TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 12 - 11 - 2020

ERSD 2020



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

EARTH SCIENCES AND
NATURAL RESOURCES FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

TIỂU BAN
CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ ĐỊA KỸ THUẬT

MỤC LỤC

TIỂU BAN
CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ ĐỊA KỸ THUẬT

Nghiên cứu các giải pháp gia cố và chống giữ chủ động nâng cao độ ổn định và khả năng mang tải của khối đá xung quanh các đường lò khi khai thác xuống sâu tại vùng than Quảng Ninh
Đặng Văn Kiên, Ngô Doãn Hào, Đỗ Ngọc Thái, Phạm Tuấn Anh, Ngô Hà Quyên 1

Nghiên cứu sử dụng tro bay của nhà máy nhiệt điện chế tạo kết cấu chống giữ các đường lò khi khai thác xuống sâu tại vùng than Quảng Ninh
Đặng Văn Kiên, Võ Trọng Hùng, Đỗ Ngọc Anh, Phạm Tuấn Anh, Nguyễn Tiến Mạnh, Trương Văn Hà 10

Cấu trúc nền đất yếu tuyến đường giao thông ven biển Hải Phòng-Nam Định và đề xuất công nghệ gia cố phù hợp
Nguyễn Thị Dịu, Tạ Đức Thịnh 19

Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số dự ứng lực đến đặc trưng cơ học của kết cấu neo
Đào Viết Đoàn, Vũ Đức Quyết, Nguyễn Duyên Phong 27

Kết cấu neo biến dạng lớn và đề xuất áp dụng chống giữ cho đường lò đào qua khối đá mềm yếu vùng Quảng Ninh
Đào Viết Đoàn 35

Nghiên cứu đề xuất sơ đồ công nghệ thi công hợp lý nâng cao tốc độ đào lò trong đá cho Công ty Than Nam Mẫu-TKV
Ngô Doàn Hào 44

Vấn đề xây dựng công trình ở khu vực có nguy cơ hình thành hố sụt lún
Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong, Nguyễn Ngọc Huệ 52

Áp dụng phương pháp đường đặc tính khối đá và độ hội tụ giới hạn để thiết kế kết cấu chống giữ công trình ngầm
Trần Tuấn Minh 59

Ứng dụng khoan ngang định hướng HDD trong thi công hệ thống đường ống hạ tầng kỹ thuật tại các đô thị ở Việt Nam
Vũ Minh Ngạn, Phạm Đức Thọ 70

Numerical analysis of soil nailing for stability of slopes
Pham Thi Nhan, Nguyen Anh Hoa 77

Ảnh hưởng của mực nước ngầm đến trạng thái cơ học trong khối đá xung quanh công trình ngầm và tác động lên kết cấu chống
Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Khắc Cường, Nguyễn Ngọc Huệ 84

Nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực gương đào đến độ lún mặt đất khi thi công đường hầm bằng máy khiên đào
Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Huy Hiệp 90

Nghiên cứu đề xuất phương pháp tính độ lún và sức chịu tải của nền đất yếu gia cố bằng cọc cát biển-xi măng
Tạ Đức Thịnh, Nguyễn Thị Dịu 97

Vấn đề xây dựng công trình ở khu vực có nguy cơ hình thành hố sụt lún

Nguyễn Xuân Mãn[1,*], Nguyễn Duyên Phong[1], Nguyễn Ngọc Huệ[2]
[1] *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
[2]*Khoa Xây dựng, Đại học Bình dương, Thành phố Thủ Dầu Một tỉnh Bình Dương*

