

ỨNG DỤNG SỐ LIỆU ĐO BIẾN DẠNG VÀO TÍNH TOÁN VÉC TƠ TRẠNG THÁI CHUYỂN ĐỘNG CỦA KHỐI TRONG PHÂN TÍCH BIẾN DẠNG KHÔNG LIÊN TỤC

GS.TS. NGUYỄN QUỐC BẢO, ThS. NGUYỄN VĂN TUẤN
 Trường Đại học Công nghệ GTVT
 TS. CAO CHU QUANG - Học viện Kỹ thuật Quân sự

1. Đặt vấn đề

Phân tích biến dạng không liên tục (DDA) nghiên cứu chuyển dịch và biến dạng của khối vật liệu rời rạc. Xét giới hạn bài toán phẳng, các khối có dạng hình học tự nhiên vốn có của nó, khi tính toán được xấp xỉ về đa giác có số đỉnh bất kỳ.

Trong DDA việc xây dựng phương trình chuyển động bằng cách cực tiểu hóa năng lượng của hệ. Sau mỗi bước tích phân, vị trí tương đối của các khối trong cơ hệ sẽ thay đổi, hệ lực tác dụng lên mỗi khối cũng thay đổi vì vậy phương trình chuyển động sẽ được xây dựng lại.

DDA lấy 6 thành phần chuyển vị và biến dạng làm bậc tự do của khối như biểu thức sau [3]:

$$\{D_i\}^T = \{u_0 \ v_0 \ r_0 \ \epsilon_x \ \epsilon_y \ \gamma_{xy}\} \quad (1)$$

Trong đó: u_0 - Chuyển vị ngang theo phương x tại điểm (x_0, y_0) của khối; v_0 - Chuyển vị thẳng đứng theo phương y tại điểm (x_0, y_0) của khối; r_0 - Góc quay của khối với tâm quay tại (x_0, y_0) ; $\epsilon_x, \epsilon_y, \gamma_{xy}$ - Biến dạng thẳng và biến dạng góc của khối.

Khi tính được $\{D_i\}$ thì ta có thể xác định được mọi vị trí của khối trên mỗi bước thời gian. Do đó véc tơ $\{D_i\}$ được xem là véc tơ trạng thái chuyển động của khối, nó được dùng trong mỗi bước tích phân.

Trong bài toán thuận FDDA chuyển vị của khối là nhỏ và được xấp xỉ bậc nhất theo tọa độ như sau:

$$u = a_1 + a_2x + a_3y; \ v = b_1 + b_2x + b_3y. \quad (2)$$

Quan hệ giữa biến dạng và chuyển vị tuân theo phương trình Cauchy. Khi đạo hàm các chuyển vị ta có các thông số biến dạng là [3]:

$$\epsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} = a_2; \ \epsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} = b_3; \quad (3)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) = \frac{1}{2} (b_2 + a_3)$$

Các thông số biến dạng có giá trị không đổi trong toàn khối. Nói cách khác giá trị biến dạng tính toán được chỉ là giá trị trung bình trong toàn khối. Thực tế đối với mỗi khối tùy theo hệ ngoại lực đặt lên khối, biến dạng tại các vị trí trong khối là khác nhau. Nếu tại mỗi bước thời gian phân tích, ta đo được biến dạng tại các điểm thuộc khối thì sẽ tính được biến dạng của khối theo chương trình bài toán ngược phân tích biến dạng không liên tục BDDA. Cơ sở lý thuyết của bài toán dựa vào phương pháp bình phương tối thiểu kết hợp với cực tiểu hóa tổng bình phương sai lệch để xây dựng phương trình cân bằng và xác định bậc tự do của khối [2]. Phương trình cân bằng được biểu diễn dưới dạng chung nhất như sau [3]:

$$[K_{ij}]\{D_i\} = \{F_i\} \quad (4)$$

Bài báo tập trung nghiên cứu bài toán ngược BDDA khi đo được biến dạng tại điểm thuộc khối.

