

Hiện tượng nứt nền nhà xưởng do tác dụng Ettringite

• **Nguyễn Huỳnh Thông**

• **Bùi Trọng Vinh**

Bộ môn Tài nguyên Trái Đất và Môi Trường, Khoa Kỹ thuật Địa chất và Dầu Khí - Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

• **Đặng Hữu Diệp**

Liên hiệp Địa chất Công trình Xây dựng và Môi trường

(Manuscript Received on August 10th, 2015; Manuscript Revised on October 15th, 2015)

TÓM TẮT

Trong thành phần đất – đá tạo nên nhà xưởng tại Đồng Nai có chứa khoáng vật Pyrite. Quá trình oxyd hóa pyrite sẽ tạo ra sản phẩm axit sunfuarit. Tác dụng hóa lý giữa axit sunfuarit và hydroxit canxi trong thành phần của xi măng tạo bê tông làm phát sinh sunfoaluminat canxium gọi là ettringite. Quá trình này làm vật liệu bê tông tăng thể tích, trương nở, gây ra lực trương nở, làm cho cường độ kháng kéo của bê tông giảm xuống, từ đó bê tông có thể bị nứt tách tạo nên các vết nứt, hình

thành mạng khe nứt không qui tắc trên bề mặt nền nhà xưởng. Cùng đồng thời với tác dụng hóa học giữa xi măng tạo bê tông gây ra hiện tượng bê tông trương nở, tác dụng vật lý của muối sunfat tạo nên các tinh thể muối trên các bề mặt của lỗ rỗng và các khe nứt được hình thành, chúng làm tăng thêm lực trương nở của bê tông, tăng thêm ứng suất kéo trong bê tông, làm cho bề mặt nứt vỡ. Do đó, hiện tượng này là một trong những nhân tố thúc đẩy quá trình nứt bề mặt nhà xưởng.

Từ khóa: Pyrite, ettringite, trương nở, muối sunfat

1. GIỚI THIỆU

Bài báo tập trung nghiên cứu và đánh giá nguyên nhân của hiện tượng nứt nhà xưởng của Công ty cổ phần Găng tay Việt Nam tại xã Phước Bình, Long Thành Đồng Nai, cách Thành phố Hồ Chí Minh khoảng 60 Km về phía Tây – Tây Nam (Hình 1).

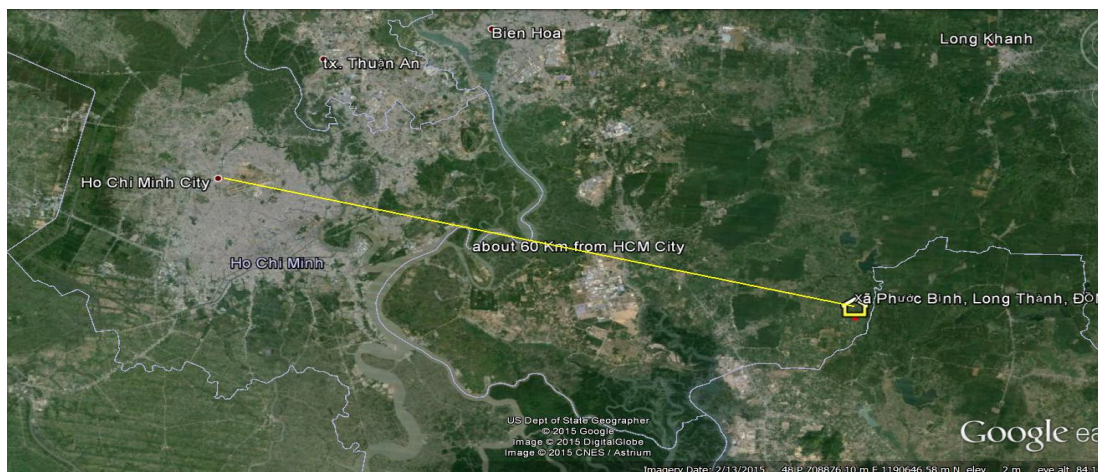
2. KHẢO SÁT HIỆN TRƯỜNG

Công tác thực địa bao gồm :

Công tác quan sát toàn bộ khu vực xây dựng, kể cả bên trong nhà xưởng, xem xét tỉ mỉ

các vết nứt, hình thái các vết nứt, trao đổi ý kiến với các kỹ sư có trách nhiệm xây dựng nhà xưởng để tìm hiểu thời gian bắt đầu xảy ra các vết nứt; quan sát các đặc điểm về địa hình địa chất khu vực xung quanh nhà xưởng, tìm hiểu đặc điểm thủy văn xung quanh; chụp ảnh các mạng khe nứt, địa hình xung quanh.

