

Hydrated Lime and Lime-Cement Stabilization of the Soft, Wet, Plastic, Clayey Soils in Vietnam's Mekong Delta Area

Advantages and Lessons Learned

By Dr. Nathaniel (Nat) Fox

Translated by: Mai Trieu Quang, VSSMGE

Gia cố đất yếu, ẩm ướt, đất sét, đất dẻo chảy ở khu vực Đồng bằng sông Cửu long, Việt nam bằng vôi thủy hóa và ximang – Các ưu điểm và bài học kinh nghiệm

Tác giả : Tiến sỹ Nathaniel (Nat) Fox

Biên dịch : Mai Triệu Quang, VSSMGE

The objective of this paper and associated talk is to provide Vietnam decision makers, whether government, private, or both, information from which to seriously consider the advantages of using hydrated lime stabilization in future expanding of the highway system in the Mekong Delta area of Vietnam.

Mục đích của tài liệu này và các thảo luận đi theo là cung cấp thông tin cho những nhà hoạch định chính sách Việt Nam, kể cả quan chức chính phủ hoặc các công ty tư nhân, hoặc cả hai, để xem xét một cách nghiêm túc các ưu điểm của phương pháp gia cố vôi – ximang trong việc mở rộng hệ thống giao thông trong tương lai trong khu vực đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam.

Certainly costs must be considered. However in the case of building embankments and highways within the high groundwater, soft, wet, plastic clayey soils in the Mekong, costs should be based on lifetime costs including future maintenance and repair costs, as well as with the costs of accompanying interruption of traffic during maintenance and repair. Another major factor in determining true costs is *time of construction*. How long does it take to construct one kilometer of highway? It has been done and can be done in the Mekong area, to produce a 40-foot wide highway surface, at a speed one kilometer in 5.3 days. This was calculated by dividing 150 days = 5 months, by 28 kilometers of lime-stabilized highway which was built in 1969 under less than ideal conditions.

Tất nhiên vấn đề giá thành phải được xem xét kỹ lưỡng. Tuy nhiên trong trường hợp xây dựng nền đường đắp và mặt đường trong khu vực đồng bằng sông Cửu Long, nơi có mực nước ngầm cao, đất yếu và thường xuyên ẩm ướt, đất sét trạng thái dẻo, giá thành phải được so sánh trên cơ sở cả vòng đời thiết kế, bao gồm cả các chi phí duy tu và sửa chữa trong tương lai, cũng như các chi phí thiệt hại do

đình trệ giao thông khi phải tiến hành các hoạt động sửa chữa trên. Một nhân tố quan trọng khác để xác định giá trị thực của dự án là thời gian thi công. Cần phải mất bao lâu để thi công 1Km đường ? Trong khu vực đồng bằng sông Cửu Long, đã và có thể thi công hoàn thành một mặt đường xa lộ rộng 40 foot (m) với tốc độ 1 Km trong 5,3 ngày. Tốc độ này được tính toán bằng cách chia tổng thời gian 150 ngày tương đương với 5 tháng thi công hoàn thiện 28 Km đường bằng đất gia cố vôi, được thực hiện vào năm 1969 dưới các điều kiện thi công thấp hơn so với điều kiện lý tưởng.

There has been a long-time successful use of hydrated lime, or “lime” stabilization for highway construction worldwide, including in the USA. Yet it is not in common use in many places where there are clayey soils highly reactive to lime stabilization – clayey soils that contain Smectite and expansive clay minerals. For example in the USA, the state of Texas Highway Department has been successfully using lime stabilization methods for more than 60 years. The State of Louisiana has also been using highway lime stabilization for decades, as has the State of Iowa. Yet adjacent states with similar soil conditions, and similar geology, oftentimes have not used this method. It seems to depend on some individual in a particular state or location, initiating the method, and then for the decision makers to observe the advantages, and authorize its use. Thus I am appealing to Vietnam highway construction decision makers.