TÓM TẮT

Hố sụt lún thường được truyền thông gọi là hố địa ngục, hố tử thần, là hố sinh ra do sự sụt lún đất đá trên bề mặt khi đất bên dưới bị làm rỗng dần dần đến mức không còn đủ liên kết để đỡ các khối đất đá bên trên. Hố sụt lún là một dạng thường gặp của lún sụt mặt đất. Sụt lún mặt đất là sự hình thành những khoảng rỗng ở nền của khu vực xây dựng công trình; tạo nên do sự mất cân bằng địa tầng do nhiều nguyên nhân khác nhau, có xu hướng làm đất đá phía trên chuyển dịch hay đổ sập xuống phía dưới. Quá trình này phát triển theo thời gian và dần dần lan tỏa lên mặt đất. Trong thực tế hiện tượng sụt lún mặt đất thường tạo ra các hố sụt lún (trong dân gian gọi là "hố tử thần"). Hố sụt lún có thể hình thành trước khi xây dựng, trong quá trình xây dựng và sau khi đã xây dựng xong công trình với quy mô, tính chất rất đa dạng, phong phú do nhiều nguyên nhân gây ra. Đây là hiện tượng tai biến địa chất, tai biến kỹ thuật làm thiệt hại lớn đến đời sống kinh tế - xã hội nói chung và cho xây dựng công trình nói riêng. Do đó việc điều tra, khảo sát để dự báo, xác định nguyên nhân, cơ chế hình thành hố sụt lún nhằm tìm ra giải pháp ngăn ngừa, giảm tổn thất trong xây dựng và khai thác công trình là vấn đề có ý nghĩa thực tiễn, có ý nghĩa khoa học và có tính cấp bách. Trong thực tế đã xảy ra nhiều hiện tượng sụt lún mặt đất, tạo nên những hố sụt lún với kích thước, hình dạng phong phú, gây tổn thất lớn về vật chất, cản trở thi công và khai thác sử dụng công trình không an toàn. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu hiện tượng này. Ở nước ta hiện tượng này cũng được quan tâm và đã có những đề xuất nghiên cứu tìm ra nguyên nhân, giải pháp phòng tránh phù hợp. Trong bài viết này đề cập đến các nguyên nhân hình thành hố sụt lún nhằm dự báo sự hình thành, tìm ra giải pháp ngăn ngừa, phòng tránh thích hợp khi xây dựng công trình ở khu vực có nguy cơ hình thành hố sụt lún.

Từ khóa: Lún sụt mặt đất; hố sụt lún; tai biến kỹ thuật; tai biến địa chất.

1. Đặt vấn đề

Hố sụt lún là một hiện tượng tương tác tự nhiên, có nguyên nhân hình thành rất khác nhau. Vấn đề này cần phải được nghiên cứu một cách khoa học để có thể dự báo, cảnh báo sớm sự xuất hiện, đưa ra các giải pháp khắc phục một cách hiệu quả. Thời gian gần đây, trên thế giới và ở Việt Nam xuất hiện nhiều hố sụt lún với quy mô, tính chất khác nhau, làm ảnh hưởng đến giao thông đô thị, ảnh hưởng đến phát triển kinh tế - xã hội và gây tổn thất lớn cả về người và vật chất. Hiện tượng tạo thành hố sụt lún xảy ra tại nhiều nước trên thế giới như: Trung Quốc, Đức, Anh, Brazin, Nhật,... Các nhà khoa học đã và đang nghiên cứu xác định nguyên nhân sự hình thành hố sụt lún để đưa ra các biện pháp cảnh báo sớm, phòng ngừa giảm thiểu tác động tiêu cực của hiện tượng sụt lún đến mọi mặt của đời sống kinh tế - xã hội, nhất là trong xây dựng và khai thác, sử dụng công trình. Ở Việt Nam đã có nhiều tác giả quan tâm đến xác định nguyên nhân hình thành các hố sụt lún (HSL) do các yếu tố tự nhiên hay nhân tạo gây nên. Theo thống kê (Nguyễn Xuân Mãn, 2008; Nguyễn Hồng Đức, 2009), vào mùa mưa năm 2011 trên địa bàn Tp.Hồ Chí Minh xảy ra 59 HSL. Một số hố sụt lún xảy ra những năm gần đây chỉ ra trong Bảng 1. Một số hố sụt lún trên thế giới cho trên Hình 1 (http://www.ecgcorp.com/velav/mainbar.html). Một số hố sụt lún ở Việt Nam cho trên Hình 2 (https://news.zing.vn/sut-lun-dat-tin-tuc.html).

* *Tác giả liên hệ*
Email: mannxdoky@gmail.com

Bảng 1. Một số hố sụt lún điển hình (https://baotintuc.vn/; Nguyễn Xuân Mãn, 2008)

