

NGUYÊN NHÂN GÂY HƯ HỎNG CÁC CÔNG TRÌNH NHÀ Ở TẠI VÙNG HỒ NAI 3 TỈNH ĐỒNG NAI

GEOTECHNICAL PROBLEMS RELATED TO LIME-BEARING CLAY- SILTSTONE IN VIET NAM

Đặng Hữu Diệp

Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu khí, Đại học Bách khoa Tp.HCM, Việt Nam

TÓM TẮT

Sét - bột kết chứa vôi khá phổ biến ở nhiều vùng của Việt Nam, chúng thường chứa các khoáng vật sét, canxit và pyrit, trong sản phẩm phong hóa của chúng thường có mặt anhydrit và thạch cao. Hai loại khoáng vật này có thể chuyển hóa qua lại, kèm theo các hiện tượng trương nở và co ngót, hiện tượng hòa tan, từ đó có thể gây ảnh hưởng đến sự ổn định của công trình. Đây chính là nguyên nhân gây nứt và hư hỏng cho các công trình nhà ở tại vùng Hồ Nai 3, Biên Hòa, Đồng Nai.

ABSTRACT

Lime-bearing clay-siltstone which is rather popular in many regions in Viet Nam, containing clay, calcite and pyrite. In products weathered clay-siltstone often contain anhydrite and gypsum. These minerals can exchange, and this exchange accompany with expansion and shrinkage phenomenon, dissolution phenomenon. Therefore, they can effect on stability of constructions. This is the main factor that cause houses to crack and break down in Ho Nai 3, Bien Hoa, Dong Nai.

1. MỞ ĐẦU

Tại xã Hồ Nai 3 thuộc huyện Thống Nhất, tỉnh Đồng Nai nhiều công trình dân dụng là nhà ở của nhân dân xuất hiện nhiều vết nứt ngang dọc, cá biệt có một vài công trình bị nứt nghiêm trọng (hình 1). Hiện tượng nứt xảy ra ở nhiều công trình đã được xây dựng trên 10 năm và cả những công trình mới được xây dựng trong vòng vài năm trở lại đây. Vết nứt chẳng những xuất hiện trên các tường xây bằng vật liệu gạch hoặc bê tông, móng xây trên nền thiên nhiên, kể cả những công trình đặt trên móng, đà kiềng bằng bê tông cốt thép; vết nứt còn xuất hiện trên cả nền nhà được phủ bằng vật liệu xi măng. Các công trình bị nứt phần lớn là nhà trệt không có

lầu, nhưng một số nhà 1 – 2 lầu cũng xuất hiện vết nứt. Hiện tượng này gây ra tâm lý lo lắng hoang mang cho nhân dân địa phương, gây sự chú ý của dư luận và các cơ quan chính quyền địa phương.

2. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH CỦA KHU VỰC XÃ HỒ NAI 3

Xã Hồ Nai 3 nằm trên bậc thềm có cao độ 5-15 mét, được cấu tạo bởi các đá phiến sét và bột kết chứa vôi. Kết quả phân tích khoáng vật cho thấy đá có chứa 87% khoáng vật canxit, 6% hạt vụn thạch anh và 7% các khoáng vật khác (hình 2-3).



Hình 1: Hình ảnh các nhà dân dụng bị nứt ở khu vực áp Lộ Đức 2



Hình 2: Lõi khoan các trầm tích đá sét – bột kết chứa vôi thuộc hệ tầng Dray Linh



Hình 3: Vết lộ địa tầng đá sét vôi chứa tinh thể pyrite ở Đại Ninh – Bình Thuận

Nước dưới đất tại đây là nước khe nứt trong hệ tầng Drayling. Kết quả phân tích nước cho thấy loại hình nước là bicacbonat canxi, kali, natri, có cả sunfat trong thành phần của nước dưới đất các ion sắt (Fe^{++} và Fe^{+++}) và CO_3^{--} có hàm lượng không đáng kể, hàm lượng HCO_3^-

ngược lại rất cao, lượng CO_2 tự do chiếm 28,63 mg/l, CO_2 kết hợp trong HCO_3^- chiếm 167,20 mg/l. Nước dưới đất khi đun sôi tạo ra kết tủa cacbonat và kết tủa sunfat (Bảng 1).

