

TÌM HIỂU CƠ CHẾ GÂY LÚN MẶT ĐẤT DO KHAI THÁC NƯỚC DƯỚI ĐẤT Ở KHU CÔNG NGHIỆP HIỆP BÌNH PHƯỚC QUẬN THỦ ĐỨC - THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Thiêm Quốc Tuấn ⁽¹⁾, Huỳnh Ngọc Sang ⁽²⁾, Trần Lê Thế Diễn ⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG -HCM

(2) Ban Quản lý Dự án Xây dựng, ĐHQG – HCM

1. MỞ ĐẦU

Hiện tượng lún mặt đất do khai thác nước dưới đất gặp khá phổ biến ở nhiều nơi trên thế giới như ở bang Texas, California – Hoa Kỳ, Bangkok – Thái Lan, Osaka – Nhật Bản, thủ đô Mêxicô... Hiện tượng này gây nên những tác động bất lợi như lụt lội, làm biến dạng và hư hỏng các công trình xây dựng... Ở thành phố Hồ Chí Minh, việc nghiên cứu vẫn chưa được quan tâm đúng mức, song ở một số khu vực khai thác nước dưới đất tập trung như ở khu công nghiệp Hiệp Bình Phước – Quận Thủ Đức bước đầu đã ghi nhận được hiện tượng này.

Theo số liệu thống kê, đo đạc của Sở Tài nguyên Môi trường Tp.HCM cho thấy: Hiện nay, nước dưới đất ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh đã và đang khai thác với lưu lượng rất lớn, hơn nửa triệu m³/ngày. Trong đó, số lượng giếng tập trung chủ yếu vào hai tầng chứa nước chính: Tầng Pleistocene (Q₁) và tầng Pliocene trên (N₂²). Riêng ở khu vực Thủ Đức, hiện trạng khai thác nước dưới đất tính đến thời điểm năm 1999 được thống kê trong bảng 1.

Bảng 1. Hiện trạng khai thác nước dưới đất khu vực Quận Thủ Đức – TP.HCM

Tầng chứa nước	Số lượng giếng khoan khai thác	Lưu lượng khai thác (m ³ /ngày)	Số giếng khoan /km ²
Pleistocene (Q ₁)	1214	10702.8	26.5
Pliocene trên (N ₂ ²)	2527	25374.4	55.3
Tổng	3741	36076.2	81.8

Việc tập trung số lượng giếng khoan lớn, khai thác với lưu lượng lớn như vậy đã làm cho mực nước dưới đất bị hạ thấp đáng kể (-15m cách mặt đất đối với tầng Pleistocene (Q₁) và -20m cách mặt đất đối với tầng Pliocene trên (N₂²) tại thời điểm tháng 07 năm 2002). Quá trình hạ mực nước dưới đất ở mức độ nào đó sẽ làm thay đổi trạng thái ứng suất của đất đá và gây lún mặt đất, làm biến dạng các công trình xây dựng... Bởi vậy, việc nghiên cứu, tìm hiểu cơ chế gây lún mặt đất do khai thác nước dưới đất, từ đó đề ra giải pháp thích hợp để hạn chế hoặc loại trừ những tác động bất lợi của hiện tượng đối với các công trình xây dựng là hết sức cần thiết và cấp bách.

2. SƠ LƯỢC VỀ ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT, ĐỊA CHẤT THỦY VĂN

Kết quả phân tích các tài liệu hồ khoan ở độ sâu 40-90m cho thấy: khu vực nghiên cứu được thành tạo bởi các trầm tích có tuổi Holocene, Pleistocene và Neogene.

2.1. Các thành tạo trầm tích Holocene

Các thành tạo trầm tích Holocene phân bố toàn bộ trên bề mặt khu vực nghiên cứu. Mặt cắt chia làm 2 phần:

Phần trên là đất san lấp: cát trung mịn màu xám vàng, trạng thái xốp đến chặt vừa; bề dày thay đổi từ 1.2m đến 2.6m. Thành phần chủ yếu gồm: cát chiếm 97%, bột chiếm 3%.

Phần dưới là sét, bùn sét màu xám đen, xám xanh, trạng thái dẻo chảy đến chảy; bề dày thay đổi từ 14.6m đến 19.4m. Thành phần chủ yếu gồm: sét chiếm 35%, bột chiếm 50%, cát chiếm 1%.

Khả năng cung cấp nước của các thành tạo này rất kém, không có ý nghĩa trong việc khai thác phục vụ sinh hoạt, sản xuất.

