



## MỤC LỤC

<b>Mở đầu .....</b>	<b>3</b>
<b>Chương I: Giới thiệu chung về các công trình ngầm .....</b>	<b>6</b>
Tóm tắt chương I .....	11
<b>Chương II: Các hiện tượng và nguyên nhân gây hư hỏng kết cấu nền mặt đường thường gặp trên các công trình ngầm .....</b>	<b>12</b>
2.1. Các hiện tượng hư hỏng thường gặp .....	12
2.1.1. Vết nứt mặt đường .....	12
2.1.2. Lún, bong bật và há miệng (cọc gặm) .....	14
2.1.3. Hiện tượng Ổ gà .....	16
2.1.4. Hiện tượng hố sâu (hố tử thần) .....	17
2.2. Những nguyên nhân chính gây hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm .....	18
2.2.1. Nguyên nhân do công tác khảo sát, thiết kế công trình ngầm ...	18
2.2.2. Nguyên nhân do thi công công trình ngầm và kết cấu nền mặt đường trên công trình ngầm .....	19
a) Nguyên nhân do hoàn trả kết cấu sau khi thi công công trình ngầm .....	19
b) Nguyên nhân do đào hố móng thi công công trình ngầm trên các tuyến đường .....	19
c) Nguyên nhân do cấu tạo và cách thức thi công công trình ngầm, do vật liệu sử dụng đắp trên công trình ngầm .....	22
2.2.3. Nguyên nhân do tải trọng xe chạy .....	23
Tóm tắt chương II .....	25
<b>Chương III: Các giải pháp khắc phục các hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm .....</b>	<b>26</b>
3.1. Giải pháp về mặt quy hoạch và khảo sát, thiết kế công trình ngầm ....	26



---

3.1.1. Giải pháp về quy hoạch bố trí công trình ngầm trên mặt cắt ngang đường .....	26
3.1.2. Giải pháp xử lý trong công tác khảo sát, thiết kế công trình ngầm .....	28
3.2. Một số giải xử lý khắc phục các hiện tượng hư hỏng kết cấu nền mặt đường thường gặp trên các công trình ngầm .....	30
3.2.1. Xử lý vết nứt kết cấu áo đường trên công trình ngầm .....	30
3.2.2. Xử lý hiện tượng lún, bong bật và há miệng (cọc gặm) .....	35
3.2.3. Xử lý hiện tượng “Ổ gà” kết cấu nền mặt đường trên công trình ngầm .....	43
3.2.4. Xử lý hiện tượng hố sâu (hố tử thần) của kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm .....	44
3.3. Giải pháp xử lý thi công hoàn trả kết cấu nền mặt đường sau khi thi công xong công trình ngầm .....	46
3.4. Giải pháp xử lý trong đào hố móng thi công công trình ngầm .....	53
3.5. Giải pháp về yêu cầu cấu tạo công trình ngầm và kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm .....	58
3.5.1. Cấu tạo công trình ngầm .....	59
3.5.2. Cấu tạo kết cấu nền mặt đường trên công trình ngầm .....	60
3.6. Giải pháp xử lý tải trọng xe chạy .....	62
<b>Kết luận và kiến nghị .....</b>	<b>65</b>
<b>Tài liệu tham khảo .....</b>	<b>66</b>



## MỞ ĐẦU

### 1. Lý do nghiên cứu.

Từ thập kỷ 90 của thế kỷ 20 đến nay, Việt Nam đã thực sự bước vào thời kỳ phát triển trên nhiều mặt với những thành tựu nổi bật về tăng trưởng cao, về xoá đói giảm nghèo, về phát triển con người, về hội nhập quốc tế... Đảng ta luôn coi trọng nhiệm vụ hiện đại hoá cơ sở hạ tầng (đặc biệt giao thông vận tải), vì đây là một trong những tiền đề thúc đẩy sự phát triển kinh tế xã hội. Tuy nhiên Việt Nam cũng đang phải đối diện với không ít vấn đề bức xúc, đòi hỏi phải có sự nghiên cứu khách quan khoa học, để có thể có những giải pháp phù hợp. Những vấn đề đó có thể là quy hoạch mạng lưới giao thông và giải pháp thiết kế, những hư hỏng kết cấu ... Đề tài nghiên cứu khoa học này tác giả đi sâu phân tích vấn đề: “Các hiện tượng hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm và đề xuất giải pháp xử lý”.

Như chúng ta thấy tình trạng hư hỏng (hư hỏng nhỏ, vừa và lớn) kết cấu nền mặt đường ở Việt Nam là một vấn đề hiện nay đang rất cần được quan tâm và giải quyết để nâng cao chất lượng phục vụ giao thông, khai thác đường có hiệu quả hơn. Việc hư hỏng kết cấu nền mặt đường là nguyên nhân trực tiếp và cũng đồng thời là nguyên nhân gián tiếp gây ra những hiệu ứng không tốt trong giao thông: Như ùn tắc giao thông, ảnh hưởng môi trường giao thông, ... nó không những gây khó chịu cho người tham gia giao thông giảm hiệu quả khai thác đường, mà những hư hỏng nặng còn gây thiệt hại rất lớn về người và của.



**H1. Hình ảnh ô tô bị sụp hố sâu do sụp kết cấu áo đường trên công trình ngầm**

Đặc biệt tại những vị trí có công trình ngầm:

- Công trình cấp thoát nước ngầm
- Các công trình giao thông ngầm: Đường hầm ngầm, tàu điện ngầm,...
- Các công trình kỹ thuật đô thị: Điện, thông tin, ...

... Tại những vị trí này kết cấu áo đường thường xuất hiện chấu võng, nứt mặt đường, thậm chí thời gian gần đây hay xuất hố sâu (hiện hố tử thần), ... Vì vậy việc nghiên cứu và ứng dụng đề tài **“Các hiện tượng hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm và đề xuất giải pháp xử lý”** là hết sức cần thiết, đề tài có tính khoa học và thực tiễn cao, đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội, giáo dục....

**2. Mục tiêu và phạm vi nghiên cứu.**

Mục tiêu của đề tài nhằm nghiên cứu tìm hiểu nguyên nhân chính gây ra các hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm (đặc biệt những công trình ngầm mới xây dựng), từ đó đưa ra các giải pháp xử lý để đảm bảo tại những vị trí này tình trạng kết cấu nền mặt đường được ổn định, nâng cao chất lượng phục vụ của đường.

Phạm vi nghiên cứu của đề tài tập trung điều tra các hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm trong các đô thị lớn như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh, Hải Phòng, .... Do ở những nơi đây vấn đề này đang gây bức



xúc cho người tham gia giao thông nói chung và người dân khu vực nói riêng và cần phải được xử lý nhanh chóng. Các vị trí công trình ngầm mà đề tài tập trung nghiên cứu: hệ thống cấp thoát nước ngầm đô thị; công trình hạ tầng kỹ thuật ngầm đô thị (đường dây, đường ống, công trình ngầm thủy lợi, ...); hầm chui, tàu điện ngầm; bãi đỗ xe ngầm, hầm đi bộ;....

### **3. Phương pháp nghiên cứu.**

Phương pháp nghiên cứu thực tế và tài liệu lý thuyết. Tác giả đã điều tra các hư hỏng kết cấu tổng thể nền mặt đường thực tế trên các công trình ngầm trong các đô thị cũng như các giải pháp thực tế đã áp dụng để xử lý, từ đó tổng hợp phân tích những nguyên nhân gây hư hỏng và đề xuất các giải pháp xử lý với từng nguyên nhân.

### **4. Cấu trúc của đề tài.**

Đề tài được bố cục theo trình tự các phần:

- Mở đầu: giới thiệu lý do chọn đề tài nghiên cứu, mục tiêu và phạm vi nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu.
- Chương I: giới thiệu chung về các công trình ngầm.
- Chương II: các hiện tượng và nguyên nhân gây hư hỏng kết cấu nền mặt đường thường gặp trên các công trình ngầm.
- Chương III: các giải pháp khắc phục các hư hỏng kết cấu nền mặt đường thường gặp trên các công trình ngầm.
- Kết luận và kiến nghị.
- Tài liệu tham khảo.

## **CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM**

Với tốc độ phát triển nhanh chóng của nền kinh tế, yêu cầu sự hoàn thiện và phát triển của cơ sở hạ tầng để phù hợp với nhịp độ phát triển kinh tế là một tất yếu. Tuy nhiên việc xây dựng và phát triển cơ sở hạ tầng: Hạ tầng giao thông, hạ tầng đô thị, ... sẽ làm cho quỹ đất (đặc biệt ở các đô thị lớn) ngày càng nhỏ đi và có thể nói là cạn kiệt nếu không có những giải pháp xử lý kịp thời.

Kinh nghiệm thiết kế và xây dựng thành phố tại nhiều nước trên thế giới cho thấy, nhiều vấn đề kinh tế - xã hội, quy hoạch - kiến trúc, vệ sinh - kỹ thuật và các vấn đề khác của thành phố có thể được giải quyết một cách triệt để thông qua giải pháp tổ hợp sử dụng không gian ngầm thành phố. Việc sử dụng không gian ngầm thành phố sẽ tạo nên những điều kiện thuận lợi để:

- ✓ Cải thiện đáng kể cấu trúc quy hoạch - kiến trúc tổng thể cho thành phố;
- ✓ Giải phóng mặt đất khỏi một loạt các công trình xây dựng có ý nghĩa phụ trợ;
- ✓ Sử dụng hợp lý diện tích bề mặt thành phố để xây dựng nhà ở, các công trình phúc lợi, công cộng; công viên; sân vận động; thảm thực vật tự nhiên; các khu vực "không có ô-tô hoạt động";
- ✓ Cải thiện đáng kể trạng thái vệ sinh - kỹ thuật đô thị, góp phần bảo vệ môi trường, sinh thái đô thị;
- ✓ Bảo tồn các di tích lịch sử, các công trình kiến trúc, tượng đài... thành phố;
- ✓ Bố trí, lắp đặt hiệu quả các hạng mục công trình thiết bị kỹ thuật đô thị;
- ✓ Sử dụng khi cần thiết các loại công trình ngầm cho mục đích quốc phòng...



Sự phát triển đa dạng hệ thống công trình ngầm ở nước ta: Nhóm 1 - Các công trình ngầm giao thông - vận tải đô thị; Nhóm 2 - Các công trình ngầm dân dụng đô thị (các công trình ngầm văn hoá, công trình ngầm sinh hoạt, công trình ngầm kinh tế – thương mại...); Nhóm 3 - Các công trình ngầm kỹ thuật đô thị; Nhóm 4 - Các công trình ngầm công nghiệp đô thị (kho chứa ngầm, bể chứa ngầm, nhà máy ngầm...); Nhóm 5 - Phần ngầm của các công trình xây dựng - kiến trúc lộ thiên đô thị (các tầng ngầm của các nhà cao tầng; phần ngầm của các công trình xây dựng, kiến trúc bề mặt thành phố...) trong quá trình khai thác cũng đã gặp không ít các các hệ lụy, đặc biệt các công trình ngầm giao thông và vận tải đô thị. Việc yêu cầu sớm tìm ra các giải pháp xử lý là một vấn đề rất cấp thiết.

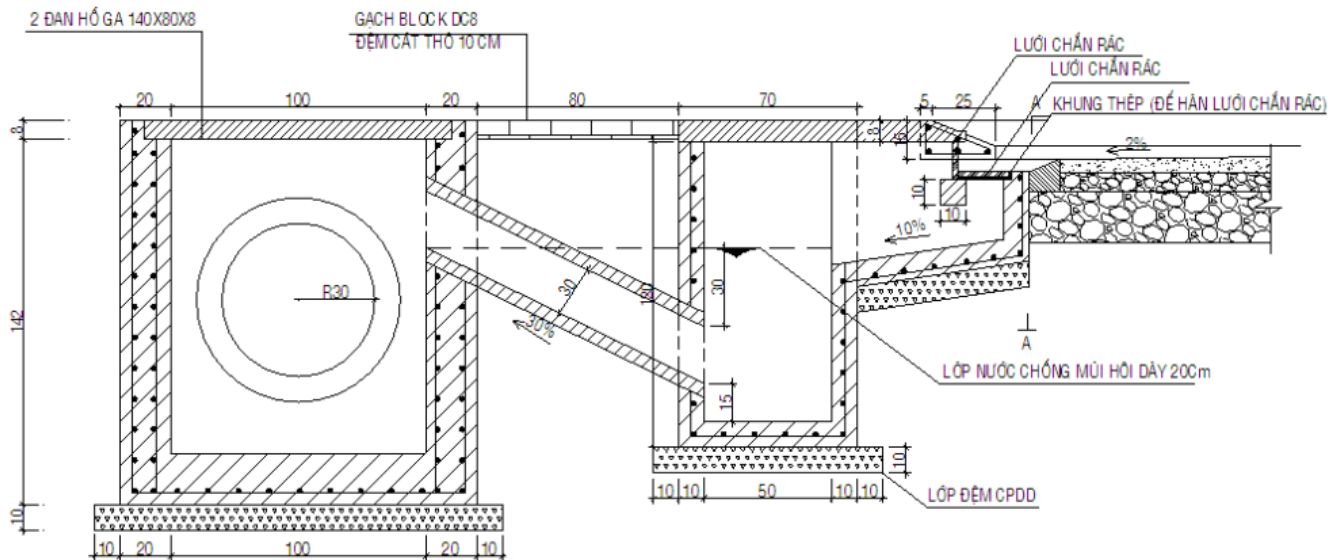
Trong báo cáo nghiên cứu khoa học của tác giả chỉ nghiên cứu một vài công trình ngầm giao thông và vận tải đô thị như: Hệ thống cấp thoát nước ngầm (cống ngầm), hệ thống ngầm hạ tầng kỹ thuật (đường điện, đường ống, thông tin ...), các hầm ngầm, tàu điện ngầm .... Từ đó phân tích những ảnh hưởng từ việc thi công các công trình ngầm này, cũng như cấu tạo của chúng và các tác động khác dẫn đến những hư hỏng thường thấy của kết cấu nền mặt đường tại đây, và đề xuất giải pháp xử lý.