Bảng 1: Thành phần hoá của nước dưới đất

Các ION	Đơn vị tính		
	mg/l	meq/l	%meq
Na ⁺ +K ⁺	55.64	2.420	24.91
Ca ⁺⁺	78.16	3.900	40.14
Mg ⁺⁺	40.13	3.300	33.97
NH ₄ ⁺	1.70	0.094	0.97
Fe ⁺⁺	0.00	0.000	0.00
Fe ⁺⁺⁺	0.02	0.001	0.01
Tổng số Cation	175.65	9.715	100.00
HCO ₃ ⁻	463.75	7.600	78.23
Cl ⁻	28.36	0.800	8.23
SO ₄ ⁻	62.44	1.300	13.38
NO ₃ ⁻	0.67	0.011	0.11
NO ₂ ⁻	0.19	0.004	0.04
CO ₃ ⁻	0.00	0.000	0.00
Tổng số Anion	555.41	9.715	99.99
Tổng khoáng hoá (mg/l) 105°C	528		

Trên bề mặt đá gốc đã hình thành lớp phong hóa phủ bên trên với bề dày 2 mét của tầng phong hóa mảnh liệt. Thành phần của sản phẩm phong hóa có hàm lượng SiO₂ đạt 56,68%, Al₂O₃ đạt 17,01%, Fe₂O₃ đạt 15,38%, TiO₂ đạt 0,85%, lượng MKN đạt 7,87%, trong thành phần khoáng vật sét chứa trong vỏ phong hóa không có mặt khoáng monmorinlonite.

3. QUÁ TRÌNH PHONG HÓA TRONG ĐÁ SÉT – BỘT KẾT CHỨA VÔI VÀ PYRIT

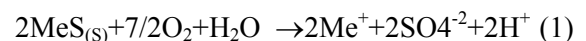
Theo kết quả nghiên cứu địa chất thì nhiều vùng ở nước ta thường gặp các tập đá sét kết chứa vôi như ở Tây Nguyên, các tỉnh thuộc Đông Nam Bộ, các tỉnh thuộc Trung trung Bộ, các tỉnh ở phía Bắc như Lạng Sơn, Quảng Ninh, ... ở một số vùng có phân bố đá sét kết chứa vôi như vậy cũng đã xảy ra những hiện tượng tương tự như ở Hồ Nai tỉnh Đồng Nai, điển hình nhất là vùng Nà Dương tỉnh Lạng Sơn. ở vùng Cà Giây thuộc tỉnh Bình Thuận cũng có mặt hệ tầng Dray Linh trầm tích Jura hạ - trung thuộc hệ tầng Bản Đôn mà theo Vũ Khúc và một số nhà địa chất khác (3) là có chứa đá bột kết chứa vôi và đá phiến vôi màu xám đen. Tại đây cũng có những hiện tượng tương tự như ở Hồ Nai.

Đá sét bột kết chứa vôi và phiến sét chứa vôi thường chứa các khoáng vật sét như Kaolinit, monmorinlonit, smectit..., chúng còn chứa khoáng vật thạch anh, canxit, và đặc biệt trong các tập đá này thường có mặt các khoáng vật chứa sunfua thường ở dạng tinh thể nhỏ xâm tán, đặc biệt là pyrit (FeS₂).

Các khoáng vật sét thường có tính ưa nước và mỗi loại khoáng vật sét đều có mức độ ưa nước khác nhau, trong đó đặc biệt khoáng monmorinlonit có tính ưa nước mạnh nhất, được biểu hiện ở tính trương nở mạnh, khi gặp nước thể tích của khoáng vật tăng lên rất nhiều, đồng thời gây áp lực trương nở lớn. Vì vậy các đá sét bột kết chứa vôi sau khi đã phong hóa có chứa hàm lượng nhiều khoáng vật monmorinlonit và smectit thì tính trương nở sẽ được thể hiện. Trong các đá sét bột kết chứa vôi ở các vùng của Việt Nam cho đến hiện nay vẫn chưa phát hiện sự có mặt của khoáng monmorinlonit và smectit.

