

# MỘT PHƯƠNG PHÁP ĐƠN GIẢN HOÁ TÍNH TOÁN KẾT CẤU CHỐNG LẮP GHÉP TRONG CÔNG TRÌNH NGẦM TIẾT DIỆN TRÒN

TS. ĐỖ NGỌC ANH  
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

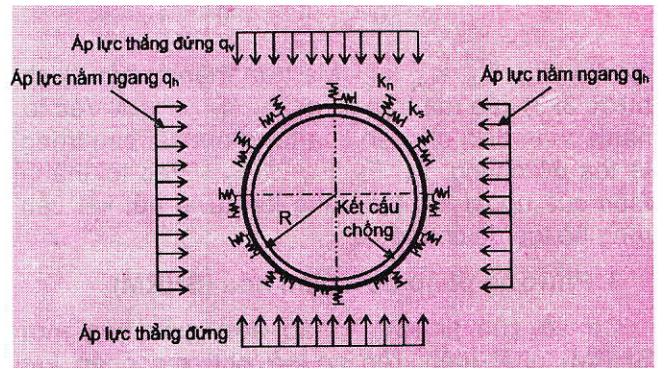
Bài báo giới thiệu một phương pháp đơn giản hóa trên cơ sở phương pháp lực kháng đàn hồi (SHRM) để tính toán nội lực, biến dạng trong kết cấu chống (KCC) lắp ghép trong công trình ngầm (CTN) tiết diện tròn. Ảnh hưởng của mỗi nối trong KCC được tính tới thông qua độ xoay/mở của mỗi nối khi chịu tác động của tải trọng bên ngoài, dẫn tới giảm diện tích bề mặt tiếp xúc tại vị trí mỗi nối. Do đó, mô men quán tính và diện tích mặt cắt ngang tại vị trí mỗi nối và khu vực lân cận cũng bị giảm dẫn tới làm thay đổi độ cứng của KCC. Một chương trình tính trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn, viết bằng ngôn ngữ lập trình Matlab, đã được phát triển áp dụng quy trình tính lặp với ẩn số cần tìm là chiều cao tiếp xúc tại các mối nối. Chương trình cho phép xác định nội lực, biến dạng sinh ra trong KCC.

## 1. Tổng quan

Do sự tồn tại của mỗi nối, đặc tính làm việc của KCC lắp ghép và KCC liền khối không giống nhau [1]. Ảnh hưởng của mỗi nối đến KCC lắp ghép được tính tới trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua các phương pháp phân tích lý thuyết, thực nghiệm hoặc mô phỏng số. Trong các phương pháp gián tiếp, KCC lắp ghép được tính toán gần đúng sử dụng các phương pháp tính toán áp dụng cho KCC liền khối [2]. Ảnh hưởng của mỗi nối được tính tới thông qua hệ số giảm độ cứng của KCC. Trong các phương pháp trực tiếp, mỗi nối được mô phỏng trực tiếp trong mô hình tính toán [1]. Kết quả nghiên cứu tổng quan về các phương pháp tính toán KCC lắp ghép được trình bày bởi Đỗ và nnk. [3], [4].

Gần đây, Đỗ và nnk. [3] đã phát triển một phương pháp tính mới áp dụng cho phương pháp lực kháng đàn hồi (HRM) (H.1). Trong phương pháp này, mỗi nối được thêm trực tiếp vào trong mô hình tính. Ảnh hưởng của mỗi nối được mô phỏng thông qua hệ số liên kết xác định dựa vào

độ cứng chống xoay của mỗi nối. Phương pháp này cho phép mô phỏng tính chất so le của mỗi nối giữa các vòng vỏ chống lắp ghép kế tiếp nhau, sự phân bố ngẫu nhiên của mỗi nối trong KCC. Kết quả so sánh với số liệu đo thực nghiệm tại một đường hầm trong thực tế đã chứng minh tính hiệu quả và khả năng ứng dụng của phương pháp đã phát triển (HRM) [3].