TT	Địa điểm xuất hiện hố sụt lún	Kích thước, m		Hình dạng	Thời điểm xuất hiện
		Đường kính, m	Chiều sâu, m		
1	Xã An Tiến, H. Mỹ Đức, Hà Nội	14	11,3	elip	04/7/2019
2	Tổ 1, P. Cẩm Sơn, Cẩm Phả, Quảng Ninh	30	8-10	tròn	13/9/2016
3	TT Bằng Lũng, Chợ Đồn, Bắc Kạn	12	20	tròn	16/01/2016
4	Xã Quý Lộc, H. Yên Định, Thanh Hóa	3	1,5	tròn	04/11/2014
5	P.Tân Phú, Q. 7, TP.HCM.	16	4	tròn	26/09/2019
6	Đường Lê Văn Việt, Q. 9, TP.HCM	4	2	tròn	01/04/2017
7	Xã Khánh Bình Đông, H. Trần Văn Thời, Cà Mau	5	3	Chữ nhật	14/05/2016
8	CV Ninh Kiều, TP Cần Thơ	8	3	elip	12/09/2007
9	Phan Đình Phùng - Trường sa	5,0	4,0	Đa giác	19/09/2011



Hố sụt lún tại Guatemala, 5/2010



Hố sụt lún ở Chiết Giang, TQ, 6.2010



Hố sụt lún ở Sao Paulo Brazil, 1/2007



Hố sụt lún ở ở Florida, 6/2012

Hình 1. Các hố sụt lún trên thế giới



Sụt lún tại xã An Tiến, Mỹ Đức, HN, đường kính 14m, sâu 11,3m



Sụt lún đường kính 1,5 m, sâu 3 m; xã Quý Lộc, h.Yên Định,Thanh Hóa



Sụt đất trong khuôn viên Sở Ngoại vụ TP. Hồ Chí Minh, năm 2008



Sụt sâu 4m, rộng 8m, dài 26m, xã Khánh Bình, h.Trần Văn Thời, Cà Mâu

Hình 2. Một số hố sụt lún ở Việt Nam (https://news.zing.vn/sut-lun-dat-tin-tuc.html)

Xuất hiện các hố sụt lún có ảnh hưởng lớn đến xây dựng và khai thác các công trình xây dựng. Các ảnh hưởng đó bao gồm:

- *Một là*, làm hạ thấp mặt đất khu vực xây dựng. Theo thống kê (Nguyễn Xuân Mãn, 2008): ở Bangkok Thái Lan có khoảng 310km^2 bị hạ thấp với độ sâu từ 80-100cm. Ở Trung Quốc tổng diện tích sụt lún cả nước là 487.000 km^2, chiều sâu sụt lún (từ 1921-2005) đạt trung bình 2,6m; tại 3 thành phố Suzha, Wuxi, Changzhou vùng Jiangsu diện tích vùng sụt lún khoảng 5700km^2 với độ sâu hạ thấp đạt 2,8m.
- *Hai là*, phá hủy cân bằng địa tầng nơi đặt nền móng công trình gây phá hủy các công trình xây dựng.
- *Ba là*, gây ngập lụt cục bộ tại các khu vực, các vùng ven biển, nhất là ở các thành phố lớn,....

Việc xác định nguyên nhân hình thành hố sụt lún là hết sức quan trọng để dự báo sự xuất hiện và đưa ra các giải pháp khắc phục và phòng tránh phù hợp.

2. Các nguyên nhân chính hình thành hố sụt lún

Mỗi vụ sụt lún có thể có nhiều nguyên nhân gây nên. Có những nguyên nhân trực tiếp, tức thời, có những nguyên nhân gián tiếp, lâu dài; có những nguyên nhân chủ quan gắn với hoạt động của con người và có những nguyên nhân khách quan do yếu tố tự nhiên, yếu tố địa chất gây ra. Dưới đây chúng tôi đưa ra một số nguyên nhân cơ bản về sụt lún mặt đất.

- *Các yếu tố gắn với điều kiện tự nhiên, điều kiện địa chất, bao gồm*:
  - Sự cố kết các lớp đất yếu, đất non hình thành;
  - Tồn tại các hoạt động kiến tạo vỏ trái đất;
  - Các quá trình xói ngầm, quá trình thẩm thấu và chuyển động của nước ngầm;
  - Hang động trong lòng đất.
- *Những nguyên nhân gắn với hoạt động của con người, bao gồm*:
  - Khai thác khoáng sản rắn dưới lòng đất (khai thác than, muối, quặng, nước, khí, dầu,...);
  - Xây dựng các công trình ngầm;
  - Xây dựng các công trình trên bề mặt; các quá trình công nghệ gắn với công tác đất, thi công nền, móng và phần thân công trình, quá trình vận hành khai thác sử dụng công trình không đúng quy định.