Việc sử dụng vôi thủy hóa để gia cố đất làm đường giao thông đã có lịch sử thành công từ lâu và được áp dụng rộng rãi trên thế giới, bao gồm cả ở Hoa Kỳ. Tất nhiên gia cố vôi cũng không được sử dụng một cách thông dụng ở rất nhiều khu vực nơi có đất sét loại có tính năng phản ứng mạnh với gia cố vôi, là loại đất sét có chứa Smectite và khoáng vật sét trương nở. Ví dụ ở Hoa Kỳ, Sở giao thông bang Texas đã sử dụng phương pháp gia cố vôi thành công với thời gian trên 60 năm. Bang Louisiana cũng đã sử dụng đất gia cố vôi trong đường giao thông từ hàng thập kỷ và bang Iowa cũng làm tương tự. Nhưng cũng ở các bang lân cận, nơi có điều kiện về loại đất nền tương tự, địa chất tương tự, cũng trong khoảng thời gian đó lại không sử dụng phương pháp này. Việc này có vẻ tùy thuộc vào vài cá nhân ở các bang hoặc các vùng cá biệt, khởi động thực nghiệm phương pháp này và tổ chức để cho các nhà hoạch định chính sách quan sát kiểm chứng các ưu điểm và ra quyết định cho phép sử dụng. Do vậy tôi đang muốn hướng lời khẩn cầu đến những nhà hoạch định chính sách xây dựng giao thông ở Việt nam.

In 1967, after having earned a Ph.D. degree in soil (geotechnical) engineering at Iowa State University, I volunteered to go to Vietnam as a Soil Engineer with the Army Corps of Engineers. After volunteering, I was sent to North Carolina where I helped activate a small, technically-oriented engineering and planning unit of eleven persons, including myself as the Soil Engineer.

Vào năm 1967, sau khi lấy bằng Tiến sỹ về Địa Kỹ thuật – Cơ học đất tại Đại Học Quốc gia Iowa, tôi đã tình nguyện sang Việt Nam làm việc với chức danh Kỹ sư Cơ học đất của Hiệp hội Kỹ sư Quân sự. Sau khi được chấp nhận đơn tình nguyện, tôi đã được phái đến Bắc Carolina ở đó tôi đã trợ giúp cho việc khởi động một đơn vị nghiên cứu kỹ thuật có định hướng gồm 11 người, bao gồm cả tôi với chức danh Kỹ sư Cơ học đất.

We also had a geologist, a civil engineer, a planner, a senior engineering technician, four engineering technicians, and two administrative managers. We assembled a complete portable soil laboratory in North Carolina, and traveled by ship to Vietnam in July, 1967, taking the soil lab with us.

Chúng tôi cũng có một Kỹ sư địa chất, một kỹ sư Xây dựng, một Kỹ sư Thiết kế, một trung cấp kỹ thuật kinh nghiệm và hai quản lý hành chính. Chúng tôi đã trang bị một phòng thí nghiệm đất di động hoàn chỉnh ở Bắc Carolina và di chuyển đến Việt Nam bằng tàu biển vào tháng 7 năm 1967, với toàn bộ phòng TN đất này.

Upon arriving in Vietnam, I studied the situation in country from a geotechnical standpoint to learn where the most severe soil problems were occurring. Within several days it became evident that the primary area of major soil difficulties was the Mekong Delta region. I submitted a proposal to set up our soil lab in the Mekong Delta and to attempt to develop solutions to the soil problems. The primary problem was failure of roads, highways, and airfields as a result of heavy monsoon rains on the weak, plastic, clayey soils. Equally problematic was the fact that these soils could not be easily improved or easily worked to build or rebuild roads, highways, and airfields. This was a severe problem.

Ngay khi đến Việt Nam, tôi đã nghiên cứu tình trạng của đất nước này trên quan điểm về địa kỹ thuật để tìm xem đâu là vấn đề nghiêm trọng nhất về nền đất. Chỉ sau vài ngày, đã có thể khẳng định rằng vùng khu vực cần ưu tiên nhất với khó khăn về nền đất cần xử lý là khu vực đồng bằng Sông Cửu Long. Tôi đã đệ trình đề xuất để đặt phòng thí nghiệm đất của chúng tôi ở khu vực này và đã cố gắng tập trung phát triển các giải pháp xử lý nền đất tại đây. Vấn đề ưu tiên số 1 cần khắc phục là sự hư hỏng của đường giao thông, xa lộ và đường sân bay do lượng mưa lớn và triều cường tác động lên nền đất sét yếu, dẻo mềm. Vấn đề này cũng đi kèm với một thực trạng là với các loại đất kể trên, rất khó khăn để gia cường hoặc thao tác thi công để xây dựng hoặc sửa chữa / thay thế các con đường, xa lộ hoặc sân bay. Đây là vấn đề rất nghiêm trọng.