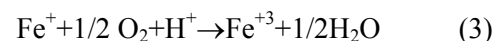
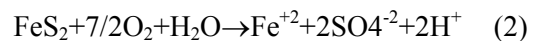
Tuy nhiên sự có mặt các khoáng sunfua, đặc biệt là khoáng pyrit trong các đá sét – bột kết chứa vôi là điều cần quan tâm.

Khi tiếp xúc với nước mưa và khí quyển thì các khoáng sunfua sẽ bị oxyt hóa và tạo ra axit sunfuarit. Phản ứng oxyt hóa và thủy phân được mô tả bằng phản ứng hóa học sau:

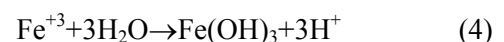


Đối với pyrit quá trình oxyt hóa và thủy phân được chia ra nhiều giai đoạn (theo Fergusson và Erickson – 1987):

Giai đoạn I và II:



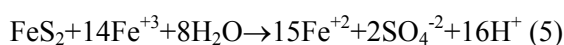
Khi pH > 5 thì



ở giai đoạn I và II các phản ứng xảy ra trong môi trường axit yếu (pH > 4,5), tốc độ phản ứng xảy ra chậm. Pyrit bị oxyt hóa tạo ra sắt hóa trị 2

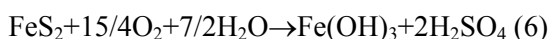
(Fe⁺²) và các ion H⁺ (phương trình 2) sẽ làm cho môi trường tăng tính axit. Một khi giá trị pH giảm sẽ thuận lợi cho phản ứng theo (3) và (4), nhưng nếu pH của môi trường cao hơn 4,5 thì sắt hóa trị 3 (Fe⁺³) sẽ được kết tủa dưới dạng hydroxyd sắt [Fe(OH)₃] như phương trình (4). Nhưng nếu pH của môi trường thấp hơn 3,5 thì sắt hóa trị 3 (Fe⁺³) sẽ bị hòa tan trong dung dịch và khoáng pyrit sẽ trực tiếp bị oxyd hóa theo phương trình (5), đồng thời cho ra càng nhiều ion H⁺.

Giai đoạn III:



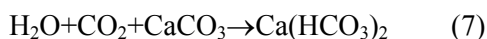
Ngòai ra khi pH thấp (pH < 3,5) thì môi trường sẽ có nhiều vi khuẩn ưa axit yếm khí như Thiobacillus Feroxidan sẽ tích lũy nhiều, đẩy mạnh các phản ứng phân giải theo (5) và (2) và (3). Phản ứng (3) và (5) kết hợp làm cho phản ứng oxyd hóa càng mãnh liệt, làm tăng nồng độ axit.

Tổng quát lại là phản ứng oxyd hóa pyrit có thể biểu thị như sau:



Như vậy do pyrit có trong đá sét chứa vôi bị oxyd hóa sẽ làm cho trong nước ngầm chứa một lượng đáng kể axit sunfuarit.

Ngòai ra các khoáng canxit (CaCO₃) đồng thời bị hòa tan tạo ra một hàm lượng Hydroxit canxi theo phản ứng



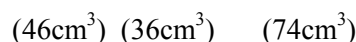
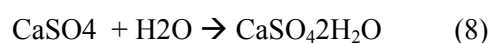
Phản ứng này xảy ra càng mãnh liệt khi lượng CO₂ tự do trong dung dịch tăng lên.