2.2. Các thành tạo trầm tích Pleistocene

Các thành tạo trầm tích Pleistocene phân bố trên toàn khu vực nghiên cứu ở độ sâu từ 25.5-26.2m đến 57.5-58.2m. Thành phần chủ yếu gồm: cát chiếm 88%, bột chiếm 12%; xen kẹp thấu kính sét màu xám vàng, trạng thái dẻo mềm đến dẻo cứng.

Đây là tầng chứa nước được khai thác rộng rãi phục vụ sinh hoạt, sản xuất với số lượng 1214 giếng, lưu lượng khai thác 10702.8m³/ngày, trị số hạ thấp mực nước 14m; là đối tượng được quan tâm theo dõi những biến đổi về trị số hạ thấp mực nước dưới đất, làm cơ sở cho việc đánh giá sự thay đổi trạng thái ứng suất trong đất đá.

2.3. Các thành tạo trầm tích Neogene

Các thành tạo trầm tích Neogene phân bố toàn bộ trên khu vực nghiên cứu ở độ sâu từ 57.5-58.2m trở xuống đến 90m hoặc > 90m. Mặt cắt chia làm 2 phần:

Phần trên là sét màu nâu vàng, trạng thái dẻo cứng đến nửa cứng. Thành phần chủ yếu gồm: sét chiếm 36.5%, bột chiếm 57.1%, cát chiếm 6.4%.

Phần dưới là cát trung thô màu vàng, vàng nâu, đôi chỗ lẫn sạn thạch anh, trạng thái chặt vừa đến chặt. Thành phần chủ yếu gồm: bột chiếm 9.8%, cát chiếm 89.1%, sạn sỏi chiếm 1.1%.

Đây là tầng chứa nước phong phú được khai thác rộng rãi phục vụ sinh hoạt, sản xuất với số lượng 2527 giếng, lưu lượng khai thác 25374.4m³/ngày, trị số hạ thấp mực nước 19m; và cũng là đối tượng được quan tâm theo dõi những biến đổi về trị số hạ thấp mực nước dưới đất, làm cơ sở cho việc đánh giá sự thay đổi trạng thái ứng suất trong đất đá.

3. SỰ THAY ĐỔI TRẠNG THÁI ỨNG SUẤT DO KHAI THÁC NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Như đã biết: ứng suất bản thân của đất (hay còn gọi là ứng suất thường xuyên) xuất hiện do trọng lượng của các lớp đất nằm trên gây ra, phụ thuộc vào khối lượng thể tích của đất và chiều sâu điểm đang xét. Ứng suất bản thân của đất xác định sự phân bố ứng suất ban đầu trong khối đất nền thiên nhiên trước khi xây dựng.

Trong trường hợp nền đất gồm nhiều lớp thì ứng suất bản thân của đất được xác định theo công thức:

$$S_{z(bt)} = \sum_{i=1}^n g_i h_i$$

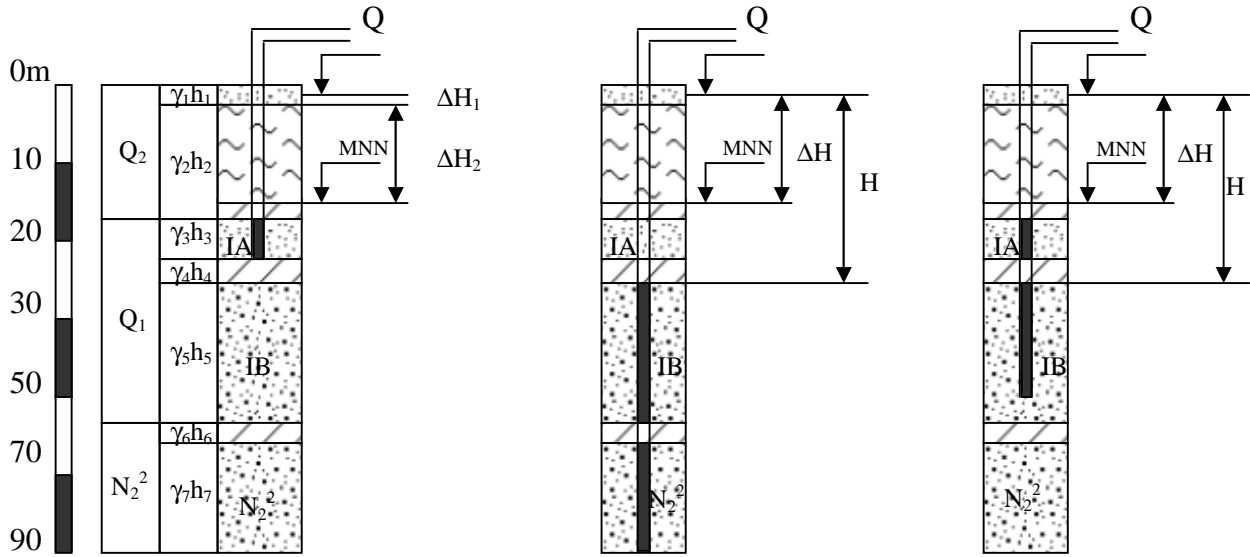
Trong đó:

γ_i : Dung trọng tự nhiên của lớp thứ i (T/m³);

h_i : Chiều dày lớp đất thứ i (m);

n : Số lớp.