2.1. Dưới đây đề cập đến một số nguyên nhân chủ quan gây sụt lún mặt đất

2.1.1. Sụt lún mặt đất do khai thác nước ngầm

Khai thác nước ngầm dẫn đến sự hạ thấp mực nước ngầm. Sử dụng mô hình dòng chảy không ổn định với các giếng khoan khai thác trong giai đoạn 2005 - 2015 so với năm 2000 cho thấy mực nước ngầm trong các tầng chứa nước ở Tp. Hồ Chí Minh luôn bị hạ thấp (xem Bảng 2). Các nghiên cứu chỉ ra rằng: hạ thấp mực nước ngầm có mối quan hệ mật thiết với hạ thấp mặt đất. Tỷ số giữa giá trị hạ thấp mặt đất với giá trị hạ thấp mực nước ngầm (gọi là k) đo được trong cùng một khoảng thời gian tại vị trí quan trắc ở thế giới và ở Tp. Hồ Chí Minh như trong Bảng 3.

Bảng 2. Hạ thấp mực nước ngầm ở các tầng chứa nước tại TP. Hồ Chí Minh (Nguyễn X.M., 2008)

Năm	Mức hạ thấp mực nước ngầm ở các tầng chứa nước so với mặt đất ở Thành phố Hồ Chí Minh. m			Ghi chú
	Tầng Pleistocen	Tầng Pliocen trên	Tầng Pliocen dưới	
2000	8-10	17-20	10-15	Mực nước ngầm ở các tầng chứa nước năm 2015 nhỏ hơn năm 2010 vì Chính quyền Thành phố đã có giải pháp hạn chế khai thác nước ngầm và quy hoạch lại hệ thống giếng khoan khai thác nước.
2005	9-9,21	25,9	26,21	
2010	10,70	29,97	32,81	
2015	9,97	32,05	20,05	

Bảng 3. Giá trị tỷ số k (Nguyễn X. M., 2008)

Nước	Nhật Bản	Italia	Mexico	Thái Lan	Mỹ	Tp. HCM
Hệ số k	0,025-0,094	0,018-0,027	0,05-0,07	0,016-0,023	0,022-0,082	0,017-0,090

Tại vùng đồng bằng Sông Cửu Long, khai thác nước ngầm quá mức, cùng với áp lực của các công trình xây dựng và hạ tầng, khiến nền đất bị sụt lún nghiêm trọng, có nơi lên tới 2-3 cm mỗi năm. Nếu tình trạng này tiếp diễn, chỉ trong 20-30 năm nữa, những nơi này sẽ tụt xuống dưới mực nước biển (Hình 3).

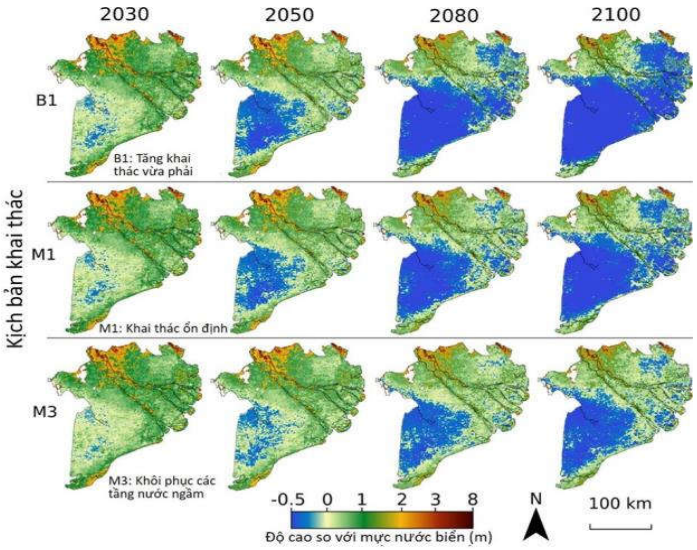
Bản chất của hạ thấp mặt đất do hạ thấp mực nước ngầm thể hiện ở việc làm gia tăng áp lực hữu hiệu khi mực nước ngầm hạ thấp dẫn đến hiện tượng nén chặt các hạt đất, giảm độ rỗng của đất, do đó mặt đất bị hạ thấp. Độ lún do hạ thấp mực nước ngầm được xác định như sau:

$$\Delta l = \Delta p\left(k_{nn}/\gamma_n - nk_{nep}M\right) \quad (1)$$

Trong tầng không áp: $\Delta p = S_x\left(1-n/100\right)\gamma_n$ (2)

Trong tầng có áp: $\Delta p = 0{,}1S_x$ (3)

