

CÂN BẰNG ĐỘNG LỰC CỦA NỀN MIỀN GẦN VÀ MÓNG DƯỚI CÔNG TRÌNH CHỊU RUNG ĐỘNG (TRƯỜNG HỢP NỀN ĐẤT DÍNH)

TS. Dương Hồng Thắm *

Bài báo này đề cập đến phương trình vi phân cai quản cân bằng của nền công trình chịu rung động và lời giải của nó. Phương trình được rút ra từ điều kiện cân bằng giữa Momen do thành phần chống trượt và Momen do thành phần gây trượt xoay. Các yếu tố như sức chống cắt huy động, tỉ số giảm chấn do ma sát trượt Coulomb và sự hiện diện của khối đất đắp từ đáy móng trở lên được đưa vào xem xét. Lời giải chỉ ra đáp ứng của nền và móng trong giai đoạn đầu khi dao động và công thức HSATỐĐ giải thích cho khuynh hướng giảm ổn định của nền đất dưới ảnh hưởng động.

This article deals with a governing equation of motion of soil foundation in nearfield subjected to vibration and its solution. This differential equation is written by equating the Moment of sliding blocks to that of resisting block. Some factors like the mobilized soil strength, damping ratio due to Coulomb's Friction _developed over the sliding face and the soil mass located above the level of depth of footing... are taken into account. The solution indicates the behavior of foundation and footing in early time of vibration and the formula of the stability coefficient results in a trend of decrease of soil stability due to dynamic effects.

Từ khóa: Hệ số an toàn ổn định động – Sức chống cắt huy động – Ảnh hưởng động

1. Đặt vấn đề

Động lực học nền đất là một mảng đề tài rất rộng lớn và phức tạp. Ứng xử và quan hệ ứng suất biến dạng của đất nền nằm ngay dưới móng chịu dao động_ thường xem là miền gần _ hay lan truyền và gây ảnh hưởng tương tác trên diện rộng _thường xem là miền xa, miền truyền sóng_ vẫn chưa được nghiên cứu chi tiết và đầy đủ cả trên phương diện lý thuyết, thí nghiệm lẫn thực nghiệm. Do vậy, trước hết đánh giá cân bằng ổn định nền chịu rung động rất cần được nghiên cứu phát triển thêm, để đóng góp và bổ khuyết để giúp nâng cao nhận thức về nền đất chịu tải trọng tổng quát, mà rung động là một dạng phổ biến trong thực tế.

Trong điều kiện hiện nay, chúng ta vẫn khó có thể đề ra một mô hình nào chung cho các bài toán *tương tác* kiểu như nền chịu ảnh hưởng động; nếu giải quyết khả dĩ, thường phải đi kèm với một hay vài phương pháp giải tích thích hợp nào đó trong một cơ chế nghiên cứu hỗn hợp; đôi khi, kết quả không thích hợp được với bài toán khác [1][2].

Phương pháp phân tích lý thuyết kết hợp với thực nghiệm _đo lường, quan trắc, phân tích, tiên đoán tương quan, mô hình thu nhỏ_ hoặc lý thuyết dựa trên nền thực nghiệm (experimentally based theoretical research) là rất cần thiết. Với tiến bộ khoa học kỹ thuật đo lường chẩn đoán kỹ thuật hiện đại sử dụng

* Phó Trưởng Khoa Kỹ Thuật – Công nghệ, Trường Đại học Mở Tp. HCM.

các vật liệu cảm biến, đầu đo gia tốc... các nghiên cứu nửa thực nghiệm trở thành một mắt xích quan trọng trong việc đánh giá ổn định động cho các công trình chịu ảnh hưởng bởi dao động truyền từ ngoài vào.

Hai yếu tố quan trọng trong bài toán nền chịu ảnh hưởng (dao động) là lực quán tính (gây áp lực phụ thêm) và sức chống cắt huy động (mobilized).

Các kết quả nghiên cứu bởi tác giả trên lý thuyết và thí nghiệm trong phòng [5][7] cho thấy sức chống cắt này suy giảm (chủ yếu do thành phần góc ma sát trong giảm) và từng thông số sức chống cắt như lực dính và góc ma sát trong sẽ giảm theo một tốc độ giảm và mức độ khác nhau.