The undersigned proposed a 3-phase testing program, consisting of a laboratory phase, a small-scale field construction phase, and a large-scale field construction phase to examine the feasibility of hydrated lime stabilization as the solution. The proposal was approved.

Tôi đã đề xuất một chương trình thực nghiệm gồm 3 giai đoạn, bao gồm giai đoạn làm việc trong phòng thí nghiệm, giai đoạn áp dụng thử trên quy mô nhỏ ở hiện trường và giai đoạn thực hiện trên quy mô rộng để kiểm chứng phương án gia cố đất bằng vôi thủy hóa. Đề xuất này đã được phê duyệt.

Accompanied by photographs I personally took between August, 1967 and July, 1968, my talk illustrates what was accomplished, what was learned, and how this information was put to use for perhaps the largest single chemical soil stabilization project in recent history. Over the four years following my testing and design and construction program, between 150 and 200 kilometers of highway, numerous kilometers of secondary roads, and a number of small and medium sized airfields were built or significantly expanded, by use of hydrated lime subbase construction and in some cases, accompanied by lime and cement base course construction.

Kèm theo các tấm ảnh mà cá nhân tôi đã chụp trong khoảng thời gian tháng 8 năm 1967 đến tháng 7 năm 1968, bài thảo luận của tôi minh họa những gì đã làm, các bài học rút ra, làm thế nào để các thông tin này được sử dụng và có thể xem như là một dự án sử dụng đất gia cố bằng một loại hóa chất có

quy mô lớn nhất trong thời gian đó. Hơn 4 năm sau chương trình thực nghiệm và xây dựng chương trình thi công, đã có khoảng 150 đến 200 Km đường quốc lộ, một số lượng rất lớn đường cấp thấp hơn và một lượng đường băng sân bay quy mô nhỏ và vừa đã được xây dựng, áp dụng công nghệ gia cố vôi cho lớp đỉnh nền và trong một số trường hợp, được thi công lớp móng phía trên bằng vật liệu gia cố xi măng và vôi.

I have met and gotten to know, two engineers who were in charge of building and expanding Mekong Highway QL4 after I left Vietnam. Although I do not have complete records of all highway segments built in Vietnam using lime and lime and cement stabilization, these two individuals supervised an estimated 30% to 40% of the lime stabilization work done in the four years from 1969 through 1972. These two were responsible for constructing over 60 kilometers of lime-stabilized highway in the Mekong area. Extrapolating, a total of 150 to 200 kilometers of lime-stabilized highway are estimated to have been built during this four-year time period.

Tôi đã gặp và làm quen được hai kỹ sư phụ trách công tác thi công mở rộng Quốc lộ 4 ở khu vực ĐB SCL sau khi tôi rời Việt Nam. Mặc dù tôi không có đủ tư liệu ghi chép của tất cả các hệ thống đường được xây dựng ở Việt Nam áp dụng công nghệ gia cố vôi và xi măng, nhưng hai cá nhân trên đã trực tiếp giám sát khoảng 30-40% của toàn bộ công tác đất gia cố vôi trong 4 năm từ 1969 đến 1972. Hai người này phụ trách việc thi công trên 60 KM đường sử dụng công nghệ gia cố vôi trên khu vực ĐB SCL. Như vậy có thể ngoại suy rằng đã có tổng cộng khoảng 150 đến 200Km đường sử dụng đất gia cố vôi đã được xây dựng trong khoảng thời gian 4 năm này.

One of these persons was a professional planner as well as a Ph.D. Civil Engineer. He was able to plan and supervise the completion of 28 kilometers of highway from My Thuan to Ba Cong in the Mekong, from January 1, 1969 to May 31, 1969, a period of only 5 months. We have considerable information from this effort. If this productivity were extrapolated for the four-year period, it would result in a total of 270 kilometers of highway. This is probably too high a number, so our best estimate of total lime stabilized highway constructed in the Mekong area of Vietnam remains between 150 and 200 kilometers of highway or equivalent roadway and airfield construction. As an added factor, some highway and road lime stabilization production was accomplished in the Mekong within the last 3 or 4 months of 1968. The lime stabilization highway construction program in the Mekong was active for approximately 52 months.