Trong (1), (2) và (3): Δl - trị số độ lún mặt đất, m; Δp - Độ tăng áp lực do hạ thấp mực nước ngầm tính bằng m, xác định theo (2) hoặc (3); k_{nn} - hệ số nhả nước đàn hồi của lớp đất, xác định theo thí nghiệm hút nước lỗ khoan (theo kết quả thí nghiệm của Liên đoàn ĐCCT - ĐCTV phía Nam tại lỗ khoan 02T ở Thới Tam Thôn thì $k_{nn} = 2{,}21.10^{-3}$); γ_n - dung trọng của nước, T/m^3; n - độ rỗng của lớp đất; K_{nep} - hệ số nén của nước, lấy bằng $4{,}74.10^{-5}$; S_x - độ hạ thấp mực nước, m; M - chiều dày tầng chứa nước, m.



Hình 3. Hạ thấp mặt đất do khai thác nước vùng đồng bằng sông Cửu Long (https://iopscience.iop.org/art.../10.1088/2515-7620/ab5e21/pdf)

2.1.2. Sụt lún mặt đất do khai thác không gian ngầm

Khai thác không gian ngầm (KGN) hiểu theo nghĩa rộng là quá trình tạo ra không gian ngầm dưới lòng đất cho các mục đích sử dụng khác nhau, như: khai thác mỏ, xây dựng đường hầm giao thông, đường hầm đặt các loại cáp điện, cáp thông tin, ống cấp thoát nước, kho chứa,… Khi khai thác KGN sẽ làm thay đổi trạng thái cân bằng tự nhiên của địa tầng, làm thay đổi trạng thái ứng suất ban đầu, gây biến dạng nền đất. Hậu quả của quá trình này là làm cho mặt đất bị sụt lún. Bài toán này thường được xác định bằng các công cụ quan trắc, đo đạc tại vùng khai thác KGN. Dưới đây các tác giả xem xét bài toán xác định độ lún mặt đất do xây dựng đường hầm bằng phương pháp giải tích với mô hình bài toán biến dạng dẻo.

Giả sử trong lòng đất người ta đào một đường hầm như trên Hình 4 với sơ đồ tính như Hình 5 với các kích thước hình học được cho trước.

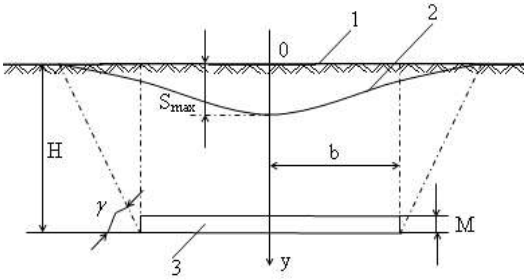
Cần xác định đường cong sụt lún và độ lớn cực đại sụt lún tại tọa độ x (Nguyễn Xuân Mãn, 2017). Để giải bài toán chấp nhận một số giả thiết sau đây:

- Tại mặt cắt ngang bất kỳ của lớp đất phía trên đường hầm thì sụt lún xảy ra như nhau với một thể tích đất đá bằng chính đất đá sụt vào hầm, tức: $\overline{V} = 2\int_0^\infty C(x)dx; C(x)$ - tọa độ dịch chuyển thẳng đứng;
- Giá trị cực đại của chuyển dịch theo phương thẳng đứng của đất nóc hầm bằng aM;
- Chuyển dịch ngang của các điểm nằm trên trục đối xứng y sẽ bằng 0.
- Khi tọa độ x ra khá xa trục đối xứng thì độ lún tiến tới 0, đường cong lún tắt dần.
- Chuyển dịch đất đá của môi trường phía trên một đường hầm phân tố không bị ảnh hưởng tới dịch chuyển của các điểm nằm phía trên của các đường hầm phân tố khác bên cạnh.