Có thể thấy, do quá trình phong hóa được thể hiện bằng quá trình oxyd hóa pyrit và hòa tan ăn mòn khoáng vật canxit có trong đá sét bột kết chứa vôi, mà trong thành phần của nước ngầm đồng thời có mặt axit sunfuarit và Bicacbonat canxi, chúng sẽ tạo ra anhydrit (CaSO₄) theo phản ứng:



Anhydrit là một khoáng vật kém ổn định, nó chỉ ổn định ở môi trường không có nước với nhiệt độ cao hơn 58°C và áp suất 100Kpa. Khi nằm gần mặt đất (trong vỏ phong hóa) với nhiệt độ và áp suất thấp, có nước ngầm vận động, thì anhydrit (CaSO₄) sẽ chuyển thành khoáng thạch cao (CaSO₄·2H₂O), đồng thời thể tích của tinh thể sẽ tăng lên sau khi đã kết hợp với phân tử nước:

Anhydrit → Thạch cao



So sánh thể tích đã tăng lên của thạch cao với thể tích ban đầu của Anhydrit thấy thể tích đã tăng lên $\Delta V = [(74 - 46)/46 \times 100] = 61\%$

Như vậy trong vỏ phong hóa của đá sét – bột kết chứa vôi và pyrit xâm tán lúc này ngòai các khoáng vật sét ra, còn có mặt anhydrit hoặc thạch cao.

Trong điều kiện nước ngầm chưa bão hòa và vận động thì thạch cao có thể bị hòa tan. So với đá vôi khả năng bị hòa tan trong nước của thạch cao lớn hơn nhiều, lượng hòa tan trong dung dịch của thạch cao là 2100mg/l so với đá vôi là 400mg/l; trong một mét khối nước có thể hòa tan 2,5kg thạch cao.

4. NGUYÊN NHÂN PHÁT SINH KHE NỨT Ở CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG TRÊN VỎ PHONG HÓA CỦA ĐÁ SÉT – BỘT KẾT CHỨA VÔI VÀ PYRIT XÂM TÁN

Qua phân tích ở phần trên ta thấy rõ trong vỏ phong hóa của đá sét – bột kết chứa vôi và pyrit xâm tán có thể xảy ra các hiện tượng sau đây:

1. Quá trình hòa tan đá vôi tạo ra các lỗ rỗng lớn và hang hốc karst, làm cho khối đá bị rỗng, từ đó có thể gây ra hiện tượng sụt lún hoặc lún sập một khi chịu tải trọng tác dụng.

2. Quá trình hòa tan thạch cao cũng tạo ra các lỗ rỗng lớn và hang hốc gọi là karst sunfat, phát triển nhanh và mạnh hơn so với karst đá vôi. Các khoáng thạch cao thường lấp nhét trong các khe nứt phong hóa hoặc các lỗ rỗng trong đá, khi bị hòa tan thì càng làm cho độ rỗng tăng lên và hiện tượng sụt lún càng tăng lên khi chịu tải trọng tác dụng.
3. Trong vỏ phong hóa tiếp xúc với khí quyển bên ngoài, có nước ngầm vận động và áp suất thấp, anhydrit dễ dàng bị thủy hóa chuyển thành thạch cao, thể tích tăng lên gây ra hiện tượng trương nở, làm cho thể tích của đá phong hóa có thể tăng từ 30 – 58%, tạo ra áp suất trương nở tăng từ 2 – 70Mpa.

Các hiện tượng nêu trên khi xảy ra gây nên tác dụng tổng hợp là tăng độ rỗng xốp của đá đã bị phong hóa, từ đó nếu tải trọng bên ngoài vượt quá giá trị cho phép, thì nền công trình có thể bị sụt lún, tức là lún với tốc độ tương đối nhanh. Ngoài ra cần lưu ý quá trình hydrat anhydrit để chuyển thành thạch cao là quá trình thuận nghịch. Một khi có điều kiện thuận lợi như khan nước và nhiệt độ tăng cao thì thạch cao có thể bị thủy phân (dehydrat) để chuyển thành anhydrit kèm theo hiện tượng giảm thể tích, tức co ngót.