H.1. Sơ đồ tính toán kết cấu chống (theo Đỗ và nnk. [3])

Trong bài báo này, tác giả giới thiệu một phương pháp, cũng được phát triển trên cơ sở phương pháp lực kháng đàn hồi để tính toán nội lực và biến dạng trong KCC lắp ghép trong CTN tiết diện tròn theo một cách thức khác với phương pháp HRM đã đề xuất bởi Đỗ và nnk. [3]. Phương pháp mới này được gọi là phương pháp đơn giản hóa SHRM. Khác với phương pháp HRM phát triển bởi Đỗ và nnk. [3], ảnh hưởng của mỗi nối trong phương pháp mới SHRM được tính tới thông qua độ xoay/mở của mỗi nối khi chịu tác động của tải trọng bên ngoài, dẫn tới giảm diện tích bề mặt tiếp xúc tại vị trí mỗi nối. Do đó, mô men quán tính và diện tích mặt cắt ngang tại vị trí mỗi nối và khu vực lân cận sẽ bị giảm dẫn tới làm thay đổi độ cứng của KCC. Một chương trình tính trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn, viết bằng ngôn







$$M_{mn} = M \frac{b_j S_j^3}{J_s} = M \frac{b_j S_j^3}{\frac{b_c S_l^3}{12} + \frac{b_j S_j^3}{12}} \quad (6)$$

Trong khi đó, giá trị của mô men uốn  $M_{mn}$  có thể xác định khi biết lực dọc tác dụng trên phần mặt cắt mỗi nối  $N_{mn}$  (H.2H.):

$$M_{mn} = N_{mn} \left( \frac{S_l}{2} - \frac{S_j}{3} \right) \quad (7)$$

Trong đó:

$$N_{mn} = N \cdot \left( \frac{b_j S_j}{b_c S_l + b_j S_j} \right); \quad (8)$$

$N$  - Tổng lực dọc tác dụng trên mặt cắt ngang, MN/m;  $N_{mn}$  - Lực dọc tác dụng trên phần mặt cắt mỗi nối, MN/m.

Từ phương trình (6) và (7), ta có:

$$M \frac{b_j S_j^3}{b_c S_l^3 + b_j S_j^3} = N \frac{b_j S_j}{b_c S_l + b_j S_j} \left( \frac{S_l}{2} - \frac{S_j}{3} \right) \quad (9)$$

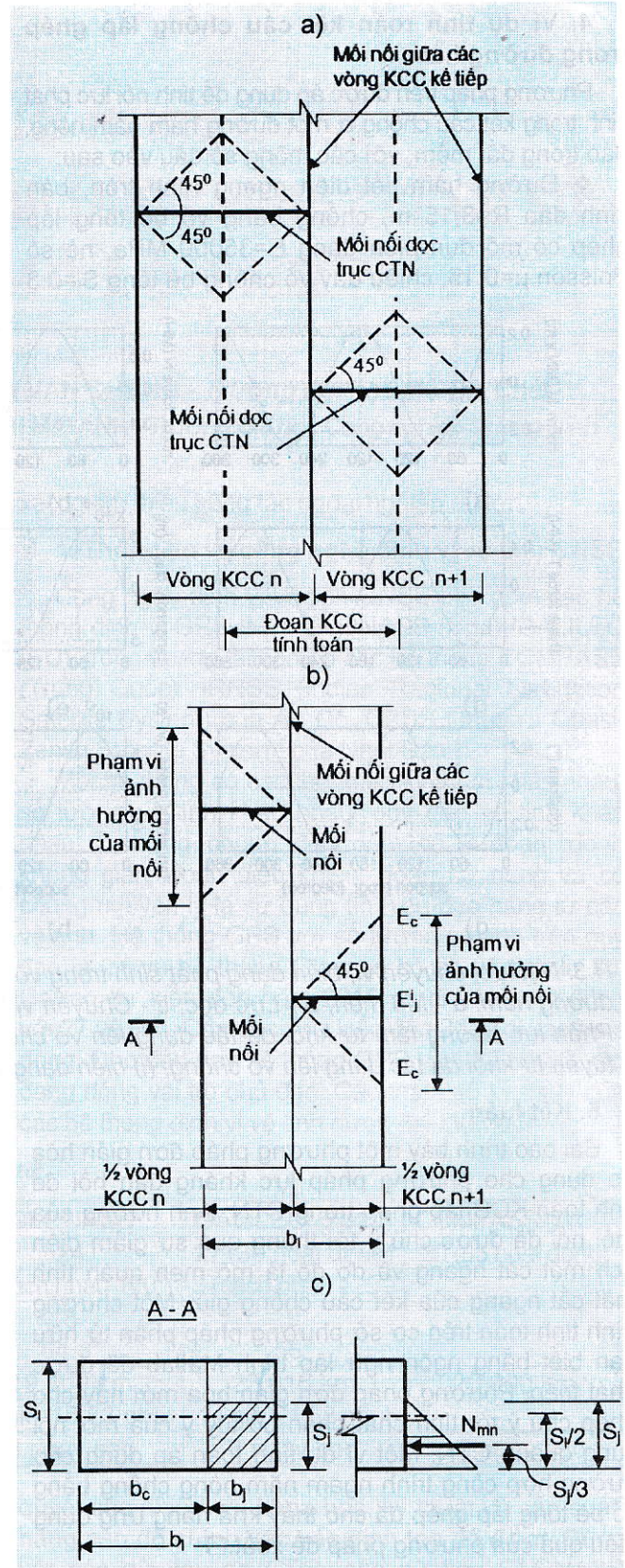
Khi biết giá trị của  $M$  và  $N$  tại mỗi mặt cắt, xác định từ bước tính trước đó trong chu trình tính lặp, chiều cao của phần mỗi nối trong mặt cắt ngang ( $S_j$ ) chính là nghiệm dương của phương trình sau:

$$\frac{N b_j}{3} S_j^4 + \left( M b_j - \frac{N S_l b_j}{2} \right) S_j^3 + M b_c S_l S_j^2 + \frac{N S_l^3 b_c}{3} S_j - \frac{N S_l^4 b_c}{2} = 0 \quad (10)$$

Trong thực tế, giá trị của  $S_j$  tại từng mỗi nối ở thời điểm bắt đầu quá trình tính toán là không xác định. Do đó, một chu trình tính lặp đã được sử dụng với giả thiết giá trị ban đầu của  $S_j$  bằng với chiều dày của KCC ( $S_l$ ). Với chiều cao của phần mỗi nối trên mặt cắt ngang  $S_j$  xác định được từ phương trình (10) sau mỗi bước tính lặp, nếu

$$\frac{M_{mn}}{b_j S_j^2 / 6} > \frac{N_{mn}}{b_j S_j} \quad (11)$$

tương ứng với trường hợp mỗi nối có độ mở/xoay nhất định, quy trình tính ở trên sẽ được áp dụng để xác định chiều cao của phần mỗi nối trên mặt cắt ngang  $S_j$ . Trong trường hợp ngược lại khi mỗi nối khép kín, không mở/xoay, ta có  $S_j = S_l = S_{\text{tổng}}$ . Các giá trị  $S_j$  tại các mỗi nối sẽ được sử dụng để tính toán mô men quán tính  $J_s$  và diện tích mặt cắt ngang  $A_s$  tại từng nút phần tử dầm trong mô hình phần tử hữu hạn trong bước tính lặp tiếp theo. Chu trình tính lặp sẽ tiếp tục cho tới khi đạt được điều kiện hội tụ của  $S_j$ .



H.2. Mô hình KCC lắp ghép trong phương pháp SHRM: a - Kết cấu chống thực tế; b - Mô hình KCC đơn giản hóa trong SHRM; c - Mặt cắt A-A



**4. Ví dụ tính toán kết cấu chống lấp ghép trong đường hầm**

Phương pháp trên được áp dụng để tính nội lực phát sinh trong kết cấu chống ở một đường hầm nằm nông, đào trong đất mềm, với các thông số đầu vào sau:

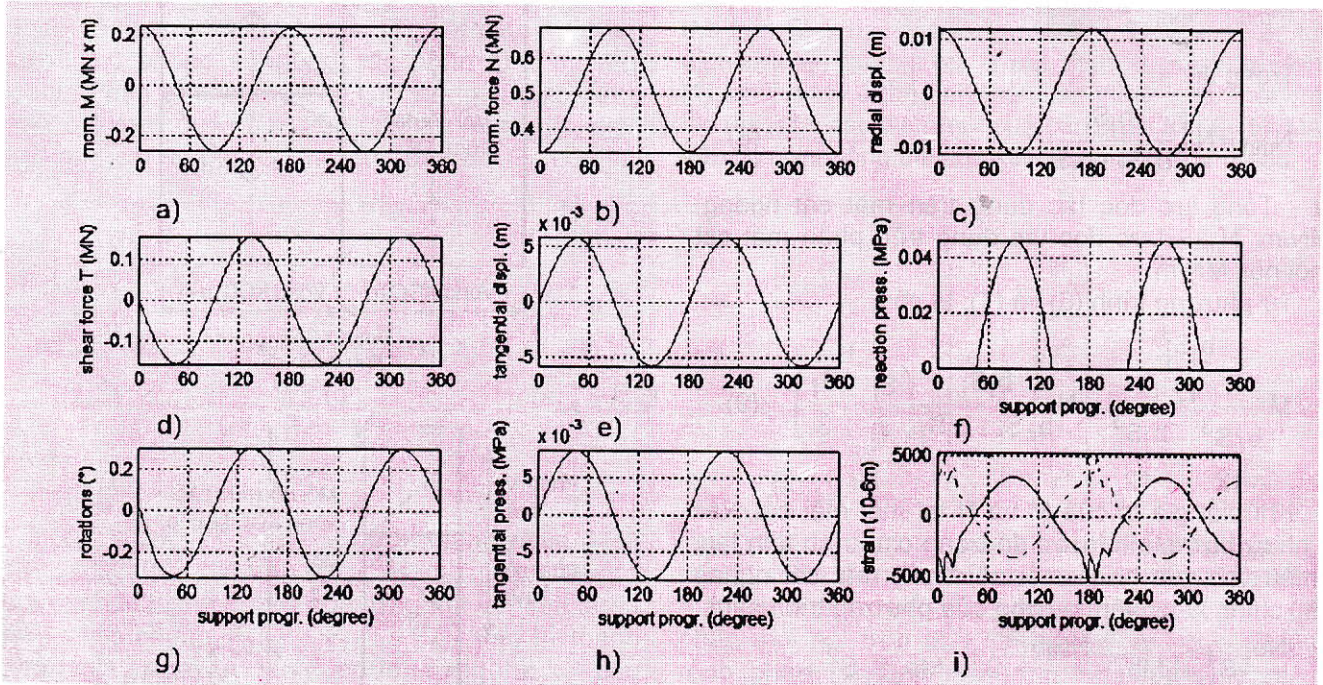
❖ Đường hầm tiết diện ngang hình tròn, bán kính đào  $R=3,15$  m, chống bằng vỏ bê tông lắp ghép có mô đun biến dạng  $E=35000$  MPa, hệ số Poisson  $\mu=0,15$ , chiều dày vỏ chống bê tông  $S_1=0,3$