### **Phạm vi một số công trình nghiên cứu trong đề tài**

#### *- Hệ thống cấp, thoát nước ngầm đô thị*

Có thể thấy, hệ thống cấp và thoát nước đóng vai trò hết sức quan trọng và cần thiết đối với đô thị. Chúng không chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống của người dân đô thị, mà còn gián tiếp tác động đến đời sống môi trường như việc hệ thống cấp, thoát nước ngầm thiết kế thi công đặt dưới kết cấu áo đường. Gây nên những ảnh hưởng tới độ ổn định của kết cấu, bị suy giảm hay bị phá hoại.

Cho nên tất cả những vấn đề về cấu tạo của công trình, cũng như đặc điểm cấu tạo kết cấu áo đường tại những vị trí này rồi cách thức thi công đều ảnh hưởng đến sự ổn định của kết cấu nền mặt đường tại đây, gây nên những hư hỏng như trong chương II của báo cáo đã trình bày.



### H1.1 Đường ống cấp thoát nước

Qua hình ảnh 1.1 ta thấy các hư hỏng kết cấu nền mặt đường có thể phát sinh các hiện tượng như trong chương II của báo cáo đã trình do việc ảnh hưởng của thi công các công trình như: Thi công đào hố móng, đầm nền các lớp đất trong khu vực thi công công trình không đều được như kết cấu áo đường. Hay do cấu tạo của công trình, cũng như những tác động khác (áp lực nước, tải trọng trong quá trình thi công,...) và rất nhiều nguyên nhân khác gây lên.

- Công trình hạ tầng kỹ thuật ngầm đô thị (đường dây, đường ống, ....)



### H1.2 Lắp đặt hệ thống hạ tầng kỹ thuật



Ngoài ra có các công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị còn có thể kể đến như dưới đây, nhưng không nằm trong phạm vi nghiên cứu của đề tài vì những công trình này thường không bố trí với đường đô thị:

+ Công trình ngầm thủy lợi (tuynen có áp, gian máy của nhà máy thủy điện, hồ chứa nước ngầm của nhà máy thủy điện...);

+ Bể chứa các sản phẩm dầu và khí, chứa các chất độc, chất phóng xạ.

Các công trình ngầm có thể được bố trí cùng với nhà ở phía trên mặt đất; kết hợp cùng với các công trình ngầm giao thông dưới mặt đất; trong trường hợp đặc biệt đào dọc theo các đường phố, dưới các quảng trường, vườn hoa; trong các hầm chuyên biệt phía ngoài thành phố; trong hầm rỗng ở vùng đã khai thác hết khoáng sản.

- *Hầm chui, tàu điện ngầm*

Một giải pháp thiết kế chống ùn tắc giao thông: Tại các nút giao lớn ở Việt Nam đang sử dụng là hầm chui chạy dưới thay cho cầu vượt. Và hệ thống tàu điện ngầm ngày càng phát triển.

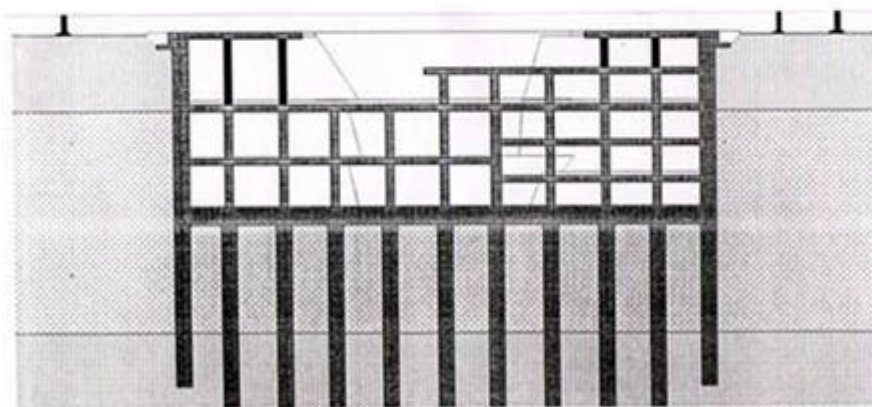
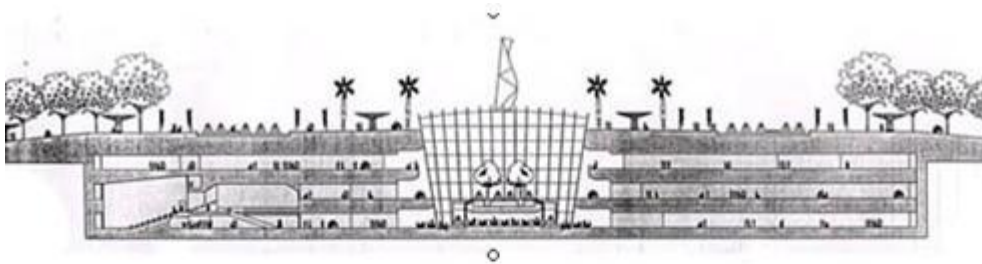


**H1.3 Hầm chui trên đại lộ Thăng Long**



#### *H1.4 Tàu điện ngầm giải pháp cho giao thông tương lai ở Việt Nam*

- Một số công trình ngầm hạ tầng kỹ thuật khác: Bãi đỗ xe ngầm, hầm đi bộ, ....



#### *H1.5 Bãi đỗ xe ngầm*



*H1.6 Hầm ngầm cho người đi bộ sang đườn*

### **Tóm tắt chương I:**

Trong chương này tác giả đã giới thiệu những vị trí công trình ngầm nghiên cứu để khảo sát đánh giá mức độ hư hỏng kết cấu nền mặt đường thường gặp trên các công trình ngầm này, từ đó phân tích nguyên nhân và đề xuất các giải pháp xử lý phù hợp.

## CHƯƠNG II: CÁC HIỆN TƯỢNG VÀ NGUYÊN NHÂN GÂY HƯ HỎNG KC NỀN MẶT ĐƯỜNG THƯỜNG GẶP TRÊN CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM

Ngay từ khi mới được đưa vào sử dụng, con đường đã bắt đầu quá trình suy giảm chất lượng. Sự suy giảm này được biểu thị bằng những biến dạng, hư hỏng rất rõ ràng. Các hư hỏng, biến dạng của đường rất khác nhau và tùy thuộc vào nhiều nhân tố có thể gắn hoặc không gắn với cường độ vận chuyển mà con đường phải chịu.

Trong đề tài nghiên cứu khoa học này tác giả chỉ phân tích những hiện tượng hư hỏng thường gặp của con đường tại những vị trí có công trình ngầm (Cống ngầm, các loại đường ống ngầm, ...). Từ đó phân tích những ảnh hưởng của công trình ngầm (Về mặt thi công, cấu tạo, ...) tác động đến những hư hỏng đó để đề xuất giải pháp xử lý cho phù hợp.

### 2.1. CÁC HIỆN TƯỢNG HƯ HỎNG THƯỜNG GẶP

#### 2.1.1. Vết nứt mặt đường.

Theo hướng phát triển, các vết nứt xuất hiện thường bao gồm 5 loại sau: vết nứt ngang, vết nứt dọc, vết nứt chéo, vết nứt góc và vết nứt hỗn hợp.



**H2.1 Nứt dọc**



**H2.2 Nứt rạn men sứ (nứt lưới)**



**H2.3 Nứt om kết cấu**

Nhìn vào các hình 2.1 đến 2.3 ta có thể thấy các vết nứt xuất hiện do nhiều nguyên nhân:

+ Vật liệu xây dựng mặt đường trên công trình ngầm (khi làm mới, hay hoàn trả) không đạt yêu cầu về chất lượng, hoặc chiều dày kết cấu nền mặt đường không đảm bảo ...

+ Có sự chênh lệch về độ cứng giữa phần mặt đường trên công trình ngầm và phần mặt đường cũ (thường tại vị trí công trình ngầm có cường độ thấp hơn).

Những hư hỏng này nếu không được xử lý sẽ làm hư hỏng cục bộ tại những vị trí này sau đó lan rộng ra toàn mặt đường.

### **2.1.2. Lún, bong bật và há miệng (cọc gặm).**



*H2.4 Lún trên công trình thoát nước dọc đường*



***H2.5 Bong bật kết cấu***



***H2.6 Há miệng kéo dài tại mép công trình***

Nhìn vào các hình 2.4 đến 2.6 ta thấy hiện tượng bong bật và há miệng theo từng mảng trên diện tích hẹp. Những hiện tượng này có thể do thiếu

nhựa cục bộ, rải nhựa không đều, mặt đường không được ly lèn tốt, hay có thể do vị trí tiếp nối giữa công trình ngầm và mặt đường cũ được xử lý không tốt.

### **2.1.3. Hiện tượng ổ gà.**

Là những vết lõm nông, nhỏ, hình chiếc bát, có cạnh sắc và mép thẳng đứng chiều sâu < 50 mm. Đôi khi gặp những ổ gà có cấu tạo lớn hơn rất nhiều, ta hay gọi đó là ổ trâu.



*H 2.7 ổ gà trên công ngầm*

Nguyên nhân chính của hiện tượng này:

Mất vật liệu do xe chạy gây ra

Lớp mặt hoặc lớp móng có chỗ cục bộ bị xấu

Thoát nước kém hoặc bị nhiễm đất thành túi bùn

Mặt tiếp giáp giữa lớp kết cấu và công trình ngầm có khuyết tật

Các biến dạng và vết nứt đã phát triển đến giai đoạn cuối cùng.

Hiện tượng này nếu không được sửa chữa kịp thời sẽ dẫn đến hậu quả nghiêm trọng như có thể bị sụp kết cấu và phá huỷ công trình ngầm.



#### **2.1.4. Hiện tượng hố sâu (hố tử thần).**

Đây là hiện tượng gần đây hay xảy ra trên các tuyến đường mới xây dựng, và thường tại vị trí có đường ống thoát nước ngầm. Cho đến giờ chưa có tài liệu nào (trong nước, cũng như trên thế giới) nói về khái niệm hố tử thần, mà đơn giản chúng ta đang hiểu hiện tượng sụp kết cấu tạo thành những hố sâu nguy hiểm là hố tử thần.



*H2.8 Sụp kết cấu áo đường trên đường ống thoát nước dọc đường*



*H2.9 Kết cấu áo đường bị lún sụp thành hố sâu tại vị trí cống ngầm*

Nhìn vào hình 2.8 đến 2.10 ta có thể thấy hiện tượng này xảy ra do kết cấu tổng thể công trình và kết cấu áo đường không đảm bảo ổn định về cường độ, hay do tải trọng xe chạy (chi tiết trình bày tại mục 2.2/Chương II).

## **2.2. NHỮNG NGUYÊN NHÂN CHÍNH GÂY HƯ HỎNG KẾT CẤU NỀN MẶT ĐƯỜNG TRÊN CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM**

### **2.2.1. Nguyên nhân do công tác khảo sát, thiết kế công trình ngầm.**

Một nguyên nhân chính dẫn đến sự phá hoại (hư hỏng) kết cấu nền mặt đường trên công trình ngầm đầu tiên cần xác định là do hư hỏng phá hoại công trình ngầm bên dưới. Sự phá hoại của công trình ngầm có thể bị dẫn tới do sai sót ngay trong quá trình khảo sát, thiết kế cấu tạo công trình ngầm:

Các số liệu ban đầu của địa tầng không chính xác: Không dự báo được điều kiện địa chất bất lợi như sự biến đổi tính chất cơ lý của đất đá do phong hoá, do đứt gãy phong hoá, vo nhàu, do hệ thống các khe nứt trong đất đá, ảnh hưởng của nước ngầm ảnh hưởng của hiện tượng cactơ.

Sai sót trong công tác quy hoạch, tính toán thiết kế: Chọn sai cao độ đặt công trình ngầm, các biện pháp tính toán xử lý địa chất không hợp lý, các thông số kỹ thuật không tương ứng với loại vật liệu xây dựng, phương pháp thi công sai.

Sai sót trong quá trình tính toán: Thường xuất hiện trong cả quá trình thiết kế và thi công và thường xuyên liên hệ với các dữ liệu quan trắc (chấp nhận các thông số không chính xác để thiết kế, không đánh giá đúng tác động của nước ngầm, thu thập và xử lý số liệu không chính xác).