ở các tỉnh phía Nam khí hậu có 2 mùa rõ rệt, mùa khô thường kéo dài, mực nước ngầm hạ thấp, nhất là Đông Nam Bộ thuộc vùng địa mạo bậc thềm, làm cho vỏ phong hóa nằm trong trạng thái khô hạn, tạo điều kiện cho thạch cao bị thủy phân biến thành anhydrit, gây hiện tượng co ngót cho nền công trình. Ngược lại ở các tỉnh phía Bắc thường có hiện lượng mưa tương đối điều hòa quanh năm, mực nước ngầm thường ít biến đổi, tạo điều kiện hình thành thạch cao, gây ra hiện tượng trương nở và áp lực trương nở. Vùng Nà Dương từ những năm 60 của thế kỷ trước đã phát hiện hiện tượng nhiều công trình có tải trọng nhẹ thường bị nứt vào mùa mưa.

Vùng Hồ Nai ngược lại về mùa khô các khe nứt xuất hiện ở các công trình thường phát triển.

Các hiện tượng nêu trên đồng thời cũng làm cho cường độ của đá giảm xuống nhanh chóng. Một vài nơi dùng đá sét- bột kết chứa vôi ở Đông Nam Bộ làm vật liệu đắp nền đường, trải qua thời gian không lâu cường độ của nền đường giảm, đường mau xuống cấp.

Trên những tuyến đường mới mở, những đoạn cắt qua địa tầng sét – bột kết chứa vôi và pyrit, tại đây mái ta luy 2 bên đường cũng mau chóng bị phong hóa, và hiện tượng trượt lở mất ổn định cũng xảy ra.

Một vấn đề nữa cũng cần lưu ý là khi pyrit chứa trong đá sét – bột kết chứa vôi bị oxyd hóa sẽ cho ra axit sunfuarit, làm cho nước ngầm có khả năng ăn mòn bê tông mạnh, ảnh hưởng đến tuổi thọ của công trình.

5. KẾT LUẬN

Đá sét – bột kết chứa vôi khá phổ biến ở nhiều vùng của Việt Nam. ở những vùng này khi thiết kế công trình phải khảo sát nắm rõ điều kiện địa chất công trình, đặc biệt chú ý đến các khoáng vật tạo đá của chúng, các điều kiện địa chất thủy văn, địa mạo, điều kiện tự nhiên. Một khi trong thành phần của đá ngoài khoáng vật sét còn có khoáng vật canxit và pyrit cùng tồn tại thì cần chú ý thành phần của sản phẩm phong hóa và những biến đổi của nó, để từ đó có thể nhận định khả năng xảy ra các hiện tượng tạo hang hốc lỗ rỗng lớn, hiện tượng trương nở và co ngót, khả năng ăn mòn vật liệu xây dựng của nước ngầm, khả năng ổn định của công trình khi chịu ảnh hưởng của các tác nhân phong hóa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Địa chất và khoáng sản. Tờ TP. Hồ Chí Minh (C-48-1). Cục Địa Chất Việt Nam – Hà Nội (1996).
2. Đặng Hữu Diệp và các học viên lớp Cao học khóa 14 chuyên ngành Địa Chất Môi Trường – Trường ĐHBK TP. HCM – Kết

- qua khảo sát sơ bộ sự cố nứt nhà ở Hồ Nai (2004).
3. Phạm Hữu Sĩ. Nghiên cứu khả năng biến đổi chất lượng nước của hồ chứa Cà Giây và các giải pháp khắc phục. Các báo cáo khoa học – Hội nghị khoa học địa chất công trình và môi trường Việt Nam, TP.HCM (1999).
 4. Isik Yilmaz. Gypsum/anhydrite – Some engineering problems. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Volume 60 Number 3 (2001).
 5. John A. Franklin, Maurice B. Dusseault Rock Engineering applications. MacGraw – Hill International Edition, Civil Engineering Series (1992).
 6. E.L.Pastor Impacts de recouvrements de résidus organiques sur des résidus miniers réactifs. Bulletin de L'association internationale de Geologie de l'ingénieur et de l'environnement. Volume 62. Number 3 (2003)
 7. Pro. Dang Huu Diep, Eng. Tran Ha Minh Son - Report on soil investigation for Dai Ninh Hydropower project.