Một trong hai người này là Kỹ sư Thiết kế chuyên nghiệp và là Tiến sỹ Khoa học ngành Xây dựng Công trình. Ông ta đã thực hiện công việc thiết kế và giám sát thi công cho đến lúc hoàn thành 28 Km đường quốc lộ từ Mỹ Thuận đến Bà Công trong khu vực ĐBSCL, từ ngày 1 tháng Giêng năm 1969 đến 31 tháng 5 năm 1969, chỉ trong khoảng thời gian đúng 5 tháng. Chúng tôi đã có rất nhiều thông tin xác nhận nỗ lực này. Nếu tiến hành ngoại suy cho thời gian 4 năm với tốc độ như trên, nó sẽ cho kết quả khoảng 270 KM đường đã được xây dựng. Con số này đúng là quá cao, do vậy sự ước lượng gần đúng nhất sẽ nằm trong khoảng 150 đến 200 KM đường quốc lộ hoặc diện tích tương đương của các loại đường khác và sân bay. Một nhân tố bổ sung khác là có một số đường quốc lộ và đường khác áp dụng công nghệ gia cố vôi đã được thực hiện trên khu vực ĐBSCL trong khoảng 3 đến 4 tháng của năm 1968. Chương trình xây dựng đường áp dụng công nghệ gia cố vôi trên ĐBSCL đã được thực hiện trong khoảng 52 tháng.

The advantages of hydrated lime stabilization as specifically experienced in the Mekong Delta area, and also as experienced in other parts of the world, to include the USA, include the following:

1. **Continuity and speed of construction because of improved soil workability.**
2. **Immediate change in plasticity where soil changes from a plastic mass to a crumbly solid.**
3. **Stability and strength enhancement by more than 3,000 percent.**
4. **Resistance to future soil water absorption and degradation.**
5. **Long life and permanency.**
6. **Sustainability – increase in strength with time through Pozzolanic cementation**
7. **Environmentally friendly**
8. **Cost in terms of Dollars per year of use**
9. **Cost in terms of eliminating maintenance costs**
10. **Cost in terms of sustainability and environmental advantages**
11. **Flexibility for future expansion and future capacity upgrades**

Các ưu điểm của gia cố vôi thu được từ kinh nghiệm thực hiện ở khu vực ĐBSCL cũng như các nơi khác trên thế giới, bao gồm cả ở Mỹ, được thống kê dưới đây:

1. Thi công liên tục và nhanh chóng do cải thiện được tính công tác của đất
2. Thay đổi gần như ngay lập tức tính dẻo, khi đất thay đổi từ một khối dẻo sang khối đất cứng giòn.
3. Độ ổn định và cường độ tăng lên đến 3000 %
4. Có sức kháng lại sự thấm nước và phong hóa đất trong tương lai
5. Tuổi thọ và thời gian phục vụ lâu dài.
6. Tồn tại bền vững – tăng cường độ theo thời gian nhờ quá trình đông kết Puzolan
7. Thân thiện với môi trường
8. Chi phí thu lại tính bằng USD cho mỗi năm sử dụng
9. Chi phí tiết kiệm do loại bỏ được kinh phí duy tu
10. Chi phí tương ứng với sự phát triển bền vững và thân thiện với môi trường
11. Linh hoạt cho việc nâng cấp và mở rộng đường trong tương lai

I encourage Vietnam decision makers to seriously consider the use of hydrated lime for subbase construction, and possibly lime and cement for base course construction, to meet your highway construction and expansion needs in the Mekong. I understand that there are limestone deposits and outcrops in the Mekong and also in other parts of Vietnam, that would be usable to produce the necessary hydrated lime, and a simple plant could be set up near the resource area to manufacture hydrated lime. Alternatively, or in addition, hydrated lime is available for purchase in South Korea and other areas of Asia – both in dry form and in pellet form.

Tôi mạnh mẽ kiến nghị các nhà hoạch định chính sách của Việt nam xem xét một cách nghiêm túc việc sử dụng đất gia cố vôi cho công tác thi công lớp móng dưới, và khả năng dùng gia cố vôi hoặc ximang cho các lớp móng trên, để đảm bảo đáp ứng các nhu cầu về xây dựng và mở rộng hệ thống đường giao thông trong khu vực ĐBSCL. Tôi hiểu rằng có các điểm cung cấp vật liệu đá vôi và các mỏ đá vôi lộ thiên ở ĐBSCL cũng như ở các địa phương khác ở Việt Nam, có thể sử dụng để sản xuất lượng vôi thủy hóa cần thiết, vì một trạm nghiền đơn giản có thể lắp đặt ngay gần nguồn đá vôi để sản xuất vôi thủy hóa. Một phương án khác có thể xem xét là nhập khẩu vôi thủy hóa từ Nam Hàn hoặc các khu vực khác của Châu Á, sản phẩm dạng bột khô hoặc viên.