2. Cơ sở lý thuyết bài toán đo biến dạng của khối

Xét khối đơn bất kỳ thứ i. Các biến dạng tính toán theo bài toán thuận FDDA của khối là: $\epsilon_x = d_{4i}$; $\epsilon_y = d_{5i}$; $\gamma_{xy} = d_{6i}$. Tại bước thời gian bất kỳ các biến dạng đo được tương ứng là ϵ_x^0 ; ϵ_y^0 ; γ_{xy}^0 . Tổng bình phương sai lệch của giá trị đo, giá trị tính toán là [3]:

$$\Psi_\epsilon = \frac{1}{2} \left[(\epsilon_x - \epsilon_x^0)^2 + (\epsilon_y - \epsilon_y^0)^2 + (\gamma_{xy} - \gamma_{xy}^0)^2 \right];$$

$$\Psi_\epsilon = \frac{1}{2} \left\{ \begin{matrix} \epsilon_x & \epsilon_y & \gamma_{xy} \end{matrix} \right\} \begin{Bmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} - \left\{ \begin{matrix} \epsilon_x & \epsilon_y & \gamma_{xy} \end{matrix} \right\} \begin{Bmatrix} \epsilon_x^0 \\ \epsilon_y^0 \\ \gamma_{xy}^0 \end{Bmatrix} + \frac{1}{2} \left\{ \begin{matrix} \epsilon_x^0 & \epsilon_y^0 & \gamma_{xy}^0 \end{matrix} \right\} \begin{Bmatrix} \epsilon_x^0 \\ \epsilon_y^0 \\ \gamma_{xy}^0 \end{Bmatrix} \quad (5)$$

Đặt ma trận

$$[I] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \{D_0\} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \varepsilon_x^0 \\ \varepsilon_y^0 \\ \gamma_{xy}^0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \\ d_5 \\ d_6 \end{bmatrix}$$

$$\{D_0\} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \varepsilon_x \\ 0 \\ \varepsilon_y \\ 0 \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix} \rightarrow \{F_i\}; \quad (11)$$

Ta có:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_x & \varepsilon_y & \gamma_{xy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix} = \{D_i\}^T [I] \{D_i\}$$

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_x & \varepsilon_y & \gamma_{xy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \varepsilon_x^0 \\ \varepsilon_y^0 \\ 0 \\ \gamma_{xy}^0 \end{bmatrix} = \{D_i\}^T \{D_0\}. \quad (6)$$

Do đó ta có tổng bình phương sai lệch [3]:

$$\Psi_\varepsilon = \frac{1}{2} \{D_i\}^T [I] \{D_i\} - \{D_i\}^T \{D_0\} + \frac{1}{2} \{D_0\}^T \{D_0\} \quad (7)$$

Cực tiểu tổng bình phương sai lệch bằng cách lấy đạo hàm của Ψ_ε theo các bậc tự do ta được [3]:

$$k_{rs} = \frac{\partial^2 \Psi_\varepsilon}{\partial d_{rj} \partial d_{sj}} \quad k_{rs} = \frac{\partial^2}{\partial d_{rj} \partial d_{sj}} \left(\frac{1}{2} \{D_i\}^T [I] \{D_i\} \right)$$

$$k_{rs} = i_{rs} \quad r, s = 1, \dots, 6; \quad (8)$$

k_{rs} là ma trận con 6x6;

$$[I] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow [K_{ii}] \quad (9)$$

giá trị [I] trong (9) sẽ được đưa vào ma trận $[K_{ii}]$ trong phương trình (4).

Để tính toán giá trị bên phải của phương trình (4), ta cực tiểu Ψ_ε bằng cách lấy đạo hàm của tổng bình phương sai lệch Ψ_ε tại giá trị $\{D\} = \{0\}$ có kết quả [3]:

$$f_r = - \frac{\partial \Psi_\varepsilon(0)}{\partial d_{ri}};$$

$$f_r = \frac{\partial}{\partial d_{ri}} \{D_i\}^T \{D_0\}; \quad f_r = d_r; \quad r = 1, \dots, 6 \quad (10)$$

Kết quả nhận được là véc tơ 6x1:

giá trị $\{D_0\}$ sẽ được đưa vào véc tơ $\{F_i\}$ trong phương trình (4).