Nghiên cứu dưới đây nhằm đưa ra công thức xác định HSATÔĐ cho hai thông số nói trên, lấy giới hạn nghiên cứu với đối tượng đất dính (có cả c và ϕ) để bổ sung cho những kiến thức về đánh giá ổn định nền qua HSATÔĐ nói trên. Một số biện luận về vai trò ảnh hưởng của Áp lực nước lỗ rỗng, về cách giải giải tích phương trình vi phân cân bằng động lực học được vận dụng vào đánh giá trong miền gần (near field) để đồng hành với các nghiên cứu ảnh hưởng Nguồn-Môi trường truyền – Đích trong miền xa (far field).

2. Thiết lập bài toán – Biểu thức của HSATÔĐ

2.1. Mô hình sử dụng

Đánh giá ổn định nền là xác định mức độ an toàn của nền đối với nguy cơ sụp đổ tổng thể, do tổn thất sức chống cắt. Việc đánh giá biểu thị qua Hệ số an toàn ổn định (HSATÔĐ), có giá trị bằng tổng lực/mômen chống nguy cơ chia cho tổng lực/mômen

gây ra nguy cơ. Một công thức tiêu biểu của Maxlov, N.N về HSATÔĐ như sau [1]:

Trong đó:

$$\eta = \frac{P_i \cos \theta_i \tan \varphi . R}{P_a + (W + S) d}$$

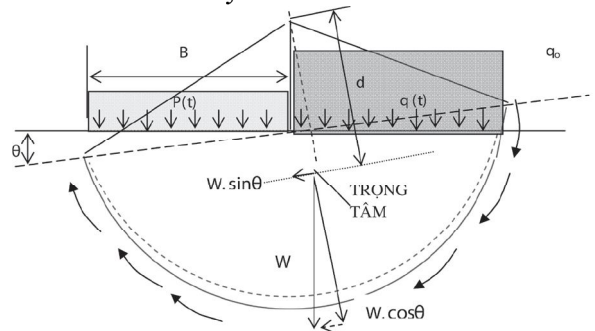
S Lực quán tính nằm ngang, tính bằng gia tốc đo được nhân với khối lượng toàn công trình, biểu thị theo % trọng lượng công trình

W Lực ngang (lực gió, áp lực đất)

P Tải trọng công trình

Biểu thức của HSATÔĐ thường được lập cho đất dính bão hòa nước, sức chống cắt không đổi theo thời gian; vì trọng lượng công trình không đổi, gia tốc không đổi nên theo thông thường lực quán tính S là không đổi. Một giả thiết khác được dùng là gia tốc được tính tại mặt đất miền tự do không có công trình, rồi đem giá trị ấy áp dụng cho trường hợp có công trình, chung cho mọi độ sâu.

Kế thừa các nghiên cứu trước đây của Triandafilidis, G.E [3], theo đó lấy mô hình nghiên cứu dựa trên mặt trượt trụ tròn, áp lực (tổng) thẳng đứng, sử dụng một số giả thiết về mặt phá hoại của Fellenius, thể hiện trong hình vẽ dưới đây:



Hình 1: Giả thiết tâm trượt tại mép móng của Fellenius và cân bằng động của khối lăng thể chuyển động [theo 4]

Mô hình này có đặc điểm là chỉ phù hợp với đất dính và chưa xét đến yếu tố phụ thuộc thời gian của sức chống cắt; ngoài ra, có thể tranh luận rằng ứng xử của đất đối với sự xoay không thể có một trục quay cố định tại mọi thời điểm chuyển động được, nhất là trước khi sức chống cắt được huy động một cách hoàn toàn (lúc ấy biến dạng nhỏ, trong khi đất dính thường có thuộc tính chảy dẻo_lưu biến_ rất lớn)

Phân tích này tỏ ra khá hạn chế, do bởi giới hạn của bài toán là a) cho đất dính thuần túy; b) bị buộc chấp nhận một số giả thiết khác về hình học như vị trí tâm cung trượt ở ngay trục thẳng đứng đi qua mép móng; và c) vị trí tâm trượt được dùng chung cho cả hai bài toán tĩnh và động.