Công tác lấy mẫu đất – đá (07 mẫu đất và đá), lấy mẫu nước (02 mẫu : 01 ở giếng nước, 01 ở cạnh xưởng) (Hình 2)



Hình 1. Vị trí nghiên cứu



Hình 2. Mẫu đá và vị trí giếng nước tại khu vực khảo sát

3. CÔNG TÁC THÍ NGHIỆM

Tất cả các mẫu đất – đá và nước lấy tại hiện trường đều được bảo quản chặt chẽ theo đúng kỹ thuật chuyên môn và đưa trực tiếp về phòng thí nghiệm để thực hiện thí nghiệm kịp thời.

Nội dung thí nghiệm bao gồm :

a. Phân tích thạch học dưới kính hiển vi để xác định thành phần khoáng vật đất – đá tạo nên nền nhà xưởng và khu vực xung quanh.

b. Phân tích khoáng tương bằng mắt thường và dưới kính hiển vi để xác định thành phần khoáng vật quặng, đặc điểm kiến trúc – cấu tạo của khoáng vật quặng.

c. Phân tích trọng sa bằng phương pháp điện từ và từ cảm để xác định hàm lượng các khoáng vật tạo quặng.

d. Phân tích hóa học bằng lò nung carbolite, máy UV1001 và máy JENWAYPP7 để xác định hàm lượng các chất hóa học chứa trong đất đá nền nhà xưởng và khu vực xung quanh.

e. Phân tích mẫu nước để xác định thành phần hóa học và khả năng tác dụng ăn mòn của

nước tại chỗ đối với vật liệu xây dựng nhà xưởng.

Kết quả thí nghiệm đất – đá và nước cho biết như sau :

4. NHẬN XÉT VỀ ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT MÔI TRƯỜNG CỦA KHU VỰC NHÀ XƯỞNG

Trên cơ sở các kết quả của công tác khảo sát hiện trường và công tác thí nghiệm có thể đưa ra nhận xét sau đây :

Khu vực nhà xưởng nằm trên địa hình đồi thấp, địa hình được cấu tạo bằng các đá bazan – đá porphyrite bazan, nguồn gốc phun trào núi lửa (Hình 3). Kết quả phân tích thạch học cho thấy đá được cấu tạo bởi 37-39% khoáng vật plagioclase, 35-37% khoáng pyroxene và 25-27% thành phần thủy tinh và khoáng vật quặng.

Trên bề mặt địa hình không xuất hiện nước mặt, tuy nhiên khi đào sâu xuống 2-3m thì xuất hiện nước ngầm chảy từ các khe nứt của đá trong mặt cắt địa chất chảy ra.

Diện tích nền nhà xưởng rộng 190x60 mét, nền nhà xưởng gồm 2 phần :

Phần 1 nguyên là phần thấp của địa hình ban đầu, được san lấp bằng vật liệu đất đá lấy từ phần cao hơn của địa hình ban đầu, thực chất là

sản phẩm phong hóa của đá bazan tại chỗ, có diện tích 42x60 mét, bên trên được phủ một lớp bê tông cốt thép dày 15cm. Trên bề mặt bê tông này từ tháng 01 đến tháng 06 năm 2014 bắt đầu xuất hiện các khe nứt tạo thành mạng không quy tắc, bề rộng khe nứt từ 1-2mm. Trong thời gian thi công nền nhà xưởng từng có những trận mưa gây ngập tràn mặt nền nhà xưởng.

Phần 2 của nền nhà xưởng được cấu tạo bằng đá gốc tươi nguyên đã được bóc hết lớp đá bị phong hóa (để san lấp phần 1), sau đó được phủ trực tiếp bằng lớp bê tông cốt thép. Bề mặt nền nhà xưởng của phần 2 này không xuất hiện khe nứt.