Sai sót trong quá trình thi công: Có liên quan đến hầu hết các công việc trong quá trình thi công (phân tích trong các nguyên nhân sau).

Sai sót trong công tác điều hành: Không thu nhận các thông tin tối thiểu cần thiết về địa tầng trước khi thi công. Người thiết kế quản lý trình độ kém hoặc không có kinh nghiệm, giám sát thi công không tốt, xử lý các dữ liệu quan trắc sai sót, hoặc đo đạc số liệu không chính xác.

### **2.2.2. Nguyên nhân do thi công công trình ngầm và kết cấu nền mặt đường trên công trình ngầm.**

*a) Nguyên nhân do hoàn trả kết cấu sau khi thi công các công trình ngầm.*

Thực trạng đào đường (đặc biệt ở các đô thị) để thi công công trình ngầm, diễn ra trên diện rộng và thường xuyên ‘Chuyện người dân đô thị hàng ngày phải đối mặt với việc “ đào lên, đắp xuống “ của các đơn vị viễn thông, điện, cáp đã trở thành “com bữa “ ( trích từ báo vietnamnet)’.

Vấn đề là kết cấu nền mặt đường sau khi hoàn trả thường bị hư hỏng nhẹ, vừa và nặng: nứt kết cấu, bong bật và há miệng.

Nguyên nhân chính gây ra hiện tượng hư hỏng kết cấu nền mặt đường hoàn trả trên các công trình ngầm là:

✓ Nguyên nhân do thi công

+ Hồ đào hẹp và gàu to : khi đào làm bong lớp mặt áo đường cũ

+ Dùng đầm cóc để đầm lớp vật liệu có bề dày lớn ( 40 - 50 cm )

+ Đầm nén 1 lúc nhiều vật liệu khác nhau 1 lúc

+ Lưỡi cưa nhỏ

✓ Sử dụng vật liệu chưa hợp lý

+ Chiều dày lớp bê tông nhựa mỏng (3-8 cm)

+ Thành phần nhựa và đá dăm không đạt yêu cầu, ít nhựa

+ Cát , đá dăm: không đủ chỉ tiêu kỹ thuật

✓ Cấu tạo kết cấu hoàn trả (hiện tại đa phần dạng chữ U). Trong đề tài nghiên cứu khoa học này tác giả phân tích và kiến nghị giải pháp sử dụng dạng cấu tạo kết cấu hoàn trả kiểu chữ T.

*b) Nguyên nhân do đào hố móng thi công công trình ngầm trên các tuyến đường.*

Một thực trạng đang diễn ra trong thiết kế, cũng như khi thi công đào hố móng để thi công các công trình ngầm trên các tuyến đường đó là chúng ta

ít để ý, hay hầu như không để ý tới biện pháp thi công đào hố móng để thi công các công trình ngầm.

Đặc biệt trong thực tế thi công thì hầu như tất cả các hố móng công trình ngầm (Cống thoát nước, một số công trình hạ tầng kỹ thuật: Đường cáp quang, đường điện, ...) đều được đào thẳng đứng hay gọi là hố đào chữ U không có thanh chống. Và phương tiện thiết bị dùng để thi công nhiều công trình không phù hợp.

Nguyên nhân này có thể dẫn đến các hiện tượng hư hỏng kết cấu nền mặt đường như:

✓ Khi mà chiều cao hố móng lớn, địa chất không ổn định rất dễ làm sạt lở phần nền mặt đường cạnh hố móng, nếu nhẹ thì sẽ bị nứt om và dễ lún sụt khi khai thác đường.



***H2.10 Hiện tượng sạt lở khi đào hố móng công trình***



**H2.11 Để lại nhiều lỗ hổng lớn khi đào hố móng công trình**

Nhìn vào hình 2.10 và 2.11 ta thấy việc sạt lở mái ta luy hố móng thi công công trình như vậy, sẽ rất khó để đảm bảo thi công lu lèn các lớp đất cũng như kết cấu áo đường bên trên công trình ngầm. Và việc các hiện tượng hư hỏng phát sinh cũng là điều dễ hiểu.

✓ Một số trường hợp khi hố móng nhỏ và nông, chúng ta dùng phương tiện thi công không hợp lý cũng dễ dẫn đến hiện tượng hư hỏng kết cấu nền mặt đường xung quanh.



**H2.12 Kết cấu bị phá hoại do thiết bị thi công**

*c) Nguyên nhân do cấu tạo và cách thức thi công công trình ngầm, do vật liệu sử dụng đắp trên công trình ngầm.*

Qua quá trình khảo sát những hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm, đặc biệt tại những vị trí sụp kết cấu áo đường (hố tử thần) trên các công ngầm. Tác giả thường thấy có một lượng vật liệu khá lớn nằm trong thân cống (đường kính các hạt thường từ vài mm trở xuống).

Đây là hiện tượng trong quá trình khai thác đường, các hạt vật liệu nhỏ bị cuốn xuống qua các khe nối công trình (Cơ chế bài toán thấm), làm cho kết cấu nền mặt đường bị om đến một giới hạn mà mô đun đàn hồi không còn đảm bảo và khi xe chạy qua sẽ bị sụp.

Hay những hiện tượng phát sinh trong quá trình khai thác làm hư hỏng công trình ngầm và kết cấu nền mặt đường bên trên công trình ngầm, do công tác đánh giá ĐCCT không chính xác như: sập lở đất đá, nổ đá, bụi nước, ....

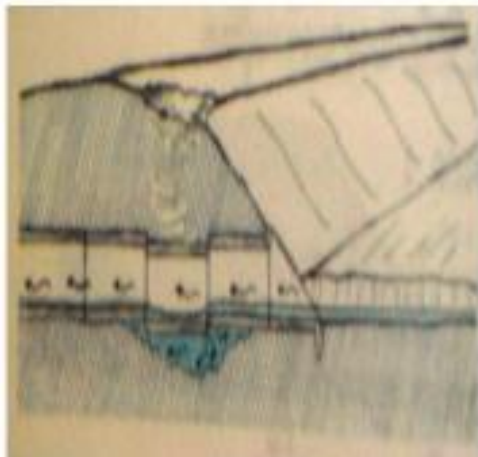
Những hiện tượng này có thể do những nguyên nhân sau:

- Các số liệu ban đầu của địa tầng không chính xác, sai sót trong quy hoạch tính toán, sai sót trong quá trình thi công, ....

- Móng cống bị lún

- Khe nối cống chèn không được tốt

- Đắp đất không đúng quy cách làm xe dịch ống cống
- Lưu lượng nước quá lớn, cống không kịp thoát gây sạt lở nền đường tại vị trí cống làm cống bị hư hỏng (một số đường ống bị phá hỏng do áp lực trong ống quá lớn).
- Do nền đường tại vị trí đặt cống không ổn định, hiện tượng này có thể còn làm gãy công trình và dẫn đến sụp kết cấu áo đường bên trên.
- Do vật liệu sử dụng đắp trên công trình ngầm (cống ngầm), thường sử dụng cát, hoặc một số vật liệu rời không thích hợp dễ bị lọt qua các khe nối (hiện tượng chảy vật liệu) làm om kết cấu, và dễ dẫn đến hiện tượng rạn nứt hay lún sụp kết cấu áo đường.



*H2.13 Móng cống bị lún*



*H2.14 Mối nối cống chèn không tốt*

### **2.2.3. Nguyên nhân do tải trọng xe chạy.**

Kết cấu nền mặt đường nói chung trên toàn tuyến đường, cũng như tại vị trí có công trình ngầm bị phá hoại do sức chịu tải nhỏ hơn tải trọng xe chạy.

Nguyên nhân do tải trọng xe chạy vượt quá giới hạn kết cấu áo đường có thể gây ra những hiện tượng hư hỏng kết cấu thường gặp như: Lún vết bánh xe, lún lõm (lún sâu, có thể sụp kết cấu trên công trình ngầm), gập nếp, ....

Tác giả xin trích một bài phóng sự VnExpress:

“Xe chở quá tải, mang lại lợi nhuận không nhỏ cho các công ty vận tải, thế nhưng song song với lợi nhuận là sự xuống cấp thê thảm của cầu và đường. Nhiều con đường rạn nứt, nhiều cây cầu thủng, rung lắc xuống cấp cần được duy tu bảo dưỡng. Cụ thể ở TP. Hồ Chí Minh, trục đường Huỳnh Tấn Phát, Nguyễn Tất Thành, Tôn Đức Thắng, Nguyễn Hữu Cảnh thường xuyên bị rạn nứt, mặt đường biến dạng, bong tróc hoặc võng xuống, sửa chữa liên tục thế nhưng sửa xong lại hư, lại có dấu hiệu lún, rỗ mặt đường, ổ gà rải rác khắp nơi. Đặc biệt đường Huỳnh Tấn Phát luôn có nhiều xe container chạy rầm rộ suốt ngày đêm đã không còn một chỗ nào trơn láng. Khắp con đường từ quận 4 xuống tới Nhà Bè đâu đâu cũng bong tróc, võng lún, mặt đường được chấp vá sửa chữa lờ mờ, gồ ghề. Đường nội ô như Cách Mạng Tháng Tám, Ba Tháng Hai, Hoàng Văn Thụ, Cộng Hòa thường xuyên có xe chở hàng về các khu công nghiệp Tân Bình, Tân Tạo; đường vùng ven chạy quanh thành phố như Nguyễn Văn Linh, xa lộ Hà Nội, QL1... cũng trong tình trạng tương tự. Với công nghệ làm đường kém cỏi, khâu giám sát kỹ thuật thiếu trách nhiệm, nghiệm thu cầu thả như hiện nay cộng với tình trạng xe chở quá tải tràn lan đã làm cho nhiều con đường ở TP nhanh chóng rơi vào tình trạng “thương tật”.



*H2.15.Ồn nặng và lún bánh - dấu hiệu dễ nhận biết của xe quá tải*

Hàng loạt cây cầu lớn nhỏ trên địa bàn TPHCM cũng đang phải gồng mình gánh chịu sự phá hoại do xe chở quá tải gây ra. Cầu Khánh Hội mới đưa vào sử dụng được hai năm nhưng dưới chân cầu (phía đường Tôn Đức Thắng) mặt cầu đã biến dạng tạo thành các lằn rãnh sâu trùng theo đường sống lưng





trâu, gây nguy hiểm cho các phương tiện lưu thông khi xuống dốc cầu. Cầu Tráng trên đường Bùi Văn Ba, cầu Đúc Nhỏ trên QL13 có tải trọng quy định 13 tấn nhưng mỗi ngày vẫn có hàng trăm lượt phương tiện chở gấp hai gấp ba lần tải trọng cho phép chạy qua. Hai cây cầu này đã có dấu hiệu rạn, nứt trên trụ và các thanh chắn bảo vệ. Nhiều cây cầu khác cũng đang rơi vào tình trạng xuống cấp nghiêm trọng bởi nguyên nhân do xe quá tải chạy qua. Sự cố cầu Mương Lộ (Tiền Giang) sập hồi đầu tháng 9 đã gióng lên hồi chuông báo động khẩn cho việc vận chuyển quá tải lưu thông trên cầu.”

Như vậy có thể thấy, việc xe chở quá tải lưu thông có sức phá hủy kết cấu cầu đường rất lớn, gây nguy hiểm cho người và phương tiện lưu thông, thiệt hại lớn cho ngân sách nhà nước, ảnh hưởng nghiêm trọng đến quá trình phát triển cơ sở hạ tầng của thành phố.

### **Tóm tắt chương II:**

Trong chương này tác giả đã trình bày hai nội dung chính:

- Qua việc khảo sát thực tế, tác giả đưa ra hình ảnh về các hiện tượng hư hỏng thường gặp của kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm, qua đó phân tích hình ảnh để thấy các nguyên nhân dẫn đến những hiện tượng hư hỏng này.

- Đồng thời tác giả tổng hợp những nguyên nhân chính gây ra các hiện tượng hư hỏng kết cấu nền mặt đường:

Nguyên nhân do công tác khảo sát thiết kế.

Nguyên nhân do công tác thi công công trình ngầm và kết cấu nền mặt đường trên công trình ngầm.

+ Hoàn trả kết cấu sau khi thi công các công trình ngầm,

+ Nguyên nhân do đào hố móng thi công công trình ngầm trên các tuyến đường,

+ Nguyên nhân do cấu tạo và cách thức thi công công trình ngầm, do vật liệu sử dụng đắp trên công trình ngầm (cống ngầm).

Nguyên nhân do tải trọng xe chạy.