I would be happy to advise any person or agency or company that is seriously interested in this endeavor on: (1) critical quality control issues; (2) key construction techniques; and (3) highway design considerations.

Tôi rất vui được tư vấn thêm cho các cá nhân hoặc tổ chức, hoặc công ty có quan tâm nghiêm túc trong nỗ lực này về:

1. Các vấn đề về quản lý chất lượng
2. Các kỹ thuật thi công chủ yếu
3. Các lưu tâm về thiết kế đường giao thông

I am a personal friend of the engineer who planned and supervised the 28 kilometers of highway construction in 1969 between My Thuan and Ba Cong - Dr. Bud Griffis. Bud told me several weeks ago, that he also will be happy to provide planning advice for such an undertaking. His planning for constructing 28 kilometers of highway in 5 months, most of it 40 feet wide at the surface, was exceptional. And the operation was successful in meeting this stringent schedule. Can you imagine building 28 kilometers of high quality highway at an average rate of one kilometer per 5.3 days, considering the Mekong Delta soil and weather conditions? Yet it was accomplished under the supervision of Bud Griffis.

Tôi có một người bạn là Kỹ sư đã tham gia thiết kế và thi công 28 Km đường quốc lộ ở ĐBSCL, từ Mỹ Thuận đến Ba Công, là Tiến sỹ Bud Griffis. Bud đã nói với tôi một vài tuần trước đây rằng ông ta cũng rất vui được cung cấp các tư vấn về thiết kế cho các công việc kể trên. Đồ án thiết kế cho 28 Km đường quốc lộ trong vòng 5 tháng là một sự kiện hiếm có. Và các hoạt động sau đó đã rất thành công đáp ứng được tiến độ sát sao này. Bạn có thể tượng tượng việc thi công 28 KM đường quốc gia

với tiêu chuẩn chất lượng cao với tốc độ trung bình 1KM trong 5,3 ngày, trong điều kiện về đất yếu và thời tiết như ở khu vực ĐBSCL ? Vâng, điều này đã được thực hiện dưới sự giám sát của Bud Griffis.

As a final selling point, when I visited Vietnam in 2002 with my wife, Lily, we went to the Mekong Delta and toured some of the highway areas that had been lime-stabilized more than 40 years ago. My designs for these roads were based on a 10-year life span. The local Vietnamese people referred to these highway segments as the “*American Road*”. They explained that no major maintenance had been needed in 40 years since the Americans built them. This feat was not because *the Americans* built them. It was because the proper method of construction was used – hydrated lime stabilization, and the work was well planned and managed, with adequate equipment. Vietnam can build them as well - with the proper planning, equipment, and effort. One piece of advice - Lime stabilization *correctly constructed* is very forgiving. But getting it correctly constructed requires *following critical steps without exception*. Not following these steps will prove unforgiving.

Một điểm cuối cùng tôi muốn đề cập, đó là khi tôi cùng vợ tôi là Lily ghé thăm khu vực ĐBSCL vào năm 2002 và đã có đi thị sát một loạt đường đã áp dụng công nghệ gia cố vôi hơn 40 năm qua. Theo bản thiết kế của tôi, mặt đường có thời gian phục vụ thiết kế là 10 năm. Những người dân địa phương gọi những đường này với cái tên “đường Mỹ làm”. Họ đã xác nhận rằng đã không cần công tác sửa chữa lớn nào trong suốt 40 năm, kể từ ngày người Mỹ thi công những con đường này. Thực chất kỳ tích này không phải là do người Mỹ xây dựng, mà là nhờ biện pháp thi công đất gia cố vôi phù hợp, được tổ chức chu đáo và có các thiết bị chuyên dụng, với các nỗ lực cao. Người Việt Nam cũng có thể xây dựng những con đường như vậy, với thiết kế phù hợp, thiết bị chuyên dụng và các nỗ lực trong thi công. Chỉ có một lời khuyên Công nghệ gia cố vôi khi được thi công đúng đắn sẽ không yêu cầu nhiều kỹ nghệ phức tạp. Tuy nhiên để đảm bảo cho sự thi công đúng đắn này thì cần phải có các bước đi tối thiểu sau đây mà không được bỏ qua trong bất kỳ trường hợp nào. Nếu không tuân thủ các bước này thì sẽ không đảm bảo chắc chắn về thành công.