Các kết quả phân tích thạch học và khoáng tương đều cho thấy môi trường địa chất khu vực nhà xưởng và bản thân nền nhà xưởng đều là vật liệu đá bazan nguồn gốc phun trào núi lửa, với thành phần khoáng vật là plagioclase và pyroxene cùng với vật liệu thủy tinh và các khoáng vật quặng là magnetite, phi quặng. Chúng không gây tác động đến môi trường.

Riêng kết quả phân tích trọng sa cho thấy ngoài các khoáng vật quặng và phi quặng ra, trong thành phần vật chất của đá tươi nguyên và trong đá đã phong hóa có chứa thành phần khoáng vật pyrite.



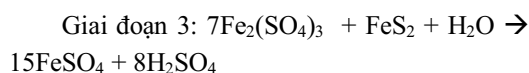
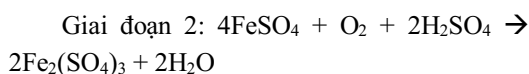
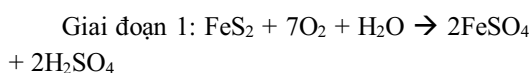
Hình 3. Vị trí nhà xưởng trong khu vực nghiên cứu

Kết quả phân tích mẫu nước lấy từ nơi xung quanh nhà xưởng đều có chứa anion SO_4^{2-} , nghĩa là trong nước ngầm chảy ra từ các khe nứt của nền chứa axit sunfurit.

5. PHÂN TÍCH NGUYÊN NHÂN GÂY RA HIỆN TƯỢNG XUẤT HIỆN KHE NỨT NỀN NHÀ

Khoáng vật pyrite chứa trong đá nền nhà xưởng là yếu tố quan trọng tạo nên axit sunfurit gây ra những phản ứng hóa học và vật lý với vật liệu bê tông của lớp phủ mặt nền nhà xưởng, từ đó gây ra hiện tượng nứt nẻ nền nhà xưởng.

Các khoáng vật marcassite, pyrotite và đặc biệt là pyrite thường có mặt trong thành phần một số loại đá khác nhau, chúng đều là khoáng vật phụ đi kèm. Khoáng vật pyrite là loại thường gặp, chúng thường bị tác dụng bởi quá trình oxyt hóa, từ đó tạo ra axit sunfurit trong môi trường đất đá và nước. Quá trình oxyt hóa pyrite thường diễn ra qua nhiều giai đoạn:



Phản ứng giai đoạn 1 xảy ra nhanh chóng, đồng thời làm cho độ pH giảm xuống nhỏ hơn 4,5; tạo điều kiện cho vi khuẩn *Ferrobacillus Thiobacillus* hoạt động, tăng nhanh quá trình oxyt hóa đến 10^6 lần. Trong môi trường nóng ẩm và giàu oxygen thì vi khuẩn càng phát triển và tác dụng oxyt hóa càng mãnh liệt, ngược lại trong môi trường bão hòa nước thì tác dụng oxyt hóa khoáng pyrite sẽ xảy ra chậm chạp.

Như vậy do pyrite có trong đá bị oxyt hóa làm cho trong nước ngầm chứa một lượng nhất định axit sunfurit.

Đồng thời nếu trong đá có chứa canxit (CaCO_3), chúng sẽ bị hòa tan tạo ra một lượng

hydroxit canxit theo phản ứng $\text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Khi trong nước ngầm đồng thời có chứa axit sunfurit và bicacbonat canxi chúng sẽ tạo ra anhydrite (CaSO_4) theo phản ứng $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$.

Khi nằm gần mặt đất với nhiệt độ và áp suất thấp, có nước ngầm vận động thì (CaSO_4) sẽ chuyển thành khoáng thạch cao ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) đồng thời thể tích tăng lên 61%, tạo ra áp suất trương nở tăng từ 2 đến 70Mpa. Ngoài ra quá trình hydrat hóa anhydrite 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 (dehydrate) để chuyển thành anhydrite kèm theo hiện tượng giảm thể tích, tức co ngót.