## **CHƯƠNG III: CÁC GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC CÁC HƯ HỎNG KẾT CẤU NỀN MẶT ĐƯỜNG TRÊN CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM**

### **3.1. GIẢI PHÁP VỀ MẶT QUY HOẠCH VÀ KHẢO SÁT, THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH NGẦM**

#### **3.1.1. Giải pháp về mặt quy hoạch bố trí công trình ngầm trên mặt cắt ngang đường.**

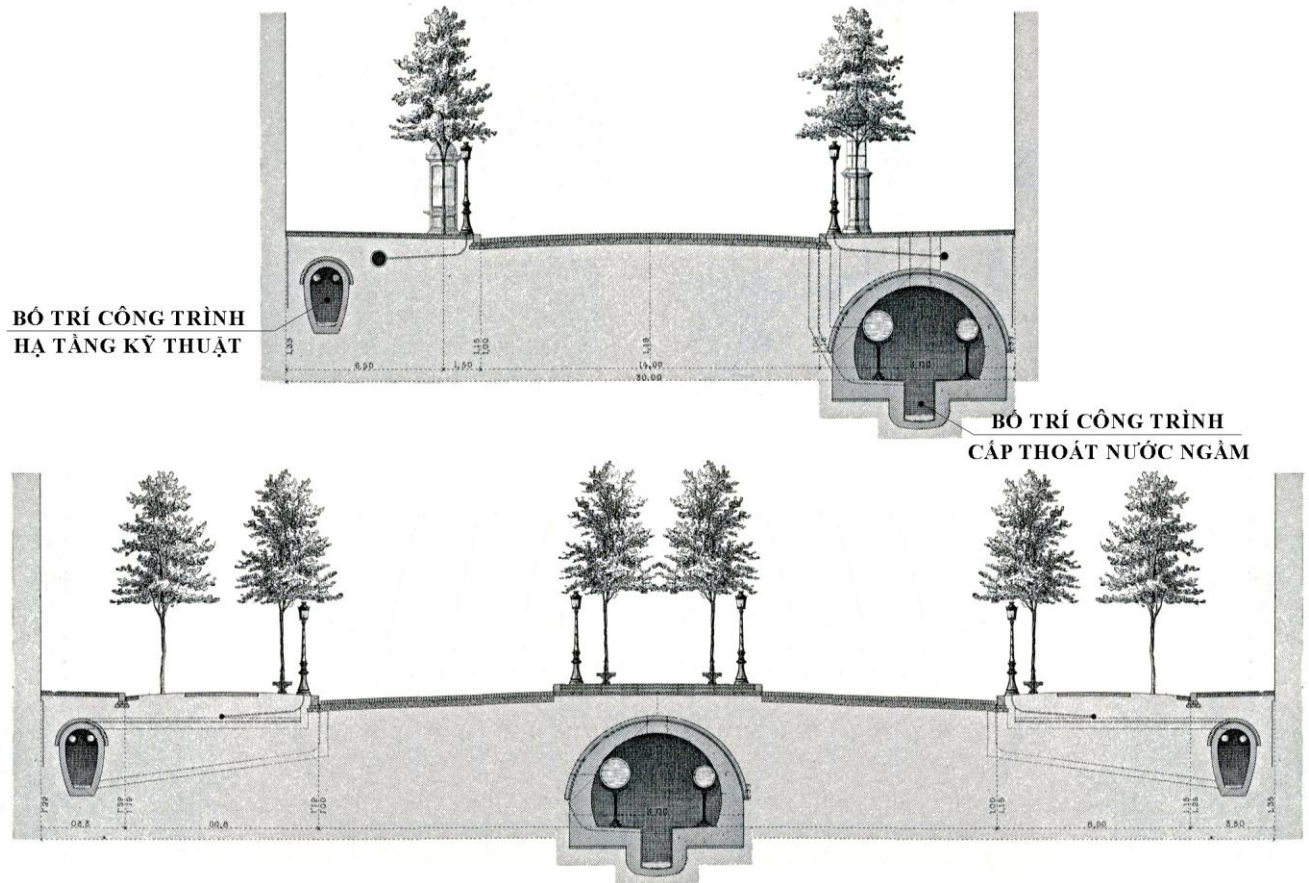
Như chúng ta đã biết việc hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên công trình ngầm, một phần do việc hư hỏng công trình ngầm, hay việc sửa chữa công trình ngầm cũng sẽ tác động tới kết cấu nền mặt đường bên trên. Từ đó ảnh hưởng tới giao thông: Gây ùn tắc giao thông, môi trường giao thông không đảm bảo,... Do vậy giải pháp này chủ yếu nhằm hạn chế ảnh hưởng tới giao thông của việc sửa chữa hư hỏng công trình ngầm, hay hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên công trình ngầm.



*H3.1. Quy hoạch bố trí công trình ngầm không hợp lý*

Về mặt quy hoạch thiết kế vị trí bố trí công trình ngầm trên mặt cắt ngang, tốt nhất trong điều kiện có thể nên bố trí công trình ngầm trên một dải riêng không gây ảnh hưởng tới giao thông. Nếu trong trường hợp không có điều kiện về mặt bằng và kinh phí nên bố trí công trình ngầm trong phân vỉa

hè (dưới phần đường đi bộ) hay dưới phần phân cách, ví dụ như đường Nguyễn Xiển – Hà Nội.



### H3.2. Một số hình ảnh quy hoạch bố trí công trình ngầm hợp lý

Việc quy hoạch bố trí công trình ngầm trên mặt cắt ngang để thuận tiện, cần xem xét thêm các mặt sau:

Các công trình ngầm (đường dây, đường ống) thường được bố trí ngầm ở dọc đường. Các công trình này có công dụng, tính năng và yêu cầu khác nhau. Ví dụ: Công thoát nước thường chôn tương đối sâu, khi thi công, phạm vi đào tương đối rộng; đường ống cấp khí đốt có thể bị phát sinh hiện tượng nổ, nên cần bố trí xa công trình. Các công trình ngầm thường được bố trí song song và cách nhau một khoảng cách nhất định để đảm bảo chúng không gây ảnh hưởng lẫn nhau và tiện cho việc thi công, sửa chữa.



Khi quy hoạch lưới đường, nơi nào có nhiều công trình ngầm, thì cần bố trí dải đất đủ rộng để bố trí, nơi nào có ít thì chiều rộng của đường được xác định theo yêu cầu giao thông cũng đủ bố trí chúng. Có khi, do yêu cầu và đặc điểm của công trình ngầm, phải thay đổi sự bố trí các bộ phận trên mặt cắt ngang.

Mặt cắt dọc và cao độ của đường ít ảnh hưởng tới công trình đường ống có áp (ống cấp nước, ống khí đốt), nên các công trình này có thể bố trí theo dạng lên xuống của mặt cắt dọc. Nhưng đối với công tự chảy (công thoát nước bản, công thoát nước mưa), mặt cắt dọc lại có ảnh hưởng rất lớn. Công thoát nước cần có độ dốc nhất định đảm bảo nước chảy tự nhiên. Độ dốc dọc này phụ thuộc vào đường kính ống công và vật liệu làm công. Nếu trường hợp độ dốc quá lớn vượt quá độ dốc quy định của vật liệu làm công, thì phải bố trí bậc nước. Ở đồng bằng, đường có thể không dốc hoặc dốc rất nhỏ, nhỏ hơn độ dốc nhỏ nhất quy định của công. Lúc đó chiều sâu chôn công ngày càng sâu gây khó khăn cho công tác thi công, trường hợp công dài, có khi phải đặt trạm bơm.

### **3.1.2. Giải pháp xử lý trong công tác khảo sát, thiết kế công trình ngầm.**

Như đã phân tích nguyên nhân gây hư hỏng kết cấu nền mặt đường có thể do sự phá hoại (hư hỏng) công trình ngầm. Từ việc phân tích nguyên nhân sự cố do công tác khảo sát, thiết kế công trình ngầm đã tổng hợp cho thấy để phòng ngừa các hiện tượng hư hỏng về mặt này cần tập trung vào các giải pháp sau:

- Thăm dò điều tra, khảo sát điều kiện khối đất khu vực thi công công trình ngầm đầy đủ, chính xác (khảo sát xác định điều kiện hiện trường, địa hình về mặt và xác định các tính chất cơ lý đất đá, xác định các đối tượng xây dựng tồn tại trong công việc thi công, khảo sát phục vụ mục đích bảo vệ môi trường xây dựng).

- Về mặt thiết kế: Quy hoạch vị trí công trình ngầm trên mặt cắt ngang cho phù hợp nhất với điều kiện thực tế (tốt nhất như mục 1 đã trình bày).

Thiết kế tiết diện ngang công trình ngầm, và lựa chọn độ sâu bố trí công trình ngầm phải hợp lý về mặt địa chất, thi công thuận lợi và kinh tế nhất.

- Thiết kế kết cấu công trình ngầm có chú ý tới tất cả các yếu tố có thể tác động tới công trình trong quá trình thi công và sử dụng (hiện tượng nước ngầm, cát chảy, cacstor, ...) Những hiện tượng này khi xảy ra sẽ gây phá hoại trực tiếp công trình ngầm và dẫn đến kết cấu nền mặt đường bị phá hoại theo và thường ở mức lớn



*H3.3. Vỡ đường ống nước trên Đại Lộ Thăng Long làm sụp nền đường*

- Nâng cao chất lượng công tác chuẩn bị, thăm dò chi tiết

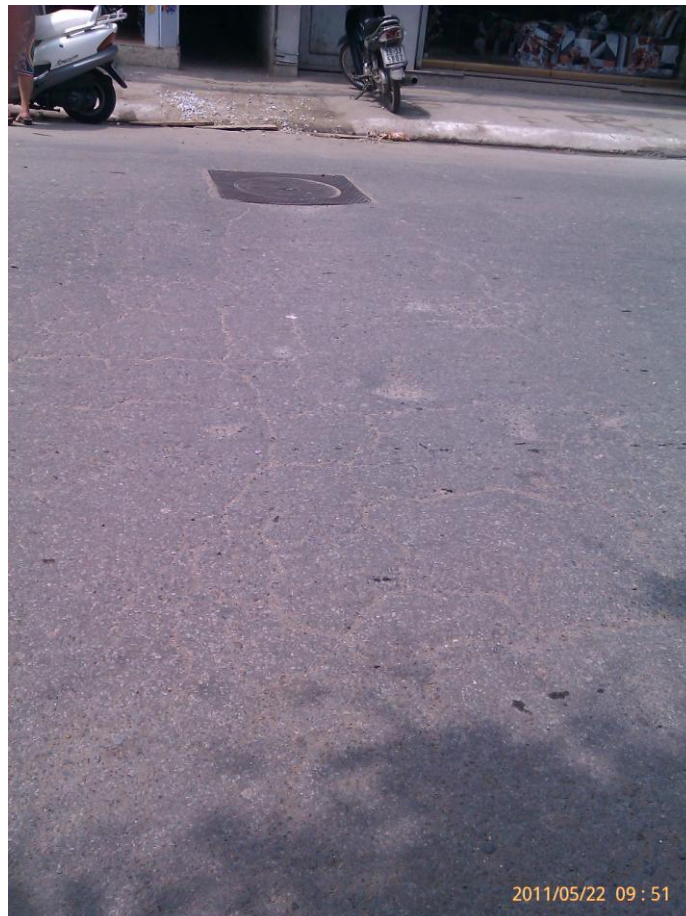
- Lựa chọn biện pháp thi công và cách thức thực hiện phù hợp, đảm bảo chất lượng. Quan trắc, đánh giá ổn định công trình ngầm (sử dụng mạng lưới quan trắc với các dụng cụ thiết bị thích hợp để đo biến dạng bề mặt, biến dạng ứng suất xung quanh công trình, lưu lượng nước ngầm, ... là cơ sở để phát hiện sự cố).

- Sử dụng hệ thống quản lý, kiểm soát rủi ro, quản lý chất lượng như là một phần của dự án. Nâng cao năng lực của đội ngũ cán bộ tham gia thực hiện dự án.

### 3.2. MỘT SỐ GIẢI PHÁP XỬ LÝ KHẮC PHỤC CÁC HIỆN TƯỢNG HƯ HỎNG KẾT CẤU NỀN MẶT ĐƯỜNG THƯỜNG GẶP TRÊN CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM.

Như đã phân tích mục I chương II về các hiện tượng hư hỏng kết cấu nền mặt đường (áo đường mềm) thường gặp trên các công trình ngầm có thể do nhiều nguyên nhân. Có những nguyên nhân liên quan đến công trình ngầm, có những nguyên nhân do bản thân vật liệu và những tác động khác. Với các hiện tượng hư hỏng này thì tùy thuộc mức độ hư hỏng của kết cấu nền mặt đường, mà nếu chưa hư hỏng đến công trình ngầm bên dưới. Cũng như không thể sử dụng các biện pháp xử lý như là về mặt quy hoạch lại do quá tốn kém, hoàn toàn có thể sửa chữa các hiện tượng theo những biện pháp như sau:

#### 3.2.1. Xử lý vết nứt áo đường mềm trên công trình ngầm.



H3.4. Vết nứt mặt đường trên công trình cấp thoát nước ngầm đô thị



### **Vết nứt lớn:**

Đây là dạng vết nứt đơn xuất hiện dưới dạng nứt dọc, nứt ngang, nứt hình parabol, nứt chéo hoặc nứt ngoằn ngoèo, bề rộng vết nứt  $>5\text{mm}$ .

a- Các nguyên nhân chính:

- + Vật liệu xây dựng mặt đường không đạt yêu cầu về chất lượng.
- + Chiều dày kết cấu mặt đường thiếu.
- + Có sự chênh lệch về độ cứng giữa phần mặt đường cũ và phần cấp mở rộng ra mặt đường.
- + Nền đường lún hoặc do sự liên kết giữa lớp vật liệu mặt đường và lớp móng kém.

b- Đánh giá (vết nứt lớn): Xác định mức độ hư hỏng thông qua việc đo chiều dài (m) các vết nứt lớn ( $\text{rộng} > 5\text{mm}$ ). Chiều dài của đoạn đường có vết nứt lớn được cộng dồn.