2.2. Các thông số bổ sung của mô hình hiệu chỉnh với khối trượt dao động

Nghiên cứu này phát triển lên vị trí tâm cung trượt là bất kỳ. Theo đó các thành phần lực và Mômen tác động lên nền như sau:

- Các thành phần gây trượt

- o Lực thẳng đứng tĩnh và hoạt tải từ thượng tầng gây ra áp lực tựa tĩnh (contact pressure) khi chưa có bất kỳ dao động nào (không có gia tốc)

- o Lực quán tính thẳng đứng phát sinh lên khối lượng thượng tầng

- o Lực quán tính nằm ngang phát sinh lên khối lượng thượng tầng

- o Các nội lực khác tại chân cột (Mômen và lực cắt ngang)

- o Áp lực phụ thêm do cả khối miền gần tham gia chuyển động _tựa tĩnh_ trong đó có chuyển vị của móng dưới tác dụng của

lực quán tính dao biến

- Các thành phần chống cắt (chống trượt)

- o Sức chống cắt huy động (gồm sức chống cắt tĩnh ban đầu và sức chống cắt tăng thêm (do nén chặt nếu có) hoặc giảm thiểu đi (do cắt động với ứng suất nén hoặc cắt dao biến_ vòng Mohr biến đổi, không cố định)

- o Lực quán tính

- o Lực ma sát nhớt Coulomb phát triển trên cung trượt

- o Lực quán tính do trọng lượng khối đất đắp tham gia dao động.

Dưới AHD, sức chống cắt huy động phụ thuộc vào thời gian chịu ảnh hưởng rung động, cường độ rung, loại đất, áp lực nước lỗ rỗng phát sinh khi có rung động, kiểu độ cứng nền móng và thượng tầng công trình (như một tổng thể), loại chấn động (chu kỳ, hay tuần hoàn, xung kích hay nhiễu loạn..), và giảm chấn của vật liệu tham gia dao động (vật liệu công trình, vật liệu đất nền).

Sức chống cắt có thể được viết như sau

$$s(t) = \sum_{i=1}^n s_{ui} = (C_{uu} l \cdot \cot \alpha + \sum P_i \cos \alpha_i) \tan \varphi \quad (2)$$

$$s_u = \int_0^l s(t) ds$$

Việc sử dụng giá trị của lực dính C_{uu} không cố kết, không thoát nước là thiên về an toàn khi xét trong ngắn hạn.

Như vậy, tỷ số giữa thành phần chống trượt và gây trượt

$$\eta = \frac{M_I + M_G + M_{SCC} + M_{DD} + M_{CF}}{M_{qq'}} = \frac{M_{\sum \text{chTruot}}}{M_{GTruot}} \quad (3)$$

Các thành phần chống trượt

$$M_I = J \cdot \ddot{\theta} = m \bar{r}^2 \ddot{\theta}$$

Mômen do lực quán tính quay của khối trượt hình quạt trụ tròn, khối lượng $m = W/g$ với bán kính hồi chuyển $\bar{r} = \sqrt{\frac{J}{A}}$

trong đó A = diện tích và J = mômen quán tính khối, W là trọng lượng khối trượt; mômen này có khuynh hướng chống lại sự xoay do mất ổn định.

Để phục vụ các tính toán ban đầu, chọn

$$\bar{r} = \lambda B$$

$$M_G = \pm \sum W \cdot d(\sin \theta \longrightarrow \theta)$$

Mômen do khối tâm của khối lăng thể trượt bị dịch chuyển ra khỏi vị trí ban đầu, do góc xoay thường nhỏ nên chấp nhận $\sin \Theta \sim \Theta$. Dấu + khi khối tâm lệch ra khỏi vị trí cân bằng có khuynh hướng gây M chống xoay, dấu – khi ngược lại (tức sự lệch gây xoay)

$$M_{SCC} = \alpha R \sum s_{mob} \Delta s_i = \kappa \pi B \cdot s_{mob}$$

Mômen do lực chống cắt huy động trên tổng các độ dài cung trượt, với α là hệ số giảm sức chống cắt s_u theo thời gian chịu ảnh hưởng động; R là bán kính cung trượt (khoảng cách từ tâm xoay đến cung trượt tròn, không đồng nhất với bán kính hồi chuyển r nói ở bên trên) trụ tròn;

