frac{\cos\beta}{R^2} \right), \text{ kg/cm}^2 \quad (1)$$

Trong đó: A - Hệ số phụ thuộc trạng thái cân bằng:

$$A = \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{P}{\pi} \right). \quad (2)$$

Thay (2) vào (1) có

$$\delta_R = \left(\frac{3 P \cdot \cos\beta}{2 \pi R^2} \right), \text{ kg/cm}^2 \quad (3)$$

Giá trị ứng suất xuyên tâm tác dụng song song với mặt phẳng giới hạn và lệch một góc $\cos\beta$ và gọi ứng suất này là: $\delta'_R = \delta_R \cdot \cos\beta$.

$$\text{Khi } \cos\beta = (z/R) \quad (4)$$

Ta có:

$$\delta'_R = \left(\frac{3 P \cdot Z^2}{2 \pi R^4} \right), \text{ kg/cm}^2. \quad (5)$$

Tại một vị trí trong nền đường, các ứng suất thành có dạng:

$$\begin{cases} \delta_z = \delta'_R \cdot \cos\left(\frac{Z}{R}\right) = \frac{3p}{2\pi} \cdot \frac{Z^3}{R^5} \\ \tau_{zy} = \sigma'_R \cdot \cos\left(\frac{Y}{R}\right) = \frac{3P}{2\pi} \cdot \frac{YZ^2}{R^5} \\ \tau_{zx} = \sigma'_R \cdot \cos\left(\frac{X}{R}\right) = \frac{3P}{2\pi} \cdot \frac{XZ^2}{R^5} \end{cases} \quad (6)$$

Các giá trị ứng suất nén δ_n cũng như các ứng suất cắt τ_{zy} và τ_{zx} không phụ thuộc vào hằng số đàn hồi. Trong khi đó trên mặt phẳng giới hạn XOZ và YOZ sẽ phụ thuộc vào các modun tổng biến dạng (E_0) và hệ số biến dạng ngang tương đối (μ_0) hay còn gọi là hệ số Poisson của nền đất yếu.

Như vậy, biểu thức tổng quát của các ứng suất tại một điểm bất kỳ dưới tác động của tải trọng ngoài tập trung (P) theo thuyết biến dạng tổng quát của Boussinesq được xác định như sau:

$$\delta_z + \delta_y + \delta_x = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = \frac{P}{\pi} (1 + \mu_0) \frac{Z}{R^3}, \text{ kg/cm}^2 \quad (7)$$

Giá trị chuyển vị ngang của mặt giới hạn song song với trục z xác định theo biểu thức sau:

$$C_z = \left(\frac{P}{\pi C R} \right). \quad (8)$$

Trong đó: C - Hệ số biến dạng đường thẳng, $C = (E_0)/(1 - \mu_0)$; P - Tải trọng ngoài tác động tập trung lên mặt đường, MPa.

Tại vị trí độ sâu (z) và khoảng cách (r)

$$R = \sqrt{z^2 + r^2} = Z \cdot \left[1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right]^{1/2}, \text{ m}. \quad (9)$$

Thay (9) vào (6) sẽ có ứng suất nén lớn nhất:

$$\delta_z = \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{P}{[1 + (r/z)^2]^{5/2}} \cdot \frac{1}{Z^2}, \text{ kg/cm}^2 \quad (10)$$

Để đơn giản đặt hệ số

$$K = \frac{3}{2\pi [1 + (r/z)^2]^{5/2}}. \quad (11)$$

Thay (11) vào (10) ta có:

$$\delta_z = K \cdot \frac{P}{z^2}, \text{kg/cm}^2 \quad (12)$$

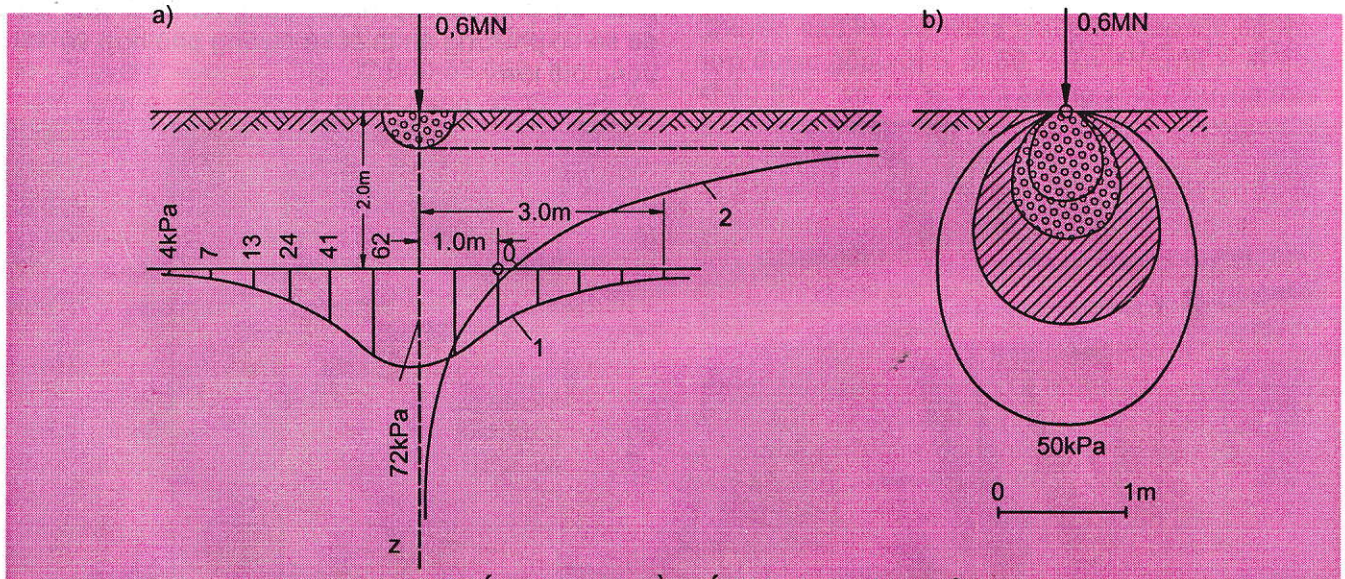
Khi chịu tác động của tải trọng ngoài tập trung (P) sẽ xác định được các giá trị ứng suất (δ_z) tại mọi vị trí trong nền đất yếu, từ đó thành lập các đường đẳng ứng suất phân bố trong nền đường đất yếu. Ví dụ: Lực tập trung $P=0,6 \text{ MPa}$ được đặt trên mặt phẳng của khối đất. Xác định khoảng cách nén thẳng đứng tại điểm a, nằm tại độ sâu cách mặt phẳng 2 m và có khoảng cách 1 m, kể từ đường tác dụng lực (hình H.1).

Đối với điểm a có: $z=2 \text{ m}$; $r=1 \text{ m}$; $(r/z)=0,5$. Theo bảng 1 tỷ số $(r/z)=0,5$ ứng với $k=0,2733$. Theo (12):

$$\delta_z = K \cdot \frac{P}{z^2} = 0,2733 \cdot \frac{0,6}{2^2} = 0,011 \text{ MPa}.$$

Cũng bằng cách này, xác định được các ứng suất nén đối với một loạt mặt phẳng nằm ngang tại độ sâu $z=2 \text{ m}$, và tại những độ sâu khác theo trục Z. Theo kết quả tính toán, dựng biểu đồ ứng suất nén đối với các mặt tại độ sâu $Z=2 \text{ m}$ và đối với những mặt ngang theo trục thẳng đứng $Z(r_i=0)$. Tại điểm đặt của lực tập trung nhận được những áp suất vô cùng lớn. Nhưng thực tế không như vậy, vì không thể tập trung được một tải trọng lớn vào một điểm, khi mà diện tích truyền tải trọng nhỏ thì ứng suất tại nơi đặt tải trọng sẽ vượt quá giới hạn độ bền của nền đường. Vì vậy, một vùng nào đó (vùng gạch chéo trên hình H.1), gần điểm đặt lực tập trung cần phải loại bỏ không xét.

Theo những ứng suất (δ_z) tìm được đối với một dãy điểm (diện), dựng các đường đồng ứng suất nén-đường đẳng áp, được thể hiện trên hình H.1.b.



H.1. Xác định ứng suất nén trong nền đất khi có tác dụng của lực tập trung:
a - Tại độ sâu $z=2 \text{ m}$ (1) và theo trục thẳng đứng (2); b - Những đường đồng áp suất

2. Xác định vùng ảnh hưởng do tác động của tải trọng ngoài

Ứng suất phân bố dọc theo trục đường sẽ không đổi. Mặt truyền tải trọng do ô tô chạy càng lớn thì ứng suất phát triển theo chiều sâu càng giảm.