+ Dạng nhẹ: các đườn nứt có chiều dài ngắn và xuất hiện lác đác trên đường khi tổng chiều dài đoạn đường có vết nứt  $< 5\%$  chiều dài tuyến đường

+ Dạng vừa: các đường nứt có chiều dài ngắn và xuất hiện lác đác trên đường khi tổng chiều dài đoạn đường có vết nứt lớn từ  $5\%$  đến  $20\%$  chiều dài tuyến đường.

+ Dạng nặng: bề rộng vết nứt đã phát triển khá lớn (đôi khi đến vài cm) và đoạn đường có vết nứt kéo dài  $> 20\%$  chiều dài tuyến đường.

c- Hậu quả nếu không được sửa chữa:

Chất lượng kết cấu mặt đường giảm cục bộ hoặc toàn bộ.

e- Biện pháp sửa chữa mặt đường bị nứt:

Xử lý bằng cách láng nhựa hai lớp dưới hình thức nhựa nóng (theo Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công và nghiệm thu mặt đường láng nhựa 22 TCN 271 -01) hoặc láng hai lớp bằng nhựa nhũ tương axit ( theo tiêu chuẩn kỹ thuật thi công và nghiệm thu mặt đường đá dăm và đá dăm cấp phối láng nhựa nhũ tương axit 22 TCN 250 – 98).



+ Láng nhựa hai lớp dưới hình thức nhựa nóng , lượng nhựa 2,7 - 3,0 kh/m<sup>2</sup> ( tùy theo mức độ rạn nứt của mặt đường):

Trình tự tiến hành:

- Làm sạch mặt đường cũ bằng máy hơi ép (hoặc chổi quét)
- Tưới nhựa lần thứ nhất, lượng nhựa 1,5 -1,8 kg/m<sup>2</sup>
- Ra đá 10/16 lượng đá 14 -16 lít/m<sup>2</sup>
- Lu bằng lu 6-8 T, 6-8 lượt/điểm
- Tưới nhựa lần thứ hai, lượng nhựa 1,2 kg/m<sup>2</sup>
- Ra đá 5/10 lượng đá 10-12 lít/m<sup>2</sup>
- Lu lèn bằng lu 6-8T, 4-6 lượt /điểm.
- Sau khi thi công cần bố trí người theo dõi hướng dẫn cho xe chạy hạn chế tốc độ; các viên đá rời rạc bị bắn ra ngoài bù vào các chỗ lồi lõm cục bộ, những chỗ thừa nhựa thiếu đá hoặc ngược lại.

+ Láng hai lớp bằng nhựa nhũ axit:

Trình tự tiến hành:

- Làm sạch mặt đường bằng máy hơi ép ( hoặc chổi quét)
- Tưới nhũ tương lớp thứ nhất, lượng nhũ cần thiết phụ thuộc vào kích cỡ đá và hàm lượng nhựa trong nhũ tương  $\geq 60\%$  với khối lượng 2 - 2,5%kg/m<sup>2</sup>.
- Rải lớp đá thứ nhất, lượng đá tùy thuộc vào cỡ đá sử dụng. Lu lèn 1-2 lần/điểm bằng lu bánh lốp (hoặc lu 6-8T).
- Tưới nhũ tương lớp thứ hai, lượng nhũ tương 1,2 – 1,5 kg/m<sup>2</sup>.
- Rải đá lớp thứ hai, lượng đá.
- Lu lèn bằng lu bánh lốp ( hoặc lu 6-8 T) 3-5 lần/điểm.
- Sau khi thi công xong cần bố trí người theo dõi hướng dẫn cho xe chạy hạn chế tốc độ 20km/h và điều chỉnh cho xe chạy đều trên mặt đường





trong vòng 15 ngày và để quyết các viên đá rời rạc bị bắn ra ngoài bù vào các chỗ lồi lõm cục bộ, những chỗ thừa nhựa thiếu đá hoặc ngược lại.

+ Sửa chữa các khe nứt mặt đường ( trường hợp chỉ nứt lớp thảm BTN, không nứt sâu xuống các lớp phía dưới):

Trình tự tiến hành:

Có 2 cách :

- Cách thứ nhất:

+ Đục mở rộng vết nứt tạo thành dạng hình nêm.

+ Nạo vét sạch vật liệu rời.

+ Tưới nhựa lỏng, nhựa nhũ tương hoặc nhựa đặc đã đun nóng vào khe nứt.

+ Trét chặt hỗn hợp BTTNN hạt nhỏ xen vào khe nứt.

- Cách thứ hai:

+ Đục mở rộng vết nứt tạo thành dạng hình nêm.

+ Nạo vét sạch vật liệu rời.

+ Tưới nhựa nóng vào khe nứt

+ Rắc cát vào khe nứt, thấp hơn mặt đường cũ 3-5mm

+ Tưới nhựa lần thứ hai vào khe nứt

+ Rắc cát vào khe nứt cho phủ đầy vào phủ ra hai bên khe nứt 5-10 cm

**Nứt lưới:** (hoặc còn gọi là nứt rạn men sứ, nứt da cá sấu, nứt mai rùa, nứt nối tiếp hoặc liên kết các loại trên).

Đây là dạng một loạt vết nứt đan xen nhau trên lớp mặt, đôi khi dạng nứt này tạo ra các hình đa giác lớn với các góc nhọn.

a- Các nguyên nhân chính:

Hiện tượng này có nguyên nhân từ sự quá mỏi của mặt đường vì chiều dày thiết kế kết cấu áo đường không đủ, hoặc do chất lượng thi công mặt đường không đạt yêu cầu, hoặc do lớp mặt không kín nước làm cho nước từ



bên ngoài thấm vào mặt đường hay là nước từ nền bên dưới thấm lên làm cho mặt đường bão hòa nước, hoặc do các vết nứt không được sửa chữa kịp thời.

b- Đánh giá nứt lười: Xác định mức độ hư hỏng thông qua diện tích (m<sup>2</sup>) mỗi khu vực nứt lười và được cộng dồn trong phạm vi mỗi phân đoạn hư hỏng.

+ Dạng nhẹ: các vết nứt nhỏ như sợi tóc, mới xuất hiện ở vết bánh xe, chưa liên kết với nhau.

+ Dạng vừa: các vết nứt nhìn thấy bằng mắt thường, chúng liên kết với nhau.

+ Dạng nặng: các đường nứt liên kết với nhau cả ở bên ngoài phạm vi vết bánh xe, khi trời mưa có thể có hiện tượng phụt bùn đất từ phía dưới lên qua các kẽ nứt.

c- Hậu quả nếu không được sửa chữa:

Gây nên bong bật do lớp mặt đường xe chạy có lớp dùng chất liên kết nhựa quá mỏng.

e- Biện pháp sửa chữa mặt đường bị nứt (như trình bày phần trên).

### 3.2.2. Xử lý hiện tượng lún, bong bật và há miệng (cóc gặm) áo đường trên công trình ngầm.



H3.5. Lún, bong bật và há miệng áo đường trên công trình cấp thoát ngầm đô thị

#### **Lún vết bánh xe:**

Đây là một loại biến dạng của trắc ngang mặt đường trên những đoạn đường, có thể thấy:

##### *a- Nguyên nhân chính:*

- Vết hằn có bán kính nhỏ xảy ra dưới vết bánh xe, vết hõm hằn xuống mặt đường, hai bên có chênh lệch về độ cao, xảy ra chủ yếu trên lớp mặt xe chạy, nguyên nhân có thể do thừa nhựa.

- Vết hằn có bán kính lớn, xuất hiện dưới các vết bánh xe nhưng xảy ra trong suốt thân kết cấu mặt đường, nguyên nhân có thể do kết cấu mặt đường thiêu chiều dày so với lưu lượng xe thực tế chạy trên đường, trên đường xuất



hiện xe nặng quá tải và chạy chậm, hoặc do chiều rộng mặt đường hẹp bánh xe chỉ đặt vào một vị trí cố định trên mặt đường.

*b- Đánh giá:*

Mức độ hư hỏng được đánh giá thông qua đo diện tích (m<sup>2</sup>) các vết lún trên đường. Kết quả đo diện tích của lún vết bánh cần được làm tròn số.

+ Dạng nhẹ: độ sâu vết lún  $\leq 25$  mm, phạm vi các vết lún có chiều dài  $l \geq 20$  m chiếm  $\leq 10\%$  chiều dài đoạn đường.

+ Dạng nặng: độ sâu vết lún  $\geq 25$  mm, phạm vi vết lún có chiều dài  $l \geq 20$  m chiếm  $> 10\%$  chiều dài đoạn đường.

*c- Hậu quả nếu không được sửa chữa:*

Sẽ kéo theo những kiểu hư hỏng khác ( nứt, vỡ mặt đường, bong bật)

### **Lún:**

Đây là hiện tượng trên mặt đường xuất hiện những diện tích bị lún lõm cục bộ, lẻ tẻ với kích thước hạn chế, thường là dọc theo các vết bánh xe.

*a- Nguyên nhân chính:*

Do vật liệu lớp móng, mặt đường hoặc nền đắp không được đảm bảo chặt theo yêu cầu, vật liệu có sự lèn xếp lại trong quá trình xe chạy.

Cường độ kết cấu mặt đường không đồng đều.

*b- Đánh giá:*

Mức độ hư hỏng dạng lún lõm được xác định bằng kết quả đo diện tích (m<sup>2</sup>) của mỗi khu vực bị lún (được quy về hình chữ nhật hoặc hình vuông) và được làm tròn số; Các diện tích này được cộng dồn trên mỗi phân đoạn hư hỏng.

+ Dạng nhẹ: tổng diện tích vùng hư hỏng có chiều sâu lún  $\leq 60$  mm chiếm  $\leq 5\%$  diện tích đoạn đường được xem xét.

+ Dạng nặng: tổng diện tích vùng hư hỏng có chiều sâu lún  $> 60$  mm chiếm  $> 10\%$  diện tích đoạn đường xem xét.

*c- Hậu quả nếu không được sửa chữa:*



Mức độ lún lõm mặt đường sẽ tăng nhanh, liên tục trong mùa mưa, làm đọng trên mặt đường và sẽ gây ra tình trạng mặt đường bị vỡ nếu như nước thấm xuống dưới mặt đường.

Làm tăng độ xóc khi xe chạy, gây mất an toàn giao thông khi mật độ lún lõm mặt quá nhiều.

### **Chảy nhựa trên mặt đường:**

Đây là hiện tượng trong những ngày nắng to nhựa trên mặt đường chảy mềm và hình thành các vết hằn ở vị trí vết bánh xe.

#### *a- Nguyên nhân chính:*

Hàm lượng nhựa cục bộ có chỗ quá nhiều.

Thời tiết quá nóng so với độ nhớt của loại nhựa sử dụng ( loại nhựa nhạy cảm theo nhiệt độ).

#### *b- Đánh giá:*

Mức độ hư hỏng dạng này được đánh giá thông qua diện tích (m<sup>2</sup>) khu vực bị chảy nhựa.

### **“ Cao su mặt đường” :**

Đây là hiện tượng một vùng diện tích mặt đường bị biến dạng lớn và rạn nứt dưới tác dụng của bánh xe. Khi có tải trọng xe thì lún võng xuống, khi xe đi qua đi lại đàn hồi gần như cũ. Kết cấu mặt đường dần dần sẽ bị phá vỡ một phần hay hoàn toàn, đôi khi bùn đất và mặt nhựa bị chồi lên.

#### *a- Nguyên nhân chính:*

Đất nền đường yếu do trước đây đầm lèn không đạt độ chặt yêu cầu.

Khu vực đất nền phía dưới là không có khả năng chịu lực (đất mùn hữu cơ), hoặc là đất sét khó thoát nước có độ ẩm quá lớn, hoặc trong nền đường có túi bị bao bọc bởi lớp đất sét khó thoát nước.

Nước ngầm hoạt động cao.

#### *b- Đánh giá:*



Quan sát bằng mắt khi xe tải nặng chạy qua để xác định vị trí bị “cao su”. Dùng thước đo diện tích khu vực bị “cao su”. Kết quả đo diện tích mỗi vị trí “cao su” cần được làm tròn số. Xác định cụ thể theo từng vị trí.

*c- Hậu quả nếu không được khắc phục:*

Mức độ “cao su” sẽ tăng nhanh, liên tục trong mùa mưa và sẽ gây ra tình trạng mặt đường bị vỡ nếu như nước thấm xuống mặt đường, gây mất an toàn giao thông.

**Bong bật:** ( thường gặp ở lớp láng nhựa)

**- Bong đá cục bộ**

Đây là hiện tượng từng mảng đá bị bong bật trên diện hẹp, diện tích < 5% diện tích mặt đường.

*a- Nguyên nhân:*

Thiếu nhựa cục bộ, rải nhựa không đều

Đá không đồng nhất về chất lượng, kích thước và độ sạch (đá bị lẫn bùn đất ở mỏ vật liệu hay trong quá trình thi công).