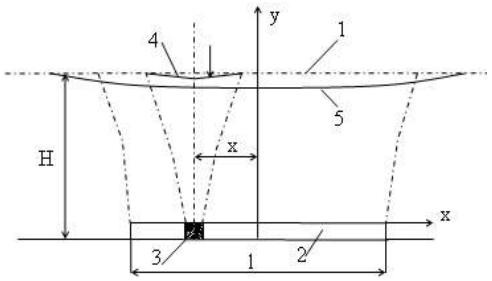
Để miêu tả quá trình biến dạng dẻo của đất đá (Hình 4) sử dụng các phương trình cân bằng (Kartozia B.A., 1987; Nguyễn Thành Nam, Nguyễn Xuân Mãn, 2017) sau đây:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial v_x}{\partial t} + v_z \dfrac{\partial v_x}{\partial x} + v_x \dfrac{\partial v_x}{\partial y} = X + \dfrac{\eta}{\rho} \nabla^2 v_x \\ \dfrac{\partial v_y}{\partial t} + v_z \dfrac{\partial v_y}{\partial x} + v_x \dfrac{\partial v_y}{\partial y} = Y + \dfrac{\eta}{\rho} \nabla^2 v_y \\ \dfrac{\partial v_x}{\partial x} + \dfrac{\partial v_y}{\partial y} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Trong (4): η - độ nhớt của môi trường; v_x, v_y - các thành phần dịch chuyển; ∇^2 - toán tử Laplace; X, Y - hình chiếu tổng các lực trên trục x và y; ρ - mật độ của đá.



Hình 4. Sơ đồ bố trí đường hầm:Mặt đất ban đầu; 2- Đường lún;M- chiều cao công trình



Hình 5. Sơ đồ tính lún theo mô hình dẻo:1.Bề mặt đất; 2. Đường hầm; 3. Đường hầm phân tố;4. Đường lún do đường hầm phân tố tạo ra; 5.Đường lún tổng

Khi xác định lún tại thời điểm cuối của quá trình dịch chuyển có thể bỏ qua thành phần $\dfrac{\partial v_x}{\partial t}$ và $\dfrac{\partial v_y}{\partial t}$ (coi v_x, v_y là các hàm không đổi theo thời gian). Sử dụng các giả thiết trên (Kartozia B.A., 1987; Nguyễn Thành Nam, Nguyễn Xuân Mãn, 2017), có thể rút ra thành phần dịch chuyển đứng cho một điểm trên bề mặt (y = H) ứng với một đường hầm phân tố cơ sở sẽ là:

$$\partial s \partial x = \frac{aM}{2} th(\omega \frac{x}{H}) dx \quad (5)$$

Trong (5): s- thành phần dịch chuyển đứng do đường hầm phân tố tạo ra; ω - đại lượng đặc trưng cho tính chất cơ lý của đất đá; th - hàm tang hyperbolic: $thx = 0.5\left(e^x + e^{-x}\right)$.

Lấy tích phân (5) với cận từ (- l/2) đến (+ l/2) cho ta tổng độ lún do đào đường hầm gây nên:

$$S_{(x)} = -\frac{aM}{2}\left[th\left(\omega \frac{x - l/2}{H}\right) - th\left(\omega \frac{x + l/2}{H}\right)\right] \quad (6)$$

Giá trị ω được lựa chọn bằng so sánh đường lún $S_{(x)}$ xây dựng theo (6) với thực tế quan sát.

Ví dụ tính toán: Giả thiết M=10m; a = 0,2; $\omega = 4$; l = 400m; H = 20m; l/2 =200. Thay vào (6):

$$S_{(x)} = -\frac{0{,}20.10}{2}\left[th(4.\frac{x-200}{20}) - th(4\frac{x+200}{20})\right] = th(\frac{x+200}{5}) - th(\frac{x-200}{5})$$

Tính toán S(x) cho trong bảng dưới đây:

x, m	0	50	100	150	190	200	210	220
$S_{(x)}$, m	2,0	2,0	2,0	1,9999	1,9640	1,000	0,0359	0,0006

2.2. Các nguyên nhân tự nhiên gắn với điều kiện địa chất

Sụt lún mặt đất có nguyên nhân từ điều kiện địa chất, địa chất công trình và địa chất thủy văn hoặc do tác động đồng thời của nhiều yếu tố khác nhau. Trong bài này chỉ đề cập đến nguyên nhân do biến dạng thấm do hoạt động của nước dưới đất. Các nghiên cứu (Tsurinov, 1981) đã chỉ ra rằng biến dạng thấm là một trong những nguyên nhân chính gây ra mất ổn định của địa tầng nơi đặt nền, móng công trình. Về bản chất cơ học thì biến dạng thấm là một trong những hiện tượng địa chất động lực công trình, liên quan đến hoạt động của nước dưới đất trong các lớp đất có đặc điểm thạch học, thành phần hạt và các tính chất cơ - lý khác nhau. Biến dạng thấm rất hay xảy ra trong các lớp cát bão hòa nước, được thể hiện bởi các hiện

tượng xói ngầm, cát chảy....Khảo sát các vụ sụt lún ở Tp.Hồ Chí Minh và các địa phương khác cho thấy hiện tượng biến dạng thấm, mà chủ yếu là hiện tượng cát chảy do hoạt động của nước dưới đất là nguyên nhân chủ yếu gây ra mất ổn định hố móng và các công trình lân cận. Đất chảy thường xảy ra trong đất bão hòa nước ở trạng thái đặc biệt, có thể chia ra làm 2 loại là đất chảy giả và đất chảy thật.