m, chiều rộng mỗi vòng vỏ chống  $b_1=1$  m; số cấu kiện lắp ghép trong 1 vòng: 7 cấu kiện;

❖ Áp lực theo phương thẳng đứng ( $q_v$  trên H.1) là 0,35 MPa. Hệ số áp lực ngang  $K_0=0,44$ ;

❖ Khối đất có lực dính kết  $c=0,005$  MPa; góc ma sát trong  $\varphi=37^\circ$ ; mô đun biến dạng  $E=10$  MPa; hệ số Poisson  $\mu=0,31$ .

Kết quả tính toán nội lực và biến dạng phát sinh trong kết cấu chống đường hầm thể hiện trên H.3.



H.3. Nội lực, chuyển vị, biến dạng phát sinh trong vỏ chống đo ngược chiều kim đồng hồ tính từ điểm đáy đường hầm: a - Mô men; b - Lực dọc; c - Chuyển vị hướng tâm; d - Lực cắt; e - Chuyển vị tiếp tuyến; f - Phản lực hướng tâm từ khối đá tác dụng lên vỏ chống; g - Góc xoay trong vỏ chống; h - Phản lực tiếp tuyến từ khối đá tác dụng lên vỏ chống; (i) biến dạng vòng tại mép trong và mép ngoài vỏ chống

**5. Kết luận**

Bài báo trình bày một phương pháp đơn giản hóa áp dụng cho phương pháp lực kháng đàn hồi để tính toán KCC lắp ghép trong CTN. Ảnh hưởng của mỗi nối đã được chú ý tới thông qua sự giảm diện tích mặt cắt ngang và do đó là mô men quán tính mặt cắt ngang của kết cấu chống giữ. Một chương trình tính toán trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn biết bằng ngôn ngữ lập trình Matlab đã được phát triển. Phương pháp đơn giản hóa mới này cho phép chú ý tới tính chất phân bố tùy ý của mỗi nối xung quanh CTN. Một ví dụ tính toán áp dụng cho trường hợp công trình ngầm nằm nông chống bằng vỏ bê tông lắp ghép đã cho thấy khả năng ứng dụng hiệu quả của phương pháp đề xuất. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

2. Do NA, Dias D, Oreste PP, & Djeran-Maigre I. 2D numerical investigation of segmental tunnel

lining behaviour. Tunnelling and Underground Space Technology 2013; 37: 115-127.