Mặt đường có chỗ không lu lèn tốt.

*b- Đánh giá bong bật:*

Xác định mức độ hư hỏng thông qua diện tích (m<sup>2</sup>) mỗi khu vực bong bật và được cộng dồn trong phạm vi mỗi phân đoạn hư hỏng.

*c- Hậu quả nếu không được sửa chữa:*

Lớp mặt sẽ bong dần.

**- Bong bật đá trên diện rộng: (diện tích > 5% diện tích mặt đường)**

Đây là hiện tượng mặt đường bị bong đá làm cho bề mặt đường nham nhở

*a- Nguyên nhân:*

Nhựa không dính kết với đá do loại nhựa đường không phù hợp hay vật liệu liên kết bị lẫn bẩn, sét bụi.



Lượng nhựa dùng quá thấp so với yêu cầu cấu tạo của lớp kết cấu.

Thi công vào lúc thời tiết không thuận lợi (gặp mưa hoặc vật liệu ẩm).

Lu lèn chưa đủ chặt

Cho thông xe với tốc độ cao quá sớm khi kết cấu chưa hình thành đủ cường độ.

*b- c- như đã trình bày phần trên.*

### **Bong tróc từng mảng:**

Đây là hiện tượng lớp mặt xe chạy bị bong từng mảng có thể là lớn hay nhỏ.

*a- Nguyên nhân chính:*

Sự kém dính bám giữa lớp mặt xe chạy và lớp móng đường hoặc với lớp mặt đường cũ ở phía duwois.

Sự thiếu chiều dày hoặc lu lèn lớp có nhựa là chất dính kết chưa chặt.

Mặt đường cũ hoặc lớp móng bị bắn khi thấm nhựa, hoặc lớp dính bám được rải trên một lớp bên dưới bị bắn và lẫn cát bụi, bùn đất.

*b- Đánh giá:*

Xác định mức độ hư hỏng thông qua diện tích (m<sup>2</sup>) mỗi khu vực bong tróc và cộng dồn trong phạm vi mỗi phân đoạn hư hỏng

+ Dạng nhẹ: diện tích vùng bong tróc < 10% diện tích mặt đường đoạn được xem xét.

+ Dạng nặng: diện tích vùng bong tróc > 10% diện tích mặt đường, xe chạy bị xóc và phải giảm tốc độ xe chạy.

### **Há miệng kéo dài (cóc gặm):**

a- Cách nhận dạng: là hư hỏng kết cấu mặt đường bị vỡ dọc theo mép đường.

b- Các nguyên nhân chính

Lề đường không được gia cố bằng vật liệu đá, cuội, sỏi



Lề đường bị xói mòn, đặc biệt là khi lề thấp hơn mặt đường tạo thành nấc.

Đầm không kỹ hai bên lề của mặt đường nhựa.

Đường quá hẹp do vậy phương tiện giao thông thường phải lấn lên lề đường

c- Đánh giá dạng hư hỏng cóc gặm: bằng cách đo chiều dài (m) các vết cóc gặm có bề rộng vỡ > 150mm tính mép đường cũ (trước khi vỡ) ở gần mép mặt đường nhất ở cả hai bên (lấy tròn số đến mét).

Dạng nhẹ: lác đác gập ở hai mép đường, tổng chiều dài < 20% chiều dài đoạn đường đang xem xét.

Dạng vừa: tổng chiều dài < 20% đến 30% chiều dài đoạn đường đang xem xét.

Dạng nặng: các chỗ vỡ cóc gặm > 30% liên tiếp nhau, làm co hẹp bề rộng mặt đường.

d- Hậu quả nếu không được sửa chữa:

Khi mặt đường xuất hiện ổ gà, cóc gặm phải tiến hành vá kịp thời khi mới phát sinh. Nếu để lâu, vị trí hư hỏng sẽ ngày càng phát triển, rất nguy hiểm cho xe ô tô qua lại và việc sửa chữa sẽ rất tốn kém

Mức độ hư hỏng sẽ tăng nhanh về mùa mưa.

Đường hẹp sẽ gây nguy hiểm cho các xe lưu hành.

e- Biện pháp sửa chữa cóc gặm:

Dạng nhẹ và dạng vừa chỉ cần rải đá hoặc cuội sỏi vào phần cóc gặm rồi lu lèn chặt sao cho cao độ phân rải thêm bằng cao độ mặt đường hiện tại

Dạng nặng có thể áp dụng biện pháp nêu dưới đây.

Vá cóc gặm có thể áp dụng biện pháp nêu dưới đây.

Vá cóc gặm có thể dùng nhựa nóng, hỗn hợp đá trộn nhựa pha dầu ( đá đen) hoặc hỗn hợp bê tông nhựa nguội .....

Mặt đường đá dăm láng nhựa hoặc thấm nhập nhựa:





\* Chiều sâu cọc găm từ 3 - 6cm:

Trình tự tiến hành:

+ Dùng cuốc chim, xà beng sửa cho vuông thành sắc cạnh và đào sâu tới đáy vị trí hư hỏng.

+ Lấy hết vật liệu rời rạc trong khu vực vừa cuốc, chải sạch bụi đảm bảo sạch, khô.

+ Rải hỗn hợp đá trộn nhựa pha dầu, san phẳng kín chỗ hỏng và cao hơn mặt đường cũ theo hệ số lèn ép 1,4.

+ Rắc đá mặt 2-5mm hoặc cát sạn, cát vàng phủ đều kín lớp hỗn hợp đá nhựa để chống dính, lượng đá 4-5 lít/m<sup>2</sup>.

+ Dùng đầm cóc đầm 6-8 lần/điểm hoặc dùng lu rung loại nhỏ 0,8T lu lèn 3-4 lần/điểm, tốc độ từ 1,5-2km/h.

\* Chiều sâu cọc găm lớn hơn 6cm:

Trình tự tiến hành:

+ Dùng cuốc chim, xà beng cuốc sửa cho vuông thành sắc cạnh và đào sâu tới đáy vị trí hư hỏng.

+ Quét sạch các vật liệu rời rạc và bụi trong phạm vi chỗ hỏng đảm bảo sạch, khô.

+ Rải đá 40/60 hoặc đá 20/40, san phẳng và căn cứ hệ số lèn ép 1,3 để khi đầm chặt lớp đá dăm thì mặt lớp đá thấp hơn mặt đường khoảng 3cm.

+ Dùng đầm cóc hoặc lu rung 0,8T, lu lèn chặt lớp đá dăm.

+ Rải hỗn hợp đá trộn nhựa pha dầu, lượng đá 40-50 lít/m<sup>2</sup> san phẳng phủ kín mặt lớp đá dăm và cao hơn mặt đường cũ 1cm.

+ Rắc đá mặt 2-5 mm hoặc cát sạn, cát vàng phủ đều kín lớp hỗn hợp đá nhựa để chống dính, lượng đá 4-5 lít/m<sup>2</sup>.

+ Dùng đầm cóc đầm 8-10 lần/điểm hoặc dùng lu rung loại nhỏ 0,8T lu lèn 3-4 lần/điểm, tốc độ 1,5-2km/h.



Hỗn hợp đá trộn nhựa pha dầu được quy định trong “Quy trình kỹ thuật sản xuất và sử dụng nhựa pha dầu trong sửa chữa mặt đường ô tô 22TCB 21-84” do bộ GTVT ban hành kèm theo Quyết định số 79/KHKT ngày 28/3/1984.

\* Vá ổ gà, cóc gặm bằng nhựa nóng:

Chỉ nên áp dụng cho mặt đường đá dăm láng nhựa hoặc thấm nhập nhựa (Khi số lượng ổ gà nhiều, diện tích lớn).

Trình tự tiến hành:

+ Dùng cuốc chim, xà beng đào toàn bộ các vị trí hư hỏng cho vuông thành sắc cạnh, tạo chiều sâu bằng với chiều sâu ổ gà nhưng không nhỏ hơn 2/3 chiều dày kích cỡ đá định sử dụng.

+ Quét sạch các vật liệu rời rạc và bụi trong phạm vi chỗ hỏng đảm bảo sạch khô.

+ Rải đá dăm (40/60 hoặc 20/40) đến cao độ cần bù, có tính đến hệ số lèn ép 1,3.

+ Dùng đầm cóc 8-10 lần/điểm hoặc lu rung loại nhỏ 0,8T lu lèn 3-4 lần/điểm, tốc độ từ 1,5-2km/h/

+ Tưới nhựa lần thứ nhất, lượng nhựa 1,9kg/m<sup>2</sup>.

+ Ra đá 10/16 lượng đá 14-16 lít/m<sup>2</sup>

+ Lu lèn bằng lu 6-8T, 6-8 lượt/điểm

+ Tưới nhựa lần thứ ba, lượng nhựa 1,1kg/m<sup>2</sup>

+ Ra đá 5/10 lượng đá 9-11 lít/m<sup>2</sup>

+ Lu lèn bằng lu 6-8T, 4-6 lượt/điểm.

### 3.2.3. Xử lý hiện tượng “ổ gà” kết cấu nền mặt đường trên công trình ngầm.



H3.6. Ổ gà trên đường

“Ổ gà”: “Ổ gà” là những hốc nhỏ xuất hiện trên mặt đường nhựa hoặc mặt đường đá dăm, mặt đường cấp phối khi xe chạy vật liệu bị bánh xe chạy làm văng đi.

- **Ổ gà nông:** ( chiều sâu < 5cm)

a- Nguyên nhân chính:

Mất vật liệu hạt do xe chạy gây ra.

Lớp mặt hoặc lớp móng có chỗ cục bộ bị xấu.

Thoát nước kém hoặc bị nhiễm đất thành túi bùn.

Mặt tiếp giáp giữa lớp mặt và lớp móng phía dưới có khuyết tật.

Các biến dạng và vết nứt đã phát triển đến giai đoạn cuối cùng.

b- Hậu quả nếu không được sửa chữa:

Sẽ phát phát triển thành ổ gà có diện tích rộng hơn và sâu xuống lớp dưới.

- **Ổ gà sâu:** (chiều sâu > 5cm)

a- Nguyên nhân chính:

Các ổ gà nông không được sửa chữa kịp thời.

*b- Đánh giá:*

Mức độ hư hỏng dạng ổ gà được xác định bằng kết quả đo diện tích (m<sup>2</sup>) của mỗi ổ gà cần được sửa chữa (được quy định về hình chữ nhật hoặc hình vuông) và được làm tròn số ; Các diện tích các ổ gà được công dồn trên mỗi đoạn hư hỏng.

+ Dạng nhẹ: tổng diện tích vùng bị “ổ gà” < 10% diện tích mặt đường đoạn được xem xét, xe chạy bị giảm tốc độ ít nhiều.

+ Dạng nặng: tổng diện tích vùng bị “ổ gà” > 10% diện tích mặt đường đoạn được xem xét, xe chạy phải giảm tốc độ, có khả năng gây mất an toàn giao thông trên đường.

**3.2.4. Xử lý hiện tượng hố sâu (Hố tử thần) của kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm.**



*H3.6. Hố tử thần trên đường Nguyễn Trãi – Hà Nội*

- Xác định phạm vi bị ảnh hưởng, dùng máy cưa để cắt lớp mặt sau đó dùng thiết bị đào toàn bộ khối kết cấu nền và mặt đường hư hỏng đi rồi xử lý: Dùng các vật liệu có khả năng kết dính cao, hoặc dùng các vật liệu phối hợp như cát gia cố thêm hàm lượng xi măng (6%), ...để làm lớp nền sau đó thi công hoàn trả lại lớp mặt.



- Trong trường hợp đối với công trình ngầm, như hệ thống hầm chui khi xảy ra sự cố bị chảy vật liệu, cần phải có ngay các biện pháp xử lý:

+ Khoan phụt vữa trên nóc CT ngầm, hoặc có thể là khoan phụt bù: Mục đích chính tạo vùng khoan phụt gia cố phía trên nóc đường hầm là hạn chế vùng sụt lún tại gương phát triển tới bề mặt đất. Nhằm mục đích đó cần xác định hình dạng và kích thước vùng gia cố, loại vữa và thể tích vữa trên một đơn vị thể tích đất từ đó xác định mật độ lỗ khoan phụt cần thiết, phương pháp phân đoạn chiều sâu phụt vữa dọc theo chiều sâu lỗ khoan. Hiệu quả gia cố bằng khoan phụt vữa đánh giá qua độ bền tối thiểu và độ đồng nhất của vùng được gia cố.

+ Gần đây người ta còn dùng dung dịch bentônit để khắc phục sự cố sụt lở trên công trình ngầm. Đây là hỗn hợp sản phẩm tính cho 1m<sup>3</sup> (40kg bentônit, 100kg cát, 0.5 kg vật liệu polyme, và 20kg Vermex).