Như trong phần nhận xét về điều kiện địa chất môi trường khu vực nhà xưởng đã nêu rõ, từ tháng 01 đến tháng 06 năm 2014 nền nhà xưởng xuất hiện nhiều khe nứt với bề mặt rộng 1-2mm, hình thái không quy tắc, tạo thành mạng lưới phân bố không quy luật (hình ảnh) đều khắp mặt nhà xưởng.

Một điều nhận thấy rõ là vết nứt chỉ xuất hiện trên bề mặt bê tông phủ trên nền đất – đá phong hóa; trên mặt nền nhà xưởng chưa có tải trọng do thiết bị máy móc gây ra, không thấy nền nhà xưởng có hiện tượng như lún, bung nở, dịch chuyển ngang; các kết cấu công trình như tường, dầm cột mái... đều nguyên vẹn không có biểu hiện bị biến dạng. Sau khi mặt nền nhà xưởng được thi công hoàn tất không có hiện tượng chấn động lớn như động đất hoặc nổ phá đột ngột ở gần hoặc xa vị trí nhà xưởng. Tất cả những điều kể trên cho phép loại trừ các nguyên nhân cơ học gây ra các vết nứt trên mặt nhà xưởng. Vì thế, nguyên nhân gây ra các vết nứt có sự tham gia của sự biến đổi tự nhiên xảy ra trong môi trường đất – đá tạo nên nền nhà xưởng.

Theo các kết quả phân tích thí nghiệm địa chất cho thấy, trong thành phần đất - đá tạo nên nền nhà xưởng và khu vực xung quanh không có mặt các khoáng vật chứa vôi như canxi, nhưng lại có mặt khoáng vật pyrite. Quá trình oxy hóa pyrite sẽ tạo ra một lượng axit sunfuarit trong nước ngầm. Đây là một trong các yếu tố chủ yếu thúc đẩy tạo nên các khe nứt trên mặt nền nhà xưởng.

Một khi trong đất - đá tạo nên nhà xưởng và trong nước ngầm có chứa axit sunfuarit thì chúng sẽ gây tác dụng lên vật liệu bê tông tạo nên lớp phủ trên bề mặt của đất - đá tạo nên nền nhà xưởng. Tác dụng này thể hiện về mặt hóa học và vật lý. Về mặt hóa học, trong xi măng tạo bê tông có chứa hydroxit canxi, chúng sẽ tác dụng với axit sunfuarit để tạo nên sunfat canxi tức thạch cao. Tiếp theo sẽ xảy ra phản ứng hóa học giữa thạch cao với hydrat aluminat canxi để hình thành một sản phẩm đa dạng sunfoaluminat canxi gọi là ettringite. Chính quá trình hóa học tạo ra sản phẩm cuối cùng là ettringite sẽ làm cho bê tông tăng thể tích (trương nở). Do hiện tượng trương nở thể tích làm cho độ kháng kéo của bê tông giảm xuống, từ đó bê tông bị nứt tách tạo nên các vết nứt. Về mặt vật lý thấy rõ các muối sunfat tạo thành các tinh thể, chúng tồn tại trên bề mặt các lỗ rỗng và bề mặt các khe nứt trong bê tông do sự bốc hơi của nước chứa muối sunfat.

Tóm lại tác dụng hóa - lý xảy ra giữa axit sunfuarit và các thành phần vật liệu xi măng tạo bê tông trương nở, ảnh hưởng đến cường độ kháng kéo của bê tông, làm thúc đẩy nguyên nhân nứt nẻ, tạo nên các khe nứt.

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ những điều đã được trình bày trong các phần trên có thể rút ra kết luận rằng trong thành phần đất - đá tạo nên nền nhà xưởng có chứa khoáng vật pyrite. Quá trình oxy hóa pyrite sẽ tạo ra sản phẩm axit sunfuarit. Tác dụng hóa lý

giữa axit sunfuarit và hydroxit canxi trong thành phần của xi măng tạo bê tông làm phát sinh sunfoaluminat canxi gọi là ettringite. Quá trình này làm vật liệu bê tông tăng thể tích, trương nở, gây ra lực trương nở, làm cho cường độ kháng kéo của bê tông giảm xuống. Cùng đồng thời với tác dụng hóa học giữa xi măng tạo bê tông gây ra hiện tượng bê tông trương nở, tác dụng vật lý của muối sunfat tạo nên các tinh thể muối trên các bề mặt của lỗ rỗng và các khe nứt được hình thành, chúng làm tăng thêm lực trương nở của bê tông, tăng thêm ứng suất kéo trong bê tông.