Trường hợp chuyển động trượt, sức chống trượt huy động còn là sức chống trượt thừa dư $s_{mob} = s_{res}$, gây ra Mômen

$$M_{SCC} = \alpha R \sum s_{mob} \Delta s_i = \kappa \pi B \cdot s_{mob}$$

$$M_{DD} = \frac{1}{2} [q_o + q(t)] (R \cdot \cos \theta \longrightarrow B)^2$$

Mômen chống trượt do khối đất đắp từ đáy móng trở lên, gồm áp lực tựa tĩnh và động

tham gia vào dao động. Do giả thiết góc Θ nhỏ, $R \cos \Theta \sim B$.

Trị số M_{DD} có thể được viết lại là

$$\frac{1}{2} [q_o + q(t)] \cdot B^2$$

$M_{CF} = \mu \cdot$ Phản lực N tích phân trên toàn cung trượt [có chiều dài πB]. $(\theta^{\circ}) = c \cdot (\theta^{\circ})$

Mômen chống trượt do thành phần Ma sát nhớt kiểu Coulomb phát triển trên cung trượt. Biểu thức trong ngoặc đơn là vận tốc chuyển dịch xoay.

μ là hệ số Ma sát nhớt Coulomb.

$$M_{GT} = 1/2 (q_b + p(t)) B^2$$

Mômen gây trượt do áp lực tựa tĩnh q_b và áp lực động (được giả thiết dạng có chu kỳ hoặc thay bằng trị số có cường độ tăng giảm +/-) phát sinh do có thêm lực quán tính phát sinh trên toàn thể các khối lượng dao động như thượng tầng kết cấu (qui về qui tụ tại móng), hạ tầng kết cấu (móng, nệm nén chặt, khối “đeo theo” added mass [4][8] của nền bên dưới nệm nén chặt); d là khoảng cách từ tâm cung trượt đến tâm móng. Riêng giá trị của áp lực biến thiên theo thời gian $p(t)$, đó là một lực dao biến (cyclic_ tức biến thiên có chu kỳ) xác định bởi

$$p(t) = \frac{P}{2m\omega^2} (1 + \cos \omega t + \sin \omega t) \quad (4)$$

trong đó m là tổng khối lượng của thượng tầng (xem như tập trung ở móng), cộng với khối lượng của móng, nệm nén chặt tĩnh, khối đeo theo động.

Dựa vào kết quả cắt động (trên hộp cắt hiệu chỉnh, tiến hành với ứng suất pháp dao biến để tạo trạng thái ứng suất không cố định, công bố bởi Thẩm, D.H [7]), có dạng giảm theo thời gian phù hợp với biểu thức lý thuyết của Lyakhov, G.M [4] như sau:

$$s_{mob} = s_u \alpha \exp(-\kappa t) \quad (5)$$

Trong đó

α Hệ số phụ thuộc vào cấp áp lực pháp tuyến áp đặt trong thí nghiệm cắt động trên hộp cắt hiệu chỉnh;

κ Hệ số thực nghiệm bằng 0.2 (theo [4])

s_u Sức chống cắt ban đầu, xác định từ thí nghiệm cắt nhanh không thoát nước hoặc cắt cánh tại hiện trường

Tác giả bài báo này đã có những kết quả cắt động trên hộp cắt hiệu chỉnh, chỉ ra rằng, sức chống cắt su giảm theo thời gian chịu rung động của mẫu [7]

2.3. Áp lực nước lỗ rỗng phát sinh trong quá trình nền chịu rung động

Lực thấm khối thẳng đứng có nguồn gốc từ áp lực nước lỗ rỗng phát sinh trong quá trình nền chịu ảnh hưởng rung động. Như kết quả từ theo [5][6][7], đưa lực thấm khối thẳng đứng vào trong các phương trình cân bằng, hoặc tính toán hệ số an toàn ổn định là điều không thể bỏ qua (một giả thiết thường thấy là nền sét hệ số thấm bé, lực thấm được bỏ qua). Tuy nhiên, khi nền đất dính hệ số thấm rất nhỏ, có thể xem như lực thấm có thể bỏ qua.