- Đất chảy giả là loại đất chảy do áp lực thủy động. Khi chuyển động, nước dưới đất gây ra trạng thái áp suất thủy động tác dụng lên các hạt đất đá, xác như sau (Tsurinov, 1981):

$$\theta = \gamma_n J - \frac{\gamma_n}{g}\frac{dq}{dt} \tag{7}$$

Trong (7) : θ - áp lực thủy động của dòng nước thấm; γ_n - dung trọng của nước; g - gia tốc trọng trường; dq/dt là vận tốc nước thấm; J - gradien thấm.

Nước dưới đất có vận tốc nhỏ so với gradien áp lực, nên bỏ qua thành phần thứ hai trong (7), khi đó :

$$\theta = \gamma_n J \tag{8}$$

Phương tác dụng của θ hướng xuống dưới thì sẽ làm chặt, tăng cường độ và độ ổn định cho đất (hiện tượng này xảy ra ở thượng lưu đập, đáy hồ chứa, đáy kênh dẫn…), còn khi θ hướng lên trên làm xốp rời đất (xảy ra ở hạ lưu đập, đáy hố đào hay ở các sườn dốc thấm ướt…), sinh ra hiện tượng đất chảy, xói ngầm. Như vậy khi áp lực thủy động bằng hoặc lớn hơn trọng lượng của các hạt đất đá thì sẽ làm cho hạt đất ở trạng thái lơ lửng và bị di chuyển, gây ra hiện tượng đất chảy:

$$\theta = \gamma_n J_{th} \geq \gamma_{đn} \quad \Rightarrow \quad J_{th} = \gamma_{đn} / \gamma_n \tag{9}$$

Trong (9): J_{th} - gradien áp lực nước tới hạn; $\gamma_{đn}$ - dung trọng đẩy nổi của đất, $\gamma_{đn} = (\gamma_đ - \gamma_n)(1 - n)$, với $\gamma_đ$ - dung trọng của đất; n - hệ số độ rỗng của đất.

Nếu lấy $\gamma_n = 1 g/cm^3$, thì: $J_{th} = \gamma_{đn}$, (10)

Đất chảy thật là loại đất có keo hữu cơ - khoáng vật bám trên bề mặt của hạt đất, tạo lớp màng trơn tựa như chất dầu nhờn, làm cho các hạt dễ trượt lên nhau và chảy tựa như dịch thể dẻo nhớt. Đất chảy thật có lực dính thấp, hệ số thấm nhỏ, sức chống cắt thấp, biến dạng cao, ở trạng thái chảy dẻo. Đất này có tính xúc biến (là tính chất cấu thể sau khi bị phá vỡ vì một lực cơ học nào đó có khả năng tự hồi phục sau một thời gian), dễ chuyển sang trạng thái chảy khi kiến trúc tự nhiên bị phá hủy. Đất chảy thật có liên quan đến sự phân hủy chất hữu cơ, thành phần khoáng vật và các hoạt động của vi khuẩn.

3. Các giải pháp phòng tránh

Với mỗi một nguyên nhân gây sụt lún cần đưa ra các gải pháp cho phù hợp. Có thể đưa ra một số giải pháp chung sau đây:

- *Để giảm hạ thấp mặt đất do hạ thấp nước ngầm cần:*
  - Thực hiện bổ cập cho nguồn nước ngầm;
  - Bố trí mạng giếng khai thác hợp lý để cho giá trị hạ thấp mực nước là nhỏ nhất;
  - Quy trình vận hành bơm hợp lý; Tốc độ và lưu lượng bơm nước hợp lý theo thời gian, …
- *Khai thác không gian ngầm hợp lý bằng các giải pháp:*
  - Quy hoạch hệ thống công trình ngầm hợp lý trong không gian địa tầng;
  - Có giải pháp chèn lấp không gian rỗng do khai thác ngầm tạo nên;
  - Giải pháp dùng kết cấu chống giữ hợp lý hay gia cường đất đá xung quanh công trình ngầm,...
- *Ngăn ngừa hiện tượng đất cát chảy, xói ngầm và tạo hang động:*
  - Tháo khô đất nền; hạn chế, ngăn ngừa nước mặt, điều tiết dòng chảy ra ngoài khu vực xây dựng;
  - Cải tạo thành phần hạt;
  - Bổ sung các vật liệu là chất kết dính như vôi bột, xi măng,…để tăng độ chặt và liên kết hạt;
  - Tăng ma sát và lực dính của đất,…