Theo thuyết biến dạng đường thẳng của L. Porandl, G. Mitchen, tất cả các ứng suất thành phần δ_z , δ_y , τ sẽ không phụ thuộc vào trạng thái biến dạng như Modun tổng biến dạng và hệ số biến dạng ngang mà quan hệ giữa ứng suất và biến dạng là quan hệ đường thẳng phụ thuộc tải trọng phân bố theo chiều dài.

Tại một vị trí có góc lệch (α) và ($\beta=\alpha/2$) thì các biểu thức thành phần xác định như sau:

$$\begin{cases} \delta_z = \frac{P}{\pi} (\alpha + \sin \alpha \cdot \cos 2\beta) \\ \delta_y = \frac{P}{\pi} (\alpha - \sin \alpha \cdot \cos 2\beta) \\ \tau = \frac{P}{\pi} (\sin \alpha \cdot \sin 2\beta) \end{cases} \quad (13)$$

Để đơn giản tính toán cần thay vào công thức các hệ số K_z , K_y , K_{yz} phụ thuộc vào các giá trị z/b và Y/b (b - Chiều rộng của đường, m).

$$\begin{cases} K_z = (\alpha + \sin \alpha \cdot \cos 2\beta) / \pi \\ K_y = (\alpha - \sin \alpha \cdot \cos 2\beta) / \pi \\ K_{yz} = (\sin \alpha \cdot \sin 2\beta) / \pi \end{cases} \quad (14)$$

Thay các giá trị (14) vào (13) sẽ có

$$\begin{cases} \delta_z = K_z P \\ \delta_y = K_y P \\ \tau = K_{yz} P \end{cases} \quad (15)$$

Khi tải trọng ngoài phân bố đều dạng dài trên mặt đường (P) sẽ xác định được biểu đồ phân bố ứng suất δ_z trong nền đường đất yếu theo công thức (15).

3. Ứng suất tới hạn trong nền đất yếu

Ứng suất phát triển trong nền đất được gọi là ứng suất tự nhiên, để đánh giá độ bền vững tự nhiên của nền đất và tăng theo chiều sâu (z) trong điều kiện lớp đất nằm ngang được xác định như sau:

$$\begin{cases} \delta_z = \int_0^z \gamma_z \cdot dz = \gamma \cdot Z \\ \delta_x = \delta_y = \lambda_0 \cdot \delta_z \\ \tau_{zy} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0 \end{cases} \quad (16)$$

Trong đó: γ - Trọng lượng thể tích của đất, tấn/m³; $\lambda_0 = \mu/(1-\mu_0)$ - Hệ số áp lực hông của đất ở trạng thái tĩnh; μ_0 - Hệ số Poisson của đất.

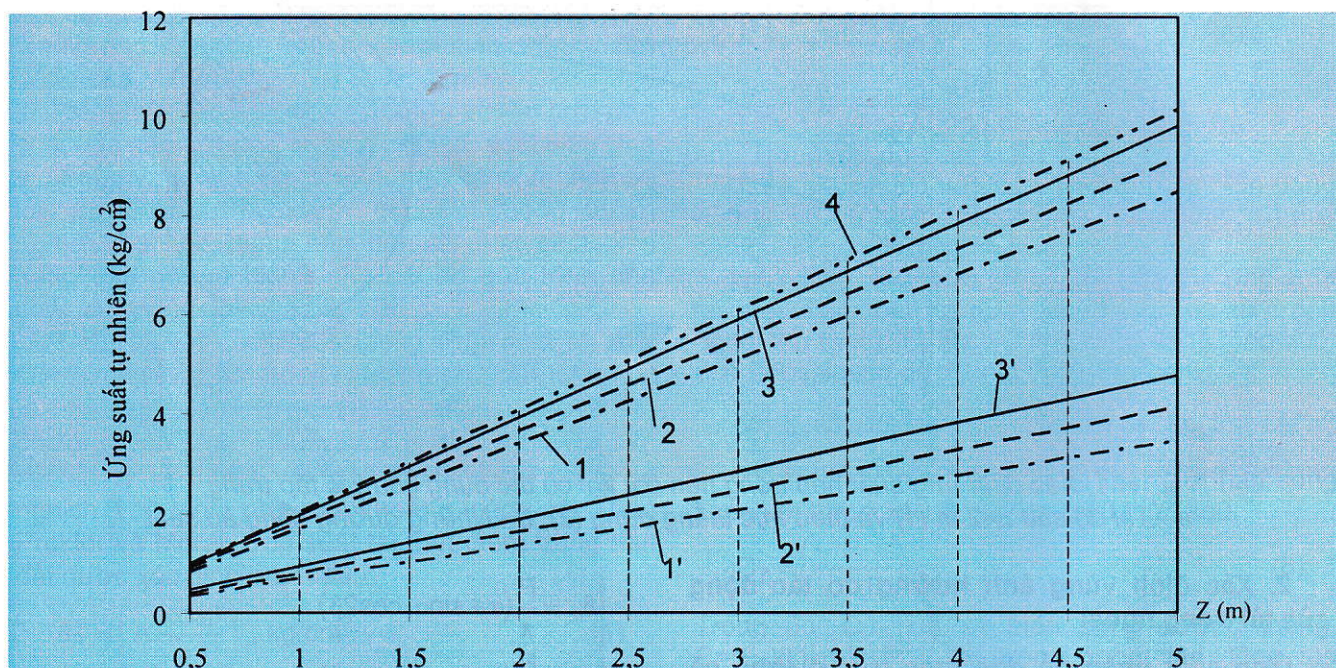
Tại mỏ sắt Thạch Khê phân bố trên mặt là lớp cát biển có chiều dày trung bình từ 12÷14m và có nước ngầm tạo nên hiện tượng thủy lực. Lúc đó giá trị ứng suất tự nhiên sẽ là:

$$\delta'_z = \gamma' \cdot Z \quad (17)$$

$$\gamma' = \left(\frac{\gamma_d - \gamma_n}{1 - \varepsilon} \right) \cdot g, \text{ tấn/m}^3 \quad (18)$$

Trong đó: γ' - Trọng lượng riêng của đất có xét đến tác động của lực đẩy nổi của nước ngầm, tấn/m³; γ_d, γ_n - Tương ứng là trọng lượng riêng của đất và nước, tấn/m³; ε - Hệ số rỗng; g - Gia tốc trọng trường.

Từ công thức (17) sẽ xác định được biểu đồ phân bố ứng suất tự nhiên trong nền đất yếu. Từ đó sẽ có phương án thiết kế đường phù hợp với tải trọng ô tô lớn.



H.2. Biểu đồ ứng suất tự nhiên của tầng đất phủ và tầng đá cứng mỏ Thạch Khê: 1, 1' - Ứng suất của cát pha sông biển hỗn hợp ở trạng thái tự nhiên và khi chịu tác động đẩy nổi của nước ngầm; 2, 2' - Ứng suất của sét sông biển hỗn hợp ở trạng thái tự nhiên và khi chịu tác động đẩy nổi của nước ngầm; 3, 3' - Ứng suất của sét pha sông biển hỗn hợp ở trạng thái tự nhiên và khi chịu tác động đẩy nổi của nước ngầm; 4 - Ứng suất tự nhiên của tầng cát kết, bột kết.

Đối với mỏ sắt Thạch Khê tầng phủ gồm các loại cát, cát pha sông biển, cát biển hiện đại, sét pha sông biển.... Các tầng này có trọng lượng thể tích tự nhiên thay đổi từ $\gamma_d = 1,7 \div 1,96$ tấn/m³, hệ số rỗng $\varepsilon = 0,65$ và thường xuyên có nước ngầm chảy qua. Địa tầng khu mỏ phía dưới tầng phủ có các

loại đá: sét kết, bột kết, cát kết và cuội kết các loại này có trọng lượng thể tích từ $\gamma = 2,02 \div 2,08$ tấn/m³. Ứng dụng kết quả trên xác định được ứng suất tự nhiên của các nham thạch tầng phủ khi không có nước đẩy nổi và khi có nước đẩy nổi (hình H.2).

(Xem tiếp trang 34)

5. Kết luận

Từ năm 1995, Hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu bản đồ "Quy hoạch và quản lý ranh giới khai thác than" của tất cả các đơn vị khai thác than từ Lạng Sơn, Bắc Thái qua Quảng Ninh, Nghệ Tĩnh tới Đă Nẵng đã được triển khai với công nghệ GIS, công nghệ bản đồ số trong công tác quản lý ranh giới tài nguyên than của TVN, nay là TKV, trên cơ sở thống nhất các hệ tọa độ Nhà nước và địa phương từ các bản đồ giấy các tỉ lệ khác nhau (1/10 000, 1/25 000,...) và là một trong các bước đầu tiên trong việc xây dựng cơ sở dữ liệu lớn tiêu chuẩn hóa, đồng bộ toàn ngành. Đến nay hệ thống vẫn được lưu giữ, cập nhật, bổ sung, đáp ứng tốt yêu cầu quản lý kỹ thuật thông qua công nghệ thông tin của TKV.