2.4. Thiết lập công thức hệ số an toàn ổn định động

Công thức kinh điển của HSATỔĐ có xét đến áp lực nước lỗ rỗng u như sau :

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (c_{ui} l + (1 - \frac{u}{\gamma h}) W_i \cos \theta_i \cdot \tan \varphi)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i} \quad (\text{theo Lực})$$

$$= \frac{R[\sum_{i=1}^n c l_i + (W_i \cos \theta_i - k_H W_i \sin \theta_i - \frac{u}{\gamma h} W_i \cos \theta_i) \tan \varphi]}{\sum R W_i \sin \theta_i + k_V \sum_{i=1}^n W_i \rho_i}$$

(theo Momen) được viết lại dưới dạng

$$\eta = \frac{M_i + M_G + M_{SCC} + M_{DD} + M_{CF}}{M_{qq'}} = \frac{M_{\sum \text{chTrueot}}}{M_{GTrueot}}$$

$$\eta = \frac{\frac{W}{g} \cdot r^{-2} \cdot \theta \pm W \cdot d \cdot \sin \theta + \kappa \pi B \cdot s_{mob} + \frac{1}{2} [q_0 + q(t)] \cdot (B)^2 + \mu_{dyn} (N \cdot \theta) - U}{1/2(q_b + p(t))B^2} \quad (7)$$

Trong điều kiện cân bằng Động tới hạn, gán $\eta = 1$

$$\eta = \frac{\frac{W}{g} \cdot r^{-2} \cdot \theta \pm W \cdot d \cdot \sin \theta + \kappa \pi B \cdot s_{mob} + \frac{1}{2} [q_0 + q(t)] \cdot (B)^2 + \mu_{dyn} (N \cdot \theta) - U}{1/2(q_b + p(t))B^2} = 1$$

Chuyển về sắp xếp lại, bỏ qua các tính toán trung gian và chỉ lấy dấu cộng (+) ở các số hạng của tử số (do đất không chịu kéo, chỉ lấy thành phần nén của lực dao biến), và

nếu thay thế thành phần giảm chấn phát triển trên cung trượt tròn chỉ bằng số giảm chấn c , phương trình cân bằng, viết lại:

$$\frac{W}{g} (\bar{r})^2 \cdot \theta + \frac{c}{(\frac{W}{g})(\bar{r})^2} \cdot \theta + W \cdot d \cdot \theta + \kappa (\pi B) \cdot s_u(t) + \frac{1}{2} [q_0 + q(t)] \cdot B^2 = \frac{1}{2} [q_b + p(t)] \cdot B^2$$

$$A = \frac{g}{W} \frac{c}{(r)^2} = \frac{c}{M(r)^2}$$

$$\text{Đặt } \beta = g \frac{d}{(r)^2}$$

$$D = \frac{1}{2M} \cdot \left(\frac{B}{r}\right)^2 = \frac{1}{2M\alpha^2}$$

với $\alpha = \frac{r}{B}$ (tỉ số giữa bán kính hồi chuyển với bề rộng móng);

Và nếu đặt qui luật biến thiên sức chống trượt giảm theo hàm exponential của thời gian, ta có thể viết như sau: $s_u(t) = \psi(t) \cdot s_o$

Trong đó hàm $\psi(t) = m_1 \cdot \exp(-nt)$

với m_1 = Hệ số xét theo cấp áp lực, xác định từ thực nghiệm;

và $n = n_1 \cdot n_2$ với n_1 hệ số xét đến loại đất khi dao động, thường lấy $=1$, và n_2 Hệ số xét đến ảnh hưởng của tần số dao động rung lên ứng xử của đất, lấy bằng 0,2 (từ thí nghiệm cắt động trên hộp cắt hiệu chỉnh)

Khi $t \rightarrow \infty$, $s_u(t) \rightarrow s_{\text{residual}}$ độ bền thừa dư của đất dính

Ta được một phương trình vi phân cấp 2 theo θ cai quản tình trạng cân bằng động lực học của móng và khối nền chịu AHD:

$$\theta + A\theta + \beta\theta = \frac{1}{2M\alpha^2} [p_{\text{static}}(1 + \xi) - s_o\psi(t)] \quad (8)$$

$\psi = m_1 k \cdot \exp(-nt)$ Hàm sức chống cắt theo thời gian chịu áp lực nén động.