Các phương trình ở trên là trường hợp tổng quát cho bài toán đo biến dạng của khối. Bậc tự do gồm 6 thành phần chuyển vị và biến dạng tương ứng. Các ma trận [I] có kích thước 6x6 nhằm tương ứng với ma trận tựa độ cứng $[K_{ij}]$ trong phương trình (4). Véc tơ $\{D_0\}$ có kích thước 6x1 tương ứng với véc tơ $\{F_i\}$ trong phương trình (4). Ta thấy rằng nếu bài toán chỉ có các số liệu đo biến dạng, sau khi thành lập được hệ phương trình, ma trận tựa độ cứng $[K_{ij}]$ không thể nghịch đảo nghĩa là không xác định được nghiệm của hệ phương trình (4). Vì vậy khi trong khối chỉ có số liệu đo biến dạng thì phương trình (4) mới được thu gọn lại như sau:

$$[K_{ij}] \{D_i\} = \{F_i\}. \quad (12)$$

Hệ phương trình (12) là hệ gồm 3 phương trình với $[K_{ij}]$ là ma trận tựa độ cứng kích thước 3x3, véc tơ $\{D_i\}$ ứng với các biến dạng $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy}$ cần xác định, véc tơ tựa tải trọng $\{F_i\}$ chính là các giá trị biến dạng đo được tương ứng. Mục đích của việc thu gọn này nhằm giải quyết các bài toán đơn giản trong trường hợp chỉ xét đến các giá trị đo biến dạng, không có giá trị đo chuyển vị, phương trình (12) sẽ có nghiệm. Ta thể biểu diễn lại như sau:

Ma trận [I] trong biểu thức (9) có thể viết gọn lại:

$$[I] = \begin{bmatrix} [0] & [0] \\ [0] & [1] \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Trong đó: $[0] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ và $[1] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.

Vì chỉ xét thành phần biến dạng của khối nên ma trận [I] được viết gọn thành $[I_b]$ như sau:

$$[I_b] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow [K_{ii}]. \quad (14)$$

$[I_b]$ là một ma trận đơn vị kích thước 3x3 sẽ được đưa vào ma trận $[K_{ij}]$ trong của phương trình (12).

Tương tự như vậy nếu trong khối chỉ có thành phần biến dạng thì véc tơ $\{D_0\}$ trong biểu thức (11) cũng được viết gọn như sau:

$$\{D_0\} = \begin{Bmatrix} \{0\} \\ \{\varepsilon\} \end{Bmatrix} \quad (15)$$

Tại đây: $\{0\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$ và $\{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}$.

Khi đó véc tơ $\{D_0\}$ cũng được viết gọn thành véc tơ $\{D_{0b}\}$ như sau:

$$\{D_{0b}\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ \varepsilon_x \\ 0 \\ \varepsilon_y \\ 0 \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} \rightarrow \{F_i\}, \quad (16)$$

$\{D_{0b}\}$ là véc tơ kích thước 3x1 sẽ được đưa vào véc tơ $\{F_i\}$ trong phương trình (12).

Nhận xét: Khi có 1 giá trị biến dạng đo được tại 1 điểm thuộc khối ta sẽ xác định được ma trận đơn vị $[K_{ij}]$ và véc tơ $\{F_i\}$. Từ phương trình (12) ta có $\{D_i\}=\{F_i\}$ nghĩa là véc tơ bậc tự do chính là giá trị đo biến dạng của khối. Tương tự như vậy nếu ta có kết quả đo biến dạng của n điểm thì ma trận đơn vị của n phép đo là:

$$[K_{ij}] = \begin{bmatrix} n & 0 & 0 \\ 0 & n & 0 \\ 0 & 0 & n \end{bmatrix} \quad (17)$$

Theo phương trình (12) ta có véc tơ bậc tự do là:

$$\{D_i\} = \frac{\sum_1^n \{F_i\}}{n} \quad (18)$$

Như vậy bài toán ngược tính ra giá trị trung bình các tham số biến dạng theo số điểm đo được. Giá trị này không phải là giá trị biến dạng trung bình của khối mà nó sẽ tiến tới giá trị trung bình của khối khi số điểm đo càng tăng và càng phân bố đều trên toàn bộ diện tích khối. Trong bài toán thuận FDDA luôn tính ra được giá trị biến dạng trung bình của khối còn bài toán ngược BDDA tính ra giá trị trung bình của các biến dạng đo được.

3. Lập trình và thử nghiệm số

Xử lý số liệu đo biến dạng là một bộ phận không thể thiếu được trong bài toán ngược BDDA. Từ cơ sở lý thuyết đã trình bày ở trên tác giả xây dựng chương trình BDDA trong môi trường Matlab tính cho các trường hợp đo biến dạng tại điểm thuộc khối [1].