4. Kết luận

- Sụt lún mặt đất là tai biến kỹ thuật, gây tổn thất cho xây dựng và khai thác công trình.
- Nguyên nhân gây sụt lún mặt đất có rất nhiều. Trong bài viết đã phân tích hai nguyên nhân chủ quan và một nguyên nhân khách quan, đó là:
  - Lún mặt đất gắn liền với hạ thấp mực nước ngầm (do khai thác nước, khí, dầu,…).
  - Lún mặt đất liên quan đến khai thác không gian ngầm (do xây dựng các đường hầm cho các mục đích sử dụng khác nhau, đào hố móng, đào tầng hầm nhà cao tầng,..).
  - Hạ thấp mặt đất do đất chảy xảy ra đối với đất có tính xúc biến và do áp lực thấm gây nên.
- Đã đưa ra giải pháp chung nhằm giảm thiểu, phòng tránh hiện tượng sụt lún mặt đất khi xây dựng công trình. Không thể đưa ra giải pháp vạn năng cho mọi vụ sụt lún mà cần căn cứ vào điều kiện cụ thể về địa kỹ thuật xây dựng mà đưa ra giải pháp phù hợp.

Tài liệu tham khảo

Đỗ Tạo, 2007. *Địa chất công trình*. Nhà xuất bản ĐHQG Thành phố Hồ Chí Minh.

Hội thảo Khoa học, 2011. *Cơ sở khoa học và giải pháp khả thi để xác định hố ngầm và công trình ngầm trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh*.

Kartozia B.A.,1987. *Cơ học công trình ngầm*. NXB Nhedra, M., Liên Xô cũ.

Nguyễn Hồng Đức, 2009. *Cơ sở địa chất công trình và thủy văn công trình*. NXB Xây dựng. Hà Nội.

Nguyễn Xuân Mãn, 2008. *Điều tra, khảo sát hiện tượng lún mặt đất do khai thác nước tại khu vực Thành phố Hồ Chí Minh*. Đề tài Khoa học cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Nguyễn Xuân Mãn, 2017. Lún mặt đất do ảnh hưởng của việc xây dựng công trình ngầm. *Tạp chí Xây dựng* (Bộ Xây dựng), số 3/2017, P.154-156.

Tsurinov, 1981. *Sổ tay tra cứu Địa chất công trình*. NXB Nedra, Maxcova.

https://news.zing.vn/sut-lun-dat-tin-tuc.html.

ABSTRACT

Building Constructions in areas with risk of subsidence

Nguyen Xuan Man[1,*], Nguyen Duyen Phong[1], Nguyen Ngoc Hue[2]

[1]*Hanoi Univercity of Mining and Geology*

[2]*Department of Constructions, Binh Duong University, Thu Dau Mot- Binh Duong province*

Subsidence is the formation of voids in the base of the construction site. In fact, the phenomenon of subsidence often creates sinkhole (death sinkhole). Sinkhole can be formed before, during the construction process and after the construction of a work with the scale and nature of diversity and abundance due to many causes. This is a geological catastrophe, which causes great damage to the socio-economic life in general and for construction of works in particular. Therefore, the investigation, survey to forecast, identify the causes, the mechanism of formation of subsidence to find solutions to prevent and reduce losses in construction and exploitation of works is a matter of practical significance of scientific significance and urgency. In fact, there have been many phenomena of land subsidence, creating sinkhole with diverse sizes and shapes, causing great material losses, hindering construction and unsafe exploitation of constructions. There have been many studies on this phenomenon in the world. In our country this phenomenon is also concerned and there have been research proposals to find out the cause and appropriate prevention solutions. In this article, the causes of land subsidence were formed in order to find appropriate prevention and prevention measures.

Keywords: Land subsidence; sinkhole; technical catastrophe; geological catastrophe.