Hàm này có thể xác định bằng dữ liệu cắt động, tùy đất (theo [7])

m_1 Hệ số phụ thuộc cấp áp lực pháp tuyến

k Hệ số thực nghiệm, $= 2$

$n = n_1 \cdot n_2$ với n_1 hệ số phụ thuộc loại đất; n_2 là hệ số phụ thuộc tần số dao động

p_{static} Hiệu số áp lực tựa tĩnh với áp lực thẳng đứng do lớp đất vùi móng

S_u sức chống cắt ban đầu, $= \psi(t)$. So

ξ Phần trăm áp lực động, áp lực tăng thêm so với áp lực tĩnh. Áp lực này có thể được ghi nhận bằng thực nghiệm hiện trường, sử dụng loadcell và pressure cell gắn trên và dưới móng, theo thứ tự đó.

3. Lời giải của phương trình vi phân cai quản Cân bằng Động lực (Ổn định động)

Lời giải đối với trường hợp riêng:

Trường hợp nền đất yếu có ϕ nhỏ, tan $\phi \sim 0$ và đất sét $s_u \sim c_u$, sức chống cắt ít phụ thuộc thời gian (lấy $\psi = 1$). Lời giải trên Maple V.4

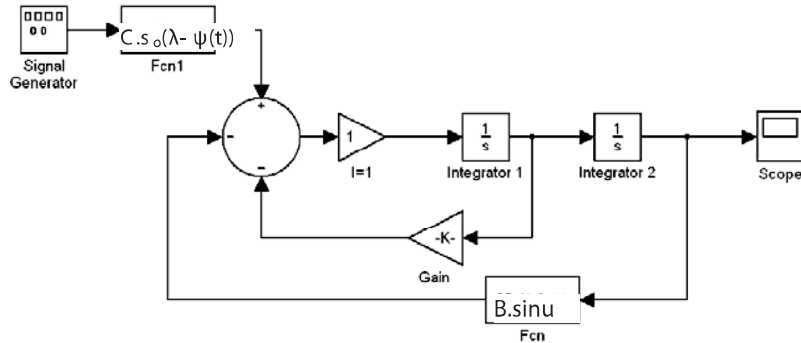
$$\theta(t) = s_u(m\xi + m - 1)(1 - \cos kt)/2\alpha^2 k^2 M \quad (9)$$

Đây là phương trình góc xoay của móng theo thời gian chịu ảnh hưởng động. Trong trường hợp áp lực phụ thêm có dạng tuần hoàn sinusoid và biên độ áp lực tính bằng % tổng trọng lượng công trình, đất nền và khối trượt... và s_u là hàm giảm kiểu exponential theo thời gian, lời giải trên Maple sẽ phức tạp hơn như sau:

$$\theta(t) = \frac{g}{2\alpha^2 Wk} (m + m\xi - 1) \left(\int_0^t \cos ku \cdot s_u \cdot du \cdot \sin kt - \int_0^t \sin ku \cdot s_u \cdot du \cdot \cos kt \right) \quad (10)$$

Lời giải khi trường hợp tổng quát:

Phương trình (8) là một phương trình vi phân phi tuyến. Mô tả trên Matlab Simulink như sau:



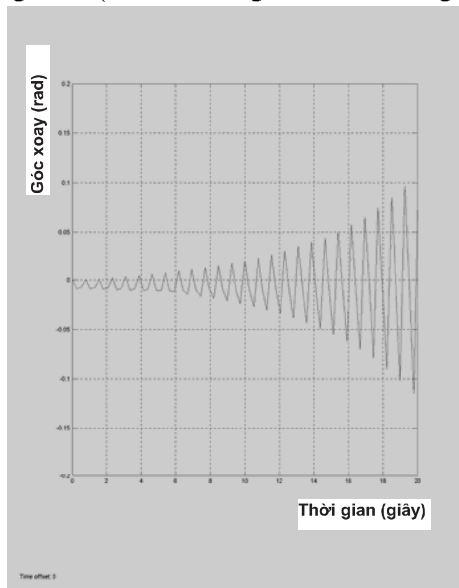
Hình 2: Dùng Simulink để giải phương trình vi phân phi tuyến (8)