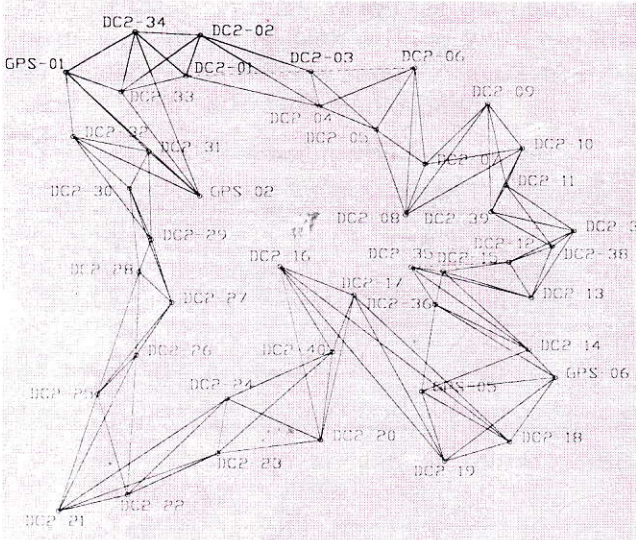
2. Oreste PP. A numerical approach to the hyperstatic reaction method for the dimensioning of tunnel supports. Tunnelling and Underground Space Technology 2007; 22: 185-205.

3. Do NA, Dias D, Oreste PP, & Djeran-Maigre I. A New Numerical Approach to the Hyperstatic Reaction Method for Segmental Tunnel Linings. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics 2014; 38(15): 1617-1632, doi: 10.1002/nag.2277.

4. Do NA, Dias D, Oreste PP, & Djeran-Maigre I. The Behaviour of the Segmental Tunnel Lining Studied by the Hyperstatic Reaction Method. European Journal of Environmental and Civil Engineering 2014; 18(4): 489-510, doi: 10.1080/19648189.2013. 872583.

(Xem tiếp trang 22)





H.4. Lưới đường chuyển 2 bãi thải tro xỉ nhà máy Nhiệt điện Na Dương

**3. Kết luận**

Khoa học công nghệ phát triển đã mang lại cho ngành khoa học bản đồ một diện mạo mới, đồng thời nó cũng làm tăng năng suất lao động của những người làm công tác bản đồ. Cho ra kết quả tọa độ và độ cao nhanh chóng, độ chính xác đáp ứng yêu cầu kỹ thuật. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. European Commission (2005), GALILEO-European Satellite Navigation System. [http://europa.eu.int/comm/dgs/energy\\_transport/galileo/](http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/galileo/). Web site accessed 13 July 2005.
2. Coordinational Scientific Information Center, Russian Federation, Ministry of Defense (2002) GLONASS Interface and Control Document Version 5.0, [http://www.glonass-center.ru/public\\_e.html](http://www.glonass-center.ru/public_e.html)
3. US Coast Guard Navigation Center (2005), GPS Modernization. <http://www.navcen.uscg.gov/gps/modernization/default.htm>. Web site accessed 13 July 2005.
4. Russian Federation Ministry of Defense (2005), General GLONASS, [http://www.glonass-center.ru/frame\\_e.html](http://www.glonass-center.ru/frame_e.html). Web site accessed 13 July 2005.
5. Elementary surveying an introduction to geomatics 3th edition. Nguồn: (<http://hungyen.gov.vn/vi-vn/stnmt/Pages/Printer.aspx?articleID=172>).

*Người biên tập: Nguyễn Bình*

**SUMMARY**

The paper introduces some results of using the GNSS technology in the forming a control basic net for open pit mines.

**MỘT PHƯƠNG PHÁP ĐƠN GIẢN...**

*(Tiếp theo trang 18)*

5. Huebner KH, Dewhirst DL, Smith DE, Byrom TG. 2001. The finite element method for engineers. John Wiley and Sons, Inc., New York.

*Người biên tập: Võ Trọng Hùng*

**SUMMARY**

This paper introduces a new simplified method for the analysis of segmental tunnel linings. The influence of segmental joints on the lining behaviour is taken into account by considering the opening/rotation of the joints under external loads, which cause the reduction of contact surface area between two segments at joint location and certain surrounding zones. Consequently, decrease in the inertia modulus and cross area at these sections of the lining ring is expected. A specific implementation has been developed using a finite element method (FEM) framework, in which an iterative procedure was applied with the unknown parameter is the height of the joint section.

**SỬ DỤNG THIẾT BỊ CƠ ĐỘNG...**

*(Tiếp theo trang 3)*

2. Hồ Sĩ Giao, Nguyễn Sĩ Hội, Trần Mạnh Xuân (1987), Khai thác mỏ vật liệu xây dựng, NXB Giáo dục.
3. Trần Mạnh Xuân (2011), Các quá trình sản xuất trên mỏ lộ thiên, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
4. П.И. Томаков, И.К. Наумов (1993) Технология, механизация и организация открытых горных работ. МГИ. Москва.
5. В.В. Ржевский (1980) Технология и комплексная механизация открытых горных работ М. "Недра".

*Người biên tập: Nguyễn Bình*

**SUMMARY**

The paper introduces the study results of using the mobile and flexible equipments to exploiting the rock mountain with the complicated relief and limited area.