Theo kết quả nghiên cứu địa chất, địa chất thủy văn, địa chất công trình ở khu công nghiệp Hiệp Bình Phước cho thấy: Khi mực áp lực của tầng Pleistocene (Q₁) hoặc Pliocene trên (N₂²) hạ thấp, có thể gây nên các trường hợp thay đổi trạng thái ứng suất sau:



Sơ đồ 1. Vị trí đặt ống lọc ở tầng IA **Sơ đồ 2.** Vị trí đặt ống lọc ở tầng IB hoặc ở tầng N_2^2 **Sơ đồ 3.** Vị trí đặt ống lọc ở cả 2 tầng IA và IB

Các sơ đồ tác dụng làm thay đổi trạng thái ứng suất trong đất đá

Trường hợp 1: Sự thay đổi trạng thái ứng suất theo sơ đồ 1

Khi mực áp lực của tầng chứa nước Pleistocene (IA) hạ thấp, dẫn đến sự tháo khô nước trong đất bùn sét và cát san lấp. Khi đó, trị số ứng suất bản thân phát sinh trong trường hợp này có thể xác định:

$$\Delta\sigma_1 = \Delta H_1(\gamma_1 - \gamma_1^{dn}) + \Delta H_2(\gamma_2 - \gamma_2^{dn}) \quad [1]$$

Trong đó:

$\Delta H_1, \Delta H_2$: Trị số hạ thấp mực áp lực của tầng chứa nước Pleistocene (IA);

γ_1, γ_2 : Dung trọng tự nhiên của cát san lấp, bùn sét (g/cm^3);

$\gamma_1^{dn}, \gamma_2^{dn}$: Dung trọng đẩy nổi của cát san lấp, bùn sét (g/cm^3).

Mặt khác, khi bùn sét bị tháo khô và có sự thay đổi áp lực nước lỗ rỗng thì trọng lượng của lớp đất san lấp bên trên sẽ có tác dụng gây lún cho lớp bùn sét phân bố bên dưới nó. Áp lực hữu hiệu trong lớp bùn sét tăng dần, phụ thuộc vào khả năng thoát nước của bùn sét. Khi đó, giá trị ứng suất này có thể xác định:

$$\Delta S_1 = g_1 h_1 \quad [2]$$

Trong đó:

γ_1 : Dung trọng tự nhiên của cát phân bố bên trên lớp bùn sét (g/cm^3);

h_1 : Bề dày lớp cát phân bố bên trên lớp bùn sét (m).

Trường hợp 2: Sự thay đổi trạng thái ứng suất theo sơ đồ 2

Khi mực áp lực của tầng chứa nước Pleistocene (IB) hoặc Pliocene trên (N_2^2) hạ thấp không gây nên quá trình tháo khô phần đất (cát san lấp và bùn sét) phân bố trên tầng chứa nước; tuy nhiên, sự hạ thấp mực áp lực của tầng chứa nước Pleistocene (IB) hoặc Pliocene trên (N_2^2) đã làm giảm áp lực ngược tác dụng lên đáy của lớp cách nước, kết quả sẽ làm tăng áp lực hữu hiệu trong đất đá. Áp lực này có thể xác định:

$$\Delta S_2 = g_n \Delta H \quad [3]$$

Trong đó:

γ_n : Khối lượng riêng của nước (g/cm^3)

ΔH : Trị số hạ thấp mực áp lực của tầng chứa nước pleistocene (IB) hoặc Pliocene trên (N_2^2) (m)

Trường hợp 3: Sự thay đổi trạng thái ứng suất theo sơ đồ 3

Khi mực áp lực của tầng chứa nước Pleistocene (Q_1) hạ thấp, dẫn đến sự tháo khô nước trong bùn sét và cát san lấp, đồng thời sẽ làm tăng áp lực hữu hiệu trong đất đá. Khi đó, trị số ứng suất bản thân phát sinh trong trường hợp này là tổ hợp của hai trường hợp trên, có thể xác định:

$$\Delta S_3 = \Delta S_1 + \Delta S_1' + \Delta S_2 \quad [4]$$

Qua kết quả nghiên cứu lý thuyết trên có thể đưa ra một số nhận xét sau:

- Khi một lượng nước được lấy ra khỏi tầng chứa nước lớn hơn và lớn hơn rất nhiều so với lượng nước bổ cập cho tầng chứa nước, sẽ làm cho mực nước dưới đất bị hạ thấp, gây nên hiện tượng sắp xếp lại cấu trúc của đất, làm các hạt cấu tạo nên tầng chứa nước sát lại gần nhau hơn và do đó thể tích của tầng chứa nước giảm; đồng thời quá trình hạ thấp mực nước dưới đất có thể phát sinh các tác dụng thay đổi trạng thái ứng suất khác nhau, tùy thuộc vào đặc điểm địa chất, địa chất thủy văn của khu vực. Do đó, khả năng lún mặt đất ở khu vực nào đó không chỉ phụ thuộc vào mức độ hạ thấp nước dưới đất mà còn phụ thuộc vào đặc điểm cấu tạo địa chất, đặc điểm địa chất thủy văn cũng như thành phần và tính chất của đất đá. Vậy: Một trong những nguyên nhân gây lún mặt đất ở khu công nghiệp Hiệp Bình Phước là do khai thác nước dưới đất với lưu lượng quá mức, không theo quy hoạch.

- Trên quan điểm nghiên cứu cấu trúc nền công trình, giữa công trình, cấu trúc nền và môi trường địa chất luôn có tác dụng tương hỗ. Những tác động của công trình đối với cấu trúc nền thường được kiểm soát thông qua các tính toán thiết kế. Song, những tác động biến đổi môi trường địa chất đến cấu trúc nền và ảnh hưởng đến độ bền vững, độ ổn định của công trình thường không được xem xét đầy đủ khi tính toán thiết kế công trình. Do vậy, việc khai thác nước dưới đất với lưu lượng quá mức, không theo quy hoạch làm hạ thấp mực nước dưới đất là yếu tố biến đổi môi trường địa chất có thể gây lún mặt đất, gây lún nứt và làm hư hỏng các công trình thiết kế móng nông. Đối với các công trình thiết kế móng cọc, nó có thể phát sinh hiện tượng ma sát âm, làm giảm sức chịu tải của cọc. Ngoài ra, hiện tượng lún mặt đất do khai thác nước dưới đất có thể làm biến dạng nền đường giao thông, gây úng ngập...

- Nhóm tác giả quan sát thấy: Trước đây, khu vực Hiệp Bình Phước - Thủ Đức thường bị ngập khi triều cường; tuy nhiên, trong những năm gần đây, hàng loạt các công trình đường giao thông được tôn cao, nâng cấp nhưng tình trạng úng ngập khi triều cường vẫn thường xảy ra, điều đó có phải chăng là do ảnh hưởng một phần của hiện tượng lún mặt đất (?).

4. KIẾN NGHỊ

Các công trình khai thác nước dưới đất cần tính toán với lưu lượng khai thác hợp lý nhằm hạn chế hạ thấp mực nước dưới đất quá lớn.

Cần thiết lập hệ thống quan trắc động thái mực nước dưới đất và hệ thống quan trắc lún mặt đất toàn khu vực.

Trong quá trình khảo sát thiết kế, xây dựng công trình cần xác định mức độ hạ thấp mực nước dưới đất trên cơ sở các tài liệu quan trắc chuyên môn địa chất thủy văn và phân tích đặc điểm cấu trúc nền đất xây dựng trên cơ sở tài liệu khảo sát địa chất công trình tại vị trí xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Hồng Phú, *Báo cáo điều tra địa chất đô thị vùng TP.HCM*, Liên đoàn Địa chất Thủy văn – Địa chất Công Trình miền Nam.
- [2]. V.Đ.Lomtadze, *Địa chất công trình - Địa chất động lực công trình*, Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, (1979).
- [3]. N.A. Txutovich, *Cơ học đất*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, (1997).
- [4]. Võ Thị Kim Loan, *Đặc điểm động thái thủy hoá nước dưới đất tầng nông (< 100m) của khu vực nội thành TP.HCM*, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường, Khoa Địa chất – Trường ĐH KHTN, (2004).
- [5]. Tạ Đức Thịnh, Nguyễn Huy Phương, *Cơ học đất*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội, (2002).
- [6]. Trần Văn Việt, *Cẩm nang dùng cho kỹ sư địa kỹ thuật*. Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội, (2004).
- [7]. Bộ môn ĐCCT-ĐCTV&MT, *Tài liệu thí nghiệm cơ lý đất ở khu vực TP.HCM*, Khoa Địa chất - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên TP.HCM