4. Thảo luận về các kết quả tính toán

4.1 Về lời giải của góc xoay móng

- Sức chống cắt là một hàm của thời gian, nên lời giải mặc định còn đặt trong dấu tích phân, lời giải (10) có vẻ không tường minh do biến $u = f(t)$, trong khi lời giải (9) khi su là hằng số (có thể lấy giá trị cận dưới của su là độ bền thừa dư sres) đơn giản hơn;

- Lời giải bằng Matlab-Simulink cho thấy có sự gia tăng góc xoay trong một thời gian đầu do cản chấn đáp ứng chưa kịp, sau đó sẽ bình ổn xuống dao động quanh một vị trí trung bình (hình 3 không thể hiện $t > 20$ giây).



Hình 3: Lời giải của phương trình vi phân (8)

4.2 Về ảnh hưởng của các yếu tố Cơ học đất lên HSATỒĐ động

4.2.1 Lực quán tính động

- Lực này hoàn toàn xác định được từ phổ tần số khi sử dụng đầu đo gia tốc (accelerometer) và qua phân tích tinh độ (magnitude – độ lớn của gia tốc đỉnh) trong miền tần số. Lực quán tính xuất hiện tại mẫu số trong một biểu thức hợp chung với phản lực tựa, chỉ ra rằng khi lực này tăng, HSATỒĐ động giảm.

4.2.2 Cột áp

- Áp lực nước lỗ rỗng xuất hiện ở tử số, nên khi áp lực này tăng, giá trị trong ngoặc của biểu thức HSATỒĐ (tức công thức (7)) giảm;

- Bằng chứng cho sự tăng của áp lực nước lỗ rỗng được xác nhận bằng cách cài đặt các thủy áp kế (piezometer) xung quanh và bên dưới móng trong một thí nghiệm hiện trường (từ [7])

4.2.3 Sức chống cắt

- Thông số này nằm ở tử số, nên khi giảm (xem đồ thị xu hướng giảm của su theo thời gian chịu rung động, hình 3), HSATỒĐ

động giảm;

- Có những dữ liệu thí nghiệm cho thấy xu hướng nghịch biến giữa góc ma sát trong huy động và lực dính huy động; đặc biệt rõ rệt trong đất dính, kết quả cho thấy góc ma sát trong giảm nhanh hơn sự tăng của lực dính động; ở những cấp áp lực tựa tĩnh càng cao (công trình chịu tải nặng), sự giảm góc ma sát trong kèm sự tăng lực dính, có thể lý giải là do các hạt trượt lên nhau, phá vỡ các liên kết gài móc giữa nội hạt và bổ sung hạt nhỏ, làm tăng lực dính.

- Nếu lý luận theo sức chống cắt của đất sét cho rằng không phụ thuộc vào cấp tải nén của áp lực pháp tuyến như các nghiên cứu truyền thống trước đây thì kết quả trên bổ sung rằng, đất thường có hàm lượng hạt mịn/nhỏ cao, chứ không có đất sét thuần túy.

4.2.4 Ảnh hưởng lan truyền trong miền xa

- Áp lực phụ thêm phụ thuộc cường độ chấn động, cự ly lan truyền từ Nguồn đến Đích, và độ sâu.

- Như vậy, nếu xuất hiện ở mẫu số của (7), HSATỔĐ động giảm theo sự tăng của gia tốc.