Công nghệ mới đem lại năng suất lao động cao, độ chính xác lớn trong xử lý, sự thuận tiện trong lưu giữ, cập nhật, sự thống nhất, đồng bộ ở các công đoạn và ấn loát đẹp, rõ ràng. Việc sử dụng công nghệ GIS trong ngành mỏ là một hướng phát triển đúng đắn, phù hợp với nhu cầu hiện đại hoá ngành sản xuất kinh doanh than của TKV và hòa nhập với phương hướng phát triển khoa học kỹ thuật của thế giới, trong đó cần chú trọng liên kết công tác thành lập bản đồ với xây dựng cơ sở dữ liệu. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Chí Quang, Kiều Kim Trúc và nnk. Ứng dụng tin học trong quản lý ranh giới mỏ. Báo cáo tổng kết đề tài Bộ Công nghiệp. Trung tâm ứng dụng tin học, công nghệ cao và môi trường, TVN. Hà Nội. 1996.

2. Nguyễn Chí Quang, Kiều Kim Trúc, Nguyễn Đức Thoại, Nguyễn Trọng Khiêm và nnk. Hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu bản đồ Quy hoạch giao ranh giới quản lý, bảo vệ, khai thác than TVN (vùng Quảng Ninh, Bắc Thái, Ninh Bình, Quảng Nam, Lạng Sơn và Nghệ Tĩnh). Trung tâm ứng dụng tin học, công nghệ cao và môi trường, TVN. Hà Nội. 1996.

3. David J Maguire, M. F Goodchild, D. W. Rhind. Geographical Information Systems. Longman Scientific & Technical. New York. 1994.

4. Ed. McElroy. MapInfo User's Guide. MapInfo Corporation. Troy, New York. 1994-2006.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

GIS has been developed strongly in the world, as well as in Vietnam coal industry since more than 10 years ago for making database and map for coal mine boundary management. The paper introduces the application of GIS MapInfo to build GIS database of mine information like mine resources, areas, perimeters, boundary coordinates, output... and display them in thematic maps with the use of space overlay and analyze tool. The system can be updated and has played active contribution for coal mine boundary management since then.

XÁC ĐỊNH ỨNG SUẤT GIỚI HẠN...

(Tiếp theo trang 26)

Các loại đá bộ kết, cát kết, cuội kết có độ liên kết vững chắc, nên không chịu ảnh hưởng nhiều của lực đẩy nước ngầm. Ứng suất tự nhiên của các loại nam thạch trên được thể hiện trên hình H.2.

Trên đồ thị hình H.2 cho thấy các loại đất yếu tầng phủ của mỏ Thạch Khê khi chịu tác động của nước ngầm có ứng suất tự nhiên giảm nhanh so với khi không chịu tác động của nước ngầm. Vì vậy, các tầng này nếu không được tháo khô tốt và chịu tác động của tải trọng (ô tô, máy xúc) trên bề mặt vượt quá giới hạn cho phép theo chiều sâu, thì kết cấu của bề mặt tầng phủ sẽ nhanh chóng bị phá hủy, gây lên lầy lội và phá vỡ các hệ thống đường vận tải cũng như tầng khai thác của mỏ. Để đảm bảo cho các thiết bị khai thác làm việc ổn định không bị lầy lội phải gia cố hệ thống đường vận tải và khu vực làm việc của máy xúc tại gương tầng.

4. Một số kiến nghị

Trên cơ sở những phân tích nêu trên, có thể rút ra một số yêu cầu đặt ra cần giải quyết trong quá trình xác định ứng suất giới hạn phát triển trong nền đường đất yếu dưới tác động của ô tô tải trọng lớn như sau:

❖ Xác định áp lực ô tô và máy xúc lên nền đường, vẽ biểu đồ ứng suất do tác động của thiết bị lên đường theo chiều sâu Z. Giao của đường phân bố áp lực của thiết bị và đường ứng suất của đất đá nền đường, từ đó sẽ xác định được chiều sâu đường bị phá hủy và cần phải gia cố.

❖ Xác định chiều dày lớp cần gia cố đường. □

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

The paper introduces some study results of estimating limited stress which is developed in the road base under the action of the heavy trucks.