Từ nhận định nguyên nhân gây ra hiện tượng nứt bề mặt nhà xưởng là có thể do quá trình oxy hóa pyrite, yếu tố chủ yếu tạo axit sunfuarit, chúng tác dụng với hydroxit canxi trong xi măng tạo bê tông, tạo nên thạch cao và ettringite, làm cho bê tông trương nở, phát sinh lực trương nở trong bê tông, phát sinh ứng suất kéo trong bê tông làm cho vật liệu bê tông nứt vỡ, hình thành các khe nứt, thể hiện bằng mạng các khe nứt trên bề mặt nhà xưởng. Đó chính là một trong những nguyên nhân quan trọng thúc đẩy gây nên hiện tượng nứt bề mặt nền nhà xưởng.

Để khắc phục hiện tượng này ta phải tìm cách hạn chế quá trình oxy hóa pyrite, hạn chế tác dụng giữa axit sunfuarit với xi măng làm cho bê tông bị trương nở, gây ra khe nứt. Điều trước tiên là hạn chế môi trường nóng ẩm và giàu oxygen để hạn chế sự sinh trưởng của các vi khuẩn và hạn chế tác dụng oxy hóa pyrite. Điều quan trọng là hạn chế tác dụng giữa axit sunfuarit và xi măng tạo nên các muối sunfat là anhydrite và thạch cao, hai loại muối thường chuyển hóa qua lại khi môi trường thay đổi. Anhydrit chỉ ổn định trong môi trường không có nước, nhiệt độ và áp suất hơi cao; khi nằm gần mặt đất với nhiệt độ và áp suất thấp, có nước ngầm vận động thì anhydrite (CaSO_4) sẽ chuyển hóa thành thạch cao ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), kèm theo

gây ra ứng suất trương nở (ứng suất kéo) gây nứt vỡ bê tông. Để thực hiện được mục tiêu nêu trên trong trường hợp nền nhà xưởng và lớp bê tông phủ trên đã hoàn thành, có thể thực thi giải pháp tạo lớp phủ bên trên mặt nền nhà máy hiện

hữu một lớp nhựa asphan. Lớp nhựa asphan này vừa phủ kín mặt nền nhà xưởng, vừa phủ kín xung quanh nền nhà xưởng và ngăn chặn nước về mùa mưa thấm theo phương ngang vào bên trong nền nhà xưởng.

Fracturing on the Factory floor by ettringite

- **Nguyen Huynh Thong**
- **Bui Trong Vinh**

Earth Resources & Environment, Faculty of Geology & Petroleum Engineering , Ho Chi Minh city University of Technology, VNU-HCMC

- **Dang Huu Diep**

Union for Geology Construction and Environment

ABSTRACT

In foundation of Dong Nai factory contains mineral Pyrite. The process of pyrite oxide will create products sulfuric acid. Physicochemical effects between sulfuric acid and calcium hydroxide in the composition of cement concrete increase calcium sulfoaluminate called Ettringite. This process makes concrete material volume expansion, swelling, causing swelling capacity, making tensile strength of concrete fell from the cracked concrete that make up the

cracks separating, forming networks slots cracked surface not rule on the factory floor. Simultaneously with the chemical effects between cement concrete causes swelling, physical effects of sulfate salt crystals forming on the surface of the holes and cracks formed increasing the capacity of the concrete expansion, increased tensile stress in concrete, making the surface more and more intense fracturing.

Key words: Pyrite, ettringite, expansion, tensile strength, fracturing

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đặng Hữu Diệp (Một số vấn đề Địa kỹ thuật liên quan đến các thành tạo sét – vôi ở Việt Nam _ Tạp chí Địa kỹ thuật số 02/2005).
- [2]. Robert W. Day (Forensic Geotechnical and Foundation Engineering. McGraw – Hill 1998).