4.3 Ghi nhận một số điểm khác biệt cơ bản giữa HSATỔĐ động với HSATỔĐ tĩnh-Công trình chịu áp lực ngang chịu AHD

- Lực quán tính và lực trì do trọng tâm bị lệch

- Sức chống cắt huy động giảm theo thời gian rung

- Xuất hiện áp lực động bổ sung, phụ thuộc cấp áp lực tựa tĩnh

- Xuất hiện Áp lực nước lỗ rỗng

duyệt, phần nào làm giảm áp lực pháp tuyến

Có thể rút ra rằng: Các cấu trúc không đối xứng (như mái dốc, tường chắn...) sự xuất hiện của áp lực ngang và áp lực ngang động phát sinh do lực quán tính ngang sẽ càng dẫn đến phá hoại công trình nhanh chóng. Và một vấn đề khác còn chưa xét đến, đó là kẻ vào giảm chấn do trượt tỉ lệ với vận tốc chuyển động.

5. Kết luận và kiến nghị

Nền móng công trình chịu rung động là một vấn đề phức tạp, chưa được nghiên cứu rọt ráo ngoại trừ các kết quả từ lãnh vực động đất. Văn liệu đã có được dùng làm giáo trình cơ học đất nền móng máy cũng chủ yếu xem khả năng chịu tải động như một phần nhỏ từ khả năng chịu tải cực hạn tĩnh để chịu ảnh hưởng động.

Bài báo này sử dụng giải pháp tiếp cận kế thừa các nghiên cứu đã có về ứng xử động lực của móng dạng băng (Chiều dài $L > 7$ Bề rộng); bằng sự phân tích các thành phần lực tĩnh và động tác động lên móng và nền miền gần dưới móng, một biểu thức giải tích về Hệ số an toàn ổn định động của Nền chịu ảnh hưởng rung động lan truyền từ nguồn qua môi trường truyền và đến đích Nhận được thiết lập. Căn cứ vào vị trí các số hạng của biểu thức xác định HSATỔĐ có ở tử số và mẫu số, có thể giúp đánh giá sự giảm khả năng chịu tải dưới tổ hợp các thông số ảnh hưởng cùng một lúc. Bên cạnh đó, gán biểu thức hệ số an toàn ổn định với một con số định trước như trong bài viết lấy là 1, ta sẽ có phương trình vi phân cân bằng động lực với lời giải là đáp ứng góc xoay. Phương trình vi phân này được giải (bằng công cụ Simulink của Matlab).

Hướng nghiên cứu trên đây còn rất mở, đòi hỏi rất nhiều vấn đề nghiên cứu bổ sung như kể đến giảm chấn do trượt trên mặt cong, khối trượt tổng quát, dao động và sự giảm sức chống đẩy ngang bị động trong khối trượt bị động, tốc độ giảm của HSATÔĐ động theo gia tốc hoặc xét đến sự hiện hữu và dao động của khối đất vùi móng chịu AHD.

Tài liệu tham khảo

- [1] Maxlov, N.N, “*Điều kiện ổn định của đất cát bão hòa nước*”, tiếng Nga, NXB Matxcova, 1959.
- [2] Tuyển tập Hội nghị Quốc tế về Đất, Công trình và Tương tác năm 2000, tổ chức tại Nha trang do Đại học Quốc Gia, Bộ Giáo dục và Đào tạo, Bộ Khoa học công nghệ
- [3] Triandafilidis, G.E, “*The dynamic response of continous footings supported on cohesive soils*”, tạp chí xuất bản năm 1999.
- [4] Lyakhov, G.M., “*Dynamic penetration of a test plate into soil*”, tạp chí Cơ học đất Nền móng, số 3, trang 6-8, tháng 5-6, năm 1971.
- [5] Thăm, D.H; Lương L.B; Nhi N.K, “*Nghiên cứu thí nghiệm về ảnh hưởng động lên độ bền chống cắt của đất dính dưới nền công trình bằng thiết bị thí nghiệm là hộp cắt hiệu chỉnh*”, tạp chí Phát triển Khoa học & Công Nghệ, ĐHQG-HCM, số tháng 3, 1999.
- [6] Thăm, D.H “*Về các loại ảnh hưởng của chấn động đối với công trình*”, tham luận tại Hội nghị Công nghệ Xây dựng TpHCM, tháng 6-1997
- [7] Thăm. D.H, “*Nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động do đóng cọc và chuyển động của xe tải lên nền công trình xung quanh*”, ĐHQG-HCM, 2002.
- [8] Barkan, D.D, “*Dynamics of foundation*”,(bản dịch tiếng Việt), 1970.