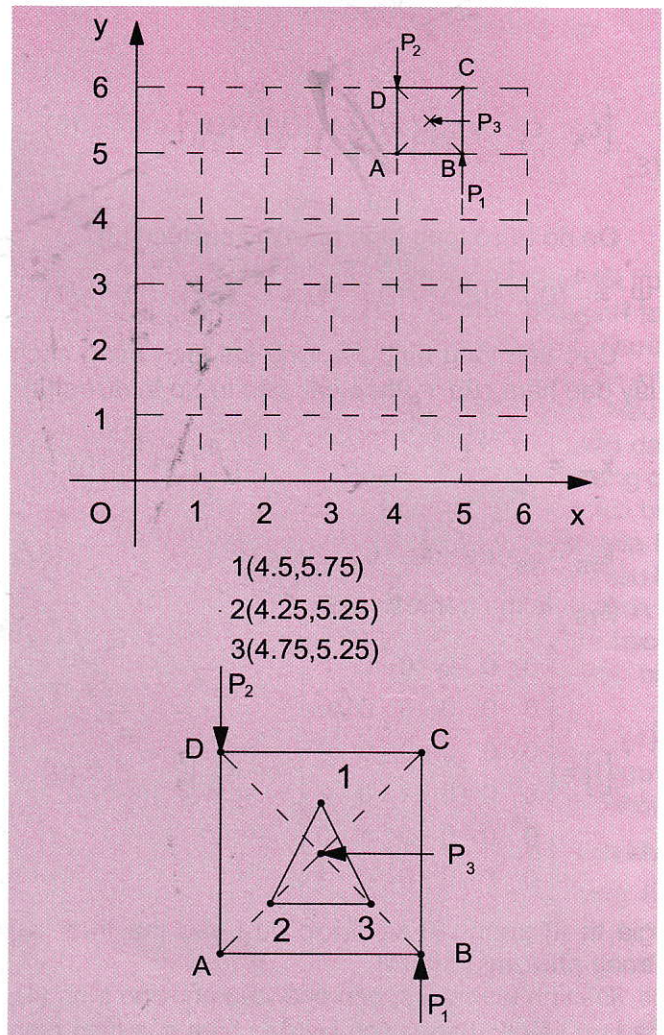
Xét khối đơn chuyển động trong hệ tọa độ xOy có kích thước hình học và vị trí ban đầu (thời điểm t=0) như H.1. Khối đơn được xác định bởi 4 điểm ABCD:

A(4,5), B(5,5), C(5,6), D(4,6). Mô đun đàn hồi E=48000 MPa, $\rho=25 \text{ kN/m}^3$. Lực tập trung $P_1=50 \text{ kN}$ đặt tại D, $P_2=50 \text{ kN}$ đặt tại B và $P_3=20 \text{ kN}$ đặt tại trọng tâm khối. Bước thời gian khảo sát $\Delta t=0.008 \text{ (s)}$. Tổng số bước thời gian khảo sát là:10. Xét 3 điểm 1(4.5,5.75); 2(4.25, 5.25) và 3(4.75, 5.25) thuộc khối. Khảo sát bậc tự do của khối:

3.1. Trường hợp có 1 giá trị đo biến dạng tại điểm 1 ở bước thời gian thứ 5

3.2. Trường hợp có 2 giá trị đo biến dạng tại điểm 1 và điểm 2 ở bước thời gian thứ 5

3.3. Trường hợp có 3 giá trị đo biến dạng tại điểm 1, điểm 2 và điểm 3 ở bước thời gian thứ 10



H.1. Trạng thái ban đầu của khối và các lực tác dụng lên khối

Tiến hành xây dựng hệ phương trình: $[K_{ij}]\{D_i\}=\{F_i\}$ và giải hệ phương trình trên cơ sở chương trình bài toán ngược BDDA ta sẽ có được các trường hợp sau đây:

3.1. Trường hợp có 1 giá trị đo biến dạng tại điểm 1 (4.5, 5.75) ở bước thời gian thứ 5

Tại điểm 1 có biến dạng:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 5.049e-007 \\ -1.0365e-006 \\ 1.5915e-006 \end{Bmatrix}. \quad (19)$$

Bậc tự do xác định được:

$$\{D_i\} = \begin{Bmatrix} 5.049e-007 \\ -1.0365e-006 \\ 1.5915e-006 \end{Bmatrix}. \quad (20)$$

Như vậy khi đo được biến dạng tại 1 điểm bất kỳ ở 1 bước thời gian, biến dạng của khối tính được theo chương trình BDDA chính là giá trị biến dạng vừa đo được. So sánh với bài toán đo chuyển vị (u,v) tại một điểm thuộc khối, nếu có 1 giá trị đo chuyển vị (u,v) thì không thể tính toán được bậc tự do của khối theo chương trình BDDA.