### **3.3. GIẢI PHÁP XỬ LÝ THI CÔNG HOÀN TRẢ KẾT CẤU NỀN MẶT ĐƯỜNG SAU KHI THI CÔNG XONG CÔNG TRÌNH NGẦM**

- ✓ Yêu cầu về thi công và nghiệm thu kết cấu áo đường hoàn trả

Về kết cấu: Theo tiêu chuẩn 211-06, kết cấu áo đường phải đảm bảo các yêu cầu sau:

1. Cường độ và độ ổn định cường độ trong suốt thời hạn thiết kế.
2. Bề mặt kết cấu áo đường phải đảm bảo bằng phẳng, đủ nhám, thoát nước, ít gây bụi.

Yêu cầu nghiệm thu kết cấu áo đường hoàn trả:

1. Cường độ: Tiêu chuẩn ngành 22 TCN 251-98 “Quy trình thử nghiệm xác định mô đun đàn hồi chung của áo đường mềm bằng cần đo vồng Benkelman “.

2. Độ bằng phẳng: Yêu cầu nghiệm thu bằng thước 3m, theo tiêu chuẩn ngành 22TCN 16-79. Đạt yêu cầu : 100% khe hở không vượt quá 5 mm

- ✓ Thi công hoàn trả kết cấu nền mặt đường

Phương tiện thiết bị thi công: Máy đào, máy cưa, đầm cóc, ô tô và các phương tiện phục vụ khác.



✓ Biện Pháp thi công:

Dùng máy cưa cắt lớp mặt bê tông nhựa

Sử dụng máy đào đào bỏ lớp mặt và lớp móng đến độ sâu thi công.

Vật liệu đào lên ( như đá hộc , đá to... ) chở đi bằng ô tô . Phần còn lại (đất, cát) giữ lại làm vật liệu hoàn trả.



3.7. Thi công hoàn trả kết cấu trên công trình ngầm



✓ Phương thức hoàn trả:

+ Vật liệu hoàn trả: Cát đen, đá dăm và BTN rải nóng

+ Phương thức hoàn trả

Một phần vật liệu khi đào được giữ lại làm vật liệu hoàn trả

Đổ cát đen vào hố đào và dùng đầm cóc để đầm nén theo từng lớp dày khoảng 30cm

Đổ lớp đá dăm, dùng đầm cóc để đầm nén

Rải lớp bê tông nhựa (sau 3 đến 4 ngày)

✓ Cấu tạo kết cấu hoàn trả: Kiến nghị sử dụng Kc hoàn trả dạng chữ T

Hiện tại phổ biến ta đang sử dụng cấu tạo kết cấu hoàn trả dạng chữ U và chữ T. Qua nghiên cứu phân tích tìm hiểu thực tế cộng với lại lý thuyết, tác giả nhận thấy kết cấu hoàn trả dạng chữ T, đảm bảo độ bền vững của kết cấu áo đường tốt hơn. Cụ thể, tác giả tiến hành khảo sát đánh giá những hư hỏng của kết cấu áo đường hoàn trả dạng chữ U và chữ T trên hai tuyến đường Trờng Chinh và tuyến đường Lê Trọng Tấn, TP. Hà Nội. Từ đó kết hợp với lý thuyết để đưa ra kết luận.

*Lý do lựa chọn hai tuyến phố này:* Đặc điểm dòng xe và giao thông trên tuyến mang những đặc điểm chung của đường đô thị:

+ Thành phần giao thoa phức tạp: bộ hành, xe thô sơ, mô tô, ô tô

+ Lưu lượng giao thông lớn và thường xuyên thay đổi. Lưu lượng giờ cao điểm rất lớn

+ Mật độ giao thông lớn

+ ùn tắc giao thông và tai nạn giao thông



*Cấu tạo kết cấu áo đường cũ và kết cấu áo đường hoàn trả:*

**Tuyến đường Lê Trọng Tấn**

KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG CŨ

Bê tông nhựa hạt mịn
Móng đá hộc

KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG HOÀN TRẢ

Bê tông nhựa hạt mịn
Bê tông nhựa hạt thô
Cấp phối đá dăm loại I
Cấp phối đá dăm loại II
Nền sét chặt

**Tuyến đường Trường Chinh**

KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG CŨ

Bê tông nhựa hạt mịn
Cấp phối đá dăm
Móng đá hộc
Cát hạt nhỏ

KẾT CẤU ÁO ĐƯỜNG HOÀN TRẢ

Bê tông nhựa hạt mịn
Bê tông nhựa hạt mịn
Cấp phối đá dăm loại I
Cấp phối đá dăm loại II
Cát đen đầm chặt
Nền sét chặt

*Phương pháp đo:*

Dùng thước thép để đo chiều dài khe nứt, chiều rộng vết nứt.

Dùng thước thép kết hợp thước nhựa để đo lún



*Thực trạng hư hỏng của mặt đường hoàn trả dạng chữ U và chữ T (Số điểm đo là 70):*



**Nứt**

- Nứt trong khu vực hố đào
- + 10% , xuất hiện với mật độ cao , phát triển theo chiều ngang , chiều dọc
- + Chiều dài vết nứt thay đổi từ vài cm đến 20 - 30 cm , không ít các vết nứt kéo dài tới vài trăm cm .
- + Chiều rộng thay đổi từ vài mm đến vài cm 3-4 cm

- Nứt tại mép hố đào

+ Hố đào chữ U :

Bề rộng từ vài mm đến 2.0 cm

+ Hố đào chữ T :

Vị trí A : nứt nhỏ , xuất hiện đứt quãng

Vị trí B : nứt nhỏ hơn so với vị trí tương ứng trong hố đào chữ U

- Nứt bên ngoài hố đào

- + Vết nứt 1-3 m, cách hố đào 1-2m, phổ biến
- + Đặc biệt khi các vết nứt này kết hợp với các vết nứt dọc hố đào tạo ra vết nứt rạn men sứ xuất hiện trong một phạm vi rộng
- + Khó khăn cho công tác nghiệm thu

	<b>A</b>	<b>B</b>
		PHẠM VI MẶT ĐƯỜNG CỨ

**Lún**

Hiện tượng phổ biến, chiều sâu lún từ 3 mm đến 5 cm

Vị trí giữa đường, tại những vị trí đèn đỏ lún lớn ( từ 2 cm đến 5 cm ) và kéo dài thậm chí 20 m

Vị trí sát mép đường thì độ lún nhỏ ( từ 3 mm đến 2 cm )

Xuất hiện đồng thời xuất hiện các dạng hư hỏng : lún, nứt dọc, bong bật

Nước đọng tại các vị trí lún

**Bong bật và há miệng**



Hiện trạng bong bật

Hình dạng và kích thước đa dạng

Phát triển theo chiều sâu, nhiều vị trí chiều sâu lớn (đến 6 cm), ăn đến cả lớp móng

Mép hố đào ( 90%), 10% trong hố đào

Hiện trạng há miệng

Phổ biến, kéo dài tới vài chục m

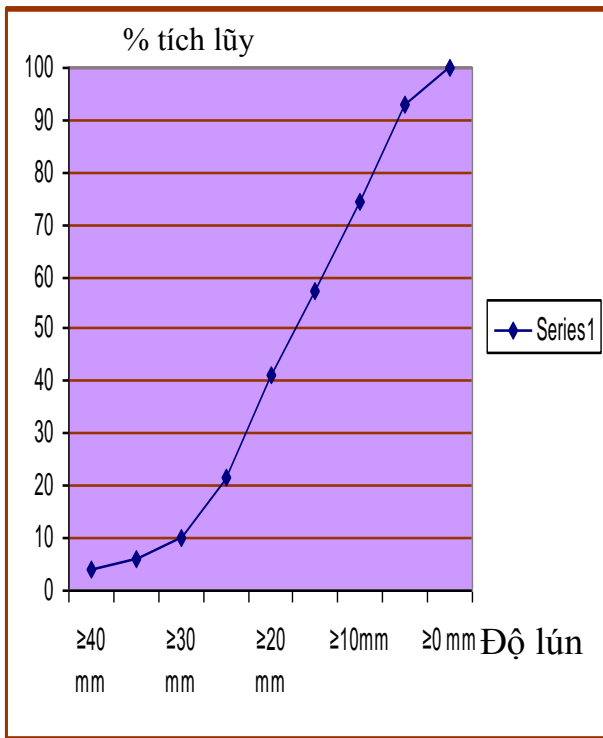
Bề rộng vài mm đến 2 cm

*Kiến nghị biện pháp đánh giá*

- Nghiệm thu công trình theo độ lún

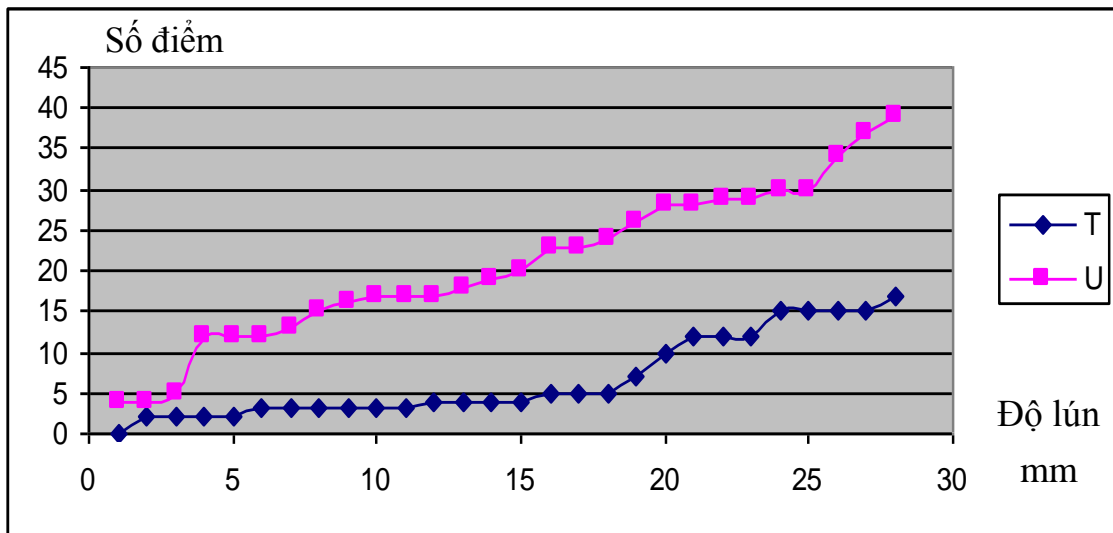
<b>Đánh giá chung</b>	<b>Độ lún trung bình</b>
Tốt	9mm
Trung bình	20mm
Xấu	$\geq 21$ mm

- Xây dựng đồ thị đường cong tích lũy lún



Độ lún	số điểm	% tích lũy
≥40 mm	3	4.2
≥35 mm	5	7.1
≥30 mm	7	10
≥25 mm	15	21.4
≥20 mm	29	41.4
≥15 mm	40	57.1
≥10mm	52	74.3
≥5 mm	65	92.8
≥0 mm	70	100

Ưu điểm của cấu tạo chữ T:



*Biểu đồ giá trị đo lún của hố đào chữ T và chữ U*

Như vậy qua công tác khảo sát thực tế, kết hợp với lý thuyết, tác giả đã đánh giá và kiến nghị khi hoàn trả kết cấu áo đường sau khi thi công công trình ngầm xong dùng cấu tạo dạng chữ T.

### **3.4. GIẢI PHÁP XỬ LÝ TRONG ĐÀO HỐ MÓNG THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM**

Qua việc phân tích nguyên nhân hư hỏng kết cấu áo đường trên công trình ngầm mục 2/II/ chương II. Ta thấy có rất nhiều nguyên nhân dẫn đến những hư hỏng thường gặp do việc thi công đào hố móng thi công trình ngầm: Do sự đánh giá điều kiện địa chất không chính xác, do phạm vi bảo vệ hố móng nhỏ nên khi có hoạt tải chuyển động qua gây sạt lở, .... Cho nên việc khắc phục và xử lý phải chú ý đến rất nhiều vấn đề.



*H3.8. Sạt lở mái đào tho công công trình ngầm*

- Trước khi thi công cấu tạo công trình ngầm cần phải khảo sát nghiên cứu kỹ lưỡng điều kiện địa hình địa chất, thủy văn và ĐCCT khu vực có công trình ngầm, làm cơ sở cho công tác tính toán đạt độ chính xác cao nhất;
- Quy hoạch, thiết kế hệ thống công trình ngầm phù hợp với điều kiện thực tế, chọn hình dạng tiết diện ngang công trình ngầm hợp lý, chọn độ sâu công trình ngầm hợp lý về mặt địa chất và thuận lợi về mặt thi công;
- Thiết kế công trình ngầm có chú ý tới tất cả các yếu tố có thể tác động tới công trình trong quá trình thi công và sử dụng: hiện tượng nước ngầm, cát

chảy, castơ, lún sụt bề mặt.... Để từ đó có các giải pháp giữ ổn định hố móng công trình ngầm, không gây ảnh hưởng tới công trình lân cận;

- Lựa chọn biện pháp thi công và cách thức thực hiện phù hợp, đảm bảo chất lượng;

- Nâng cao năng lực đội ngũ cán bộ kỹ thuật thực hiện dự án

**Một số giải pháp kỹ thuật áp dụng đào hố móng thi công công trình ngầm:**

- Như chúng ta đã biết việc khảo sát đánh giá đúng điều kiện địa chất, địa chất công trình, thủy văn có ảnh hưởng rất lớn đến việc tính toán lựa chọn cách thức thi công đào hố móng để thi công công trình ngầm.