3.2. Trường hợp có 2 giá trị đo biến dạng tại điểm 1 và điểm 2 ở bước thời gian thứ 5

Tại điểm 1 có biến dạng

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 5.049e-007 \\ -1.0365e-006 \\ 1.5915e-006 \end{Bmatrix}. \quad (21)$$

Tại điểm 2 có biến dạng

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 5.0591e-007 \\ -1.0335e-006 \\ 1.5585e-006 \end{Bmatrix}. \quad (22)$$

Bậc tự do xác định được:

$$\{D_i\} = \begin{Bmatrix} 5.054e-007 \\ -1.035e-006 \\ 1.575e-006 \end{Bmatrix}. \quad (23)$$

Giá trị biến dạng tính được theo chương trình bài toán ngược BDDA là trung bình của 2 giá trị đo được tại 2 điểm ở bước thời gian thứ 5. Điều đó chứng tỏ rằng với bài toán đo biến dạng của điểm thuộc khối, kết quả phân tích theo chương trình BDDA phụ thuộc rất lớn vào kết quả đo hay đầu vào của chương trình phân tích BDDA.

Như vậy trong bài toán đo biến dạng của điểm thuộc khối kết quả phân tích theo chương trình BDDA phụ thuộc hoàn toàn vào kết quả đo, không phụ thuộc vào kết quả tính của bài toán thuận FDDA. So sánh với bài toán đo chuyển vị (u,v) tại một điểm thuộc khối khi có 2 giá trị đo, kết quả phân tích không chỉ phụ thuộc vào kết quả đo mà còn phụ thuộc vào kết quả tính của bài toán thuận FDDA, tuy nhiên kết quả thu được cũng không chính xác.

3.3. Trường hợp có 3 giá trị đo biến dạng tại điểm 1, điểm 2 và điểm 3 ở bước thời gian thứ 10

Tại điểm 1 có biến dạng:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 4.9553e-007 \\ -1.0103e-006 \\ 1.6027e-006 \end{Bmatrix}. \quad (24)$$

Tại điểm 2 có biến dạng:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 4.9713e-007 \\ -1.0395e-006 \\ 1.5875e-006 \end{Bmatrix}. \quad (25)$$

Tại điểm 3 có biến dạng:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 4.8958e-007 \\ -1.0143e-006 \\ 1.5989e-006 \end{Bmatrix}. \quad (26)$$

Bậc tự do xác định được:

$$\{D_i\} = \begin{Bmatrix} 4.9408e-007 \\ -1.0214e-006 \\ 1.5964e-006 \end{Bmatrix}. \quad (28)$$

Biến dạng tính được theo chương trình bài toán ngược BDDA là trung bình của 3 giá trị đo được tại 3 điểm ở bước thời gian thứ 10. Như vậy trong bài toán đo biến dạng, kết quả phân tích tính {D} là giá trị trung bình của các giá trị đo được, không chịu ảnh hưởng của các biến dạng tính trong chương trình bài toán thuận FDDA.

Nếu so sánh với bài toán đo chuyển vị (u,v) tại một điểm thuộc khối với trường hợp đo được 3 giá trị, kết quả phân tích không chỉ phụ thuộc vào chuyển vị tính theo bài toán thuận FDDA mà còn phụ thuộc vào kết quả đo được, trường hợp này cho nghiệm duy nhất.

4. Kết luận

Từ các kết quả thực nghiệm ở trên cho thấy đối với bài toán đo biến dạng tại một điểm thuộc khối, kết quả phân tích của chương trình bài toán ngược BDDA cho giá trị biến dạng {D} là trung bình cộng của các giá trị đo được. Vì thế kết quả phân tích bài toán ngược BDDA không phụ thuộc vào giá trị tính toán của bài toán thuận FDDA mà chỉ phụ thuộc vào giá trị đo, số lượng điểm đo, vị trí điểm đo.

Bài toán ngược BDDA tính ra giá trị trung bình các tham số biến dạng đo được. Giá trị tính toán này không phải là giá trị biến dạng của khối mà nó sẽ tiến gần đến giá trị biến dạng của khối nếu số điểm đo phân bố đều trên toàn bộ diện tích khối.

(Xem tiếp trang 62)

nước ngoài, chuẩn bị đội ngũ thi công và đặc biệt phải tìm hiểu kỹ các khả năng có thể dẫn đến sự cố, chuẩn bị các giải pháp kỹ thuật cần thiết để xử lý các sự cố khi xảy ra.

Cần có các yêu cầu thỏa đáng đối với các đơn vị tư vấn, nhà thầu nước ngoài phải có các phương pháp đánh giá, phòng ngừa, quản lý rủi ro cụ thể trong các giải pháp kỹ thuật, thi công ngay từ khi bắt đầu hình thành dự án. Đồng thời phải có các biện pháp dự phòng khi có thể gặp sự cố, trên cơ sở kinh nghiệm của họ. Phân tích lựa chọn các nhà thầu, tư vấn và giám sát cần phải dựa trên cơ sở của họ trong quản lý, xử lý các rủi ro, tai biến.

Cần quan tâm tìm hiểu kỹ các biện pháp thăm dò bổ sung trong quá trình thi công, các phương pháp và công cụ quan trắc hữu hiệu, chính xác sẽ được sử dụng trong thi công để góp phần phát hiện và giảm thiểu tai biến, rủi ro đến mức tối thiểu tác hại của sự cố kỹ thuật nhằm xây dựng CTN với chất lượng tốt, tốc độ xây dựng cao và giá thành hạ. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. French Society for Trenchless Technology. Microtunneling and Horizontal Drilling: Recommendations. John Wiley & Sons, 2004.
2. Mohamed, Y. H. and R. S. Gary (2007). Delay time analysis in microtunneling projects. Journal of

Construction Engineering and Management 133(2), 191-195.

3. Stein, D. (2005). Practical Guideline for the Application of Microtunnelling Methods. Bochum, Germany. ISBN: 3-9810648-0-1.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

Từ khóa: máy đào hầm; sự cố; ống kích; gương hầm; mất ổn định

Ngày nhận bài: 15 tháng 11 năm 2015

SUMMARY

Disturbance in microtunneling projects is a complex multivariate problem. Disturbance leads to delay time in microtunneling. Delay time increases the project duration and consequently the project cost. The paper presents the main causes leads to nonworking time of a microtunnelling. The information will supply useful informations for manager, designer and contractor who works in related fields in Vietnam in the near future.

ỨNG DỤNG SỐ LIỆU...

(Xem tiếp trang 87)

Nói cách khác, nếu số điểm đo chỉ tập trung vào một phạm vi nhỏ thì dù số điểm đo nhiều, kết quả phân tích cũng không phản ánh được giá trị biến dạng của khối.

Việc xây dựng chương trình bài toán ngược BDDA trong trường hợp đo biến dạng tại điểm thuộc khối cho phép hoàn thiện hơn một bước chương trình bài toán ngược BDDA, làm chính xác thêm chương trình phân tích trong bài toán ĐDA. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Quốc Bảo, Trần Nhất Dũng. Phương pháp phần tử hữu hạn-Lý thuyết và lập trình, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2012.
2. Nguyễn Quốc Bảo, Nguyễn Văn Tuấn, Cao Chu Quang. Hiệu chỉnh quỹ đạo chuyển động của khối trong phân tích biến dạng không liên tục. Tạp chí Giao thông vận tải tháng 10-2015.
3. Shi G.H. Block System Modeling by Discontinuous Deformation Analysis, Computational

Mechanics Publications. 1993.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

Từ khóa: Phân tích, biến dạng không liên tục, chương trình tính, đo biến dạng, thuật toán

Ngày nhận bài: 15 tháng 10 năm 2015

SUMMARY

In the discontinuous deformation analysis, deformation is an important unknown quantity of the block. Deformation is calculated by the analysis program of FDDA forward problem or the program analysis of BDDA backward problem. For the backward analysis the deformation measurements will be used as input data to calculate the deformation of the block. This paper presents algorithms, calculation programs of the block deformation from the measured results.