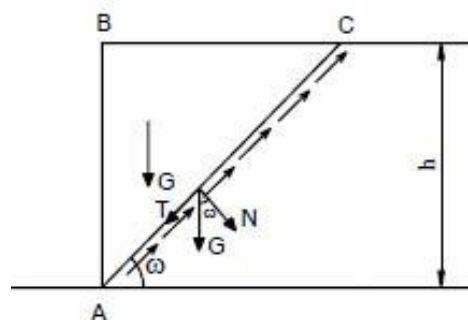
Trong trường hợp đã xác định được tính chất của đất ta có thể xác định điều kiện ổn định của mái dốc đào hố móng thi công công trình ngầm (Xác định theo tài liệu cơ học đất/ điều kiện ổn định của mái dốc). Và cần chú ý, việc phá hỏng của mái đất như hình trên còn có thể do tải trọng xe chạy bên trên gây ra.

+ Điều kiện ổn định của mái dốc:

Với đất dính ( $c \neq 0, \varphi = 0$ ), ta có thể xác định chiều cao đào hố móng thẳng đứng  $h_{\max}$

$$h_{\max} = 2c/\gamma$$

Khi chiều cao hố móng đào  $H > h_{\max}$ , ta cần đào theo một mái dốc để đảm bảo ổn định:

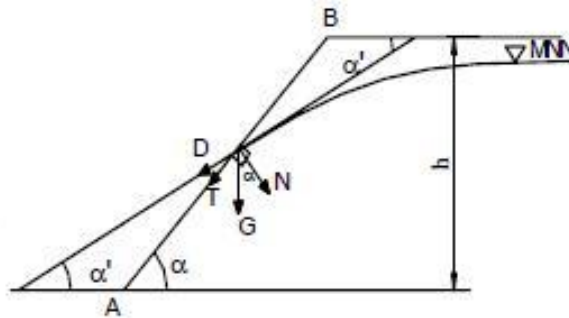


Sơ đồ phân tích ổn định mái đất dính

Điều kiện ổn định mái dốc:

$$h = \frac{2c}{\gamma \cdot \sin \omega \cdot \cos \omega} = \frac{4 \cdot c}{\gamma \cdot \sin 2\omega}$$

Với đất rời điều kiện ổn định mái dốc ( $c=0, \varphi \neq 0$ ):



Sơ đồ phân tích ổn định mái đất rời

Khi không có dòng thấm  $\alpha \leq \varphi$

Khi có dòng thấm  $\alpha' \leq 1/2\varphi$

Như vậy ngoài những giải pháp theo tính toán lý thuyết trong điều kiện thi công thực tế, ta cần chú ý đến khoảng đảm bảo an toàn về mặt tác động của tải trọng xe chạy lên hố móng bằng cách dùng các tấm chắn bảo vệ, hoặc đào hố móng có thanh chống.

- Trong trường hợp chiều cao hố móng đào vượt quá chiều cao giới hạn ổn định khi đào thẳng đứng ta cần phải xử lý: trong trường hợp thuận lợi về mặt bằng sẽ đào với mái dốc ổn định cho phép tùy vào điều kiện địa chất, địa chất thủy văn khu vực. Còn nếu trong trường hợp mặt bằng thi công bị hạn chế do khâu đền bù giải phóng gặp khó khăn hoặc phải đảm bảo lưu thông xe cộ,... có thể dùng cọc cừ ván thép, cừ ván gỗ, ... để giữ ổn định mái đào.



H3.8. Dùng cọc cừ ván thép giữ ổn định mái đào thi công đường ống cấp thoát nước

- Một số giải pháp kỹ thuật – công nghệ được sử dụng để khắc phục sự cố kỹ thuật điển hình khi thi công công trình ngầm bằng các phương pháp đào thông thường.

<b>Loại sự cố kỹ thuật</b>	<b>Nguyên nhân</b>	<b>Hậu quả</b>	<b>Biện pháp đối phó</b>
Sụt lở gương đào	Đất yếu hoặc áp lực chống giữ tại gương không đủ	- Ngừng trệ thi công - Đặt tụt lỗ vào công trình ngầm	- Khoan thăm dò - Giảm chiều dài chu kỳ đào - Tăng cường KCC - Chia gương để đào - Gia cố đất trước khi đào
Sụt lở gương kèm theo nước chảy vào	- Công tác gia cố đất không hiệu quả - Đường hầm đào dốc - Công suất bơm	- Đất và nước chảy vào công trình ngầm - Ngập lụt công trình ngầm - Ngừng trệ thi công	- Gia cố đất bằng khoan phun tia, đóng băng nhân tạo - Tăng công suất bơm thoát nước





	thoát nước không đủ	- Lún bề mặt - Hư hỏng thiết bị	
Phá hủy tại nền	- Kết cấu chống bị hư hỏng hoặc không đủ khả năng mang tải - Chạm khốe kín tiết diện đào	- Ngừng trệ thi công - Đập tụt lở vào công trình ngầm	- Đào thận trọng - Khoan phụt gia cố - Bỏ sung neo bên hông
Nước chảy vào công trình ngầm	- Xuất hiện các vùng, túi nước không dự kiến trước - Khoan phụt gia cố không hiệu quả	- Ngập lụt công trình ngầm - Ngừng trệ thi công - Hư hỏng thiết bị	- Bơm thoát nước
Sụt lở phát triển tới bề mặt	- Công trình ngầm nằm nông trong đất yếu - Áp lực chống giữ gương không đủ Tồn tại các vật thể ngoại lai trong đất	- Phá hủy công trình bề mặt - Ngừng trệ thi công	- Áp dụng các biện pháp chống giữ (đóng băng, khoan phụt) - Đào thận trọng
Biến dạng trên biên công trình ngầm	- Dịch chuyển đất - Kết cấu chống không đủ khả năng mang tải	- Thu hẹp kích thước tiết diện ngang - Phá hủy kết cấu chống	- Tạo khe biến dạng trong KCC - Tăng khả năng mang tải cho KCC
Lún bề mặt	Biện pháp chống giữ không thích hợp	Biến dạng vỏ chống công trình ngầm	Gia cường đất (khoan phụt, đóng băng)

### **3.5. GIẢI PHÁP VỀ YÊU CẦU CẤU TẠO CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ KẾT CẤU NỀN MẶT ĐƯỜNG TRÊN CÁC CÔNG TRÌNH NGẦM**

#### **3.5.1. Cấu tạo công trình ngầm.**

Các cấu tạo công trình ngầm gây hư hỏng tới kết cấu nền mặt đường có thể là do bản thân công trình ngầm được thiết kế cấu tạo và thi công không đảm bảo chất lượng, không đủ khả năng chịu được tác động của tải trọng kết cấu nền mặt đường bên trên cùng với hoạt tải xe chạy, hay không chịu được áp suất bên trong gây sụp và hư hỏng nặng cả kết cấu lẫn công trình ngầm. Hay do cấu tạo nền móng công trình ngầm không đảm bảo gây lún lệch, sạt lở móng công trình ngầm. Và một trong những nguyên nhân khá quan trọng là các mối nối công trình ngầm thiết kế thi công không đảm bảo chất lượng cũng như đáp ứng được các yêu cầu trong quá trình khai thác (khe nối bị nứt lớn làm vật liệu kết cấu áo đường bị cuốn vào, hay nước trong công trình ngầm với các công trình cấp thoát nước thấm nên kết cấu làm suy giảm cường độ kết cấu), tất cả các vấn đề vừa nêu trên đều gây hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm.

Nên việc thiết kế thi công cấu tạo công trình ngầm cần phải đảm bảo:

- Tính toán thiết kế công trình ngầm theo đúng tiêu chuẩn và định hình hiện hành.
- Thi công đảm bảo chất lượng theo thiết kế, và cần phải có giám sát kiểm tra theo các tiêu chuẩn về giám sát kiểm tra chất lượng thi công (Kiểm tra chất lượng xây dựng công trình TCVN 4091-1985; Bê tông kiểm tra đánh giá độ bền TCVN 5440-1991; ...).
- Khảo sát đánh giá đúng ĐCCT để có những giải pháp thiết kế và xử lý hợp lý, tránh các hiện tượng không xử lý tốt dẫn đến các hiện tượng nền móng công trình ngầm bị sạt lở, lún lệch, ... dẫn đến phá hoại công trình ngầm và kết cấu áo đường bên trên.
- Về cấu tạo mối nối công trình ngầm (đặc biệt cống ngầm), tác giả kiến nghị sử dụng mối nối mềm (22TCN 159-1986) bởi những đặc tính kỹ thuật của chúng:

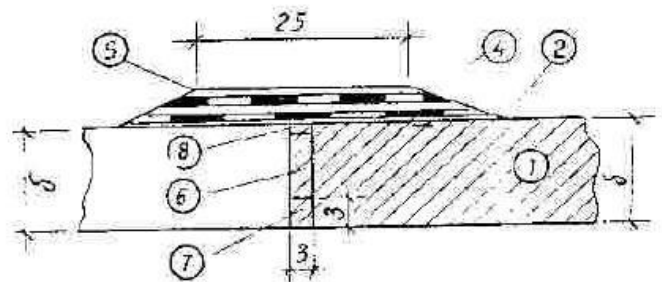
+ Mỗi nối mềm sử dụng những loại vật liệu mềm, có khả năng biến dạng và phục hồi biến dạng tốt (nhựa đường, đay tấm nhựa đường, bao tải tấm nhựa đường, gỗ thông tấm dầu... ở các nước tiên tiến còn sử dụng các loại tấm dán chống thấm nước thi công/dán ở trạng nóng hoặc nguội được chế tạo sẵn).

Do mỗi nối mềm có khả năng biến dạng tốt, duy trì được khả năng chống thấm khi các đột công chuyển vị/lún lệch (lún không đều) nên thường áp dụng trong trường hợp: cống qua đường (cống chịu hoạt tải xe cộ), loại không áp có chiều dài lớn, có móng cống là loại móng mềm, nền đất dưới móng cống có khả năng lún/lún không đều.

+ Mỗi nối cứng sử dụng các loại vật liệu có độ cứng lớn, vật liệu biến cứng: BTXM, vữa Xm mác cao, gạch thẻ xây nghiêng... nên nếu kết cấu cống nhạy lún mỗi nối này rất dễ nứt nẻ --> khả năng chống thấm giảm. Thường chỉ dùng với các loại cống chịu tĩnh tải, có áp hoặc không áp, nền đất dưới móng cống rất tốt và có móng cống là loại móng cứng.

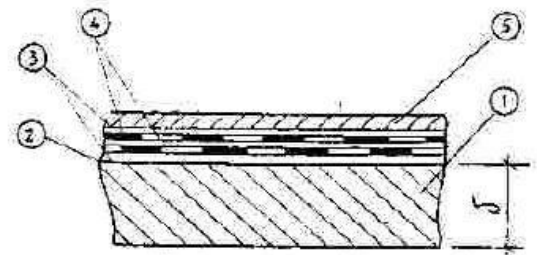
Ví dụ cấu tạo mỗi nối mềm khe chống lún:

- 1 - Thành ống cống
- 2 - Sơn bi tum
- 3 - Mát tít bi tum nóng
- 4 - Hai lớp vải phòng nước tấm bi tum
- 5 - Ba lớp mát tít bi tum nóng dày
- 6 - Lớp đệm đàn hồi cách nước
- 7 - Vữa xi măng mác 150



Trong một số trường hợp nếu không đạt yêu cầu chống thấm cần phải làm một lớp phòng dày tối thiểu 1cm bọc ngoài công trình ngầm:

- 1 - Thành ống cống
- 2 - Sơn bitum
- 3 - Cao amiăng nhựa đường dày 1.5-3.0mm
- 4 - Hai lớp vải tấm nhựa
- 5 - Vữa xi măng bảo vệ



*Cấu tạo lớp phòng nước*

### **3.5.2. Cấu tạo kết cấu nền mặt đường trên công trình ngầm.**

Với nội dung của đề tài nghiên cứu khoa học tác giả chỉ đi sâu phân tích và yêu cầu về cấu tạo đối với áo đường mềm.

✓ Cấu tạo kết cấu nền mặt đường phải đảm bảo yêu cầu thông thường của kết cấu áo đường:

+ Áo đường phải có đủ cường độ chung, tức là trong quá trình khai thác, sử dụng áo đường không xuất hiện biến dạng thẳng đứng, biến dạng trượt, biến dạng co, dãn do chịu kéo uốn hoặc do nhiệt độ... Hơn nữa, cường độ áo đường phải ít thay đổi theo thời tiết khí hậu trong suốt thời kì khai thác tức là phải ổn định cường độ.

+ Mặt đường phải đảm bảo đạt được độ bằng phẳng nhất định để giảm sức cản lăn, giảm xóc khi xe chạy, do đó nâng cao được tốc độ xe chạy, giảm tiêu hao nhiên liệu và hạ giá thành vận tải.

+ Bề mặt áo đường phải có đủ độ nhám cần thiết để nâng cao hệ số bám giữa bánh xe và mặt đường để tạo điều kiện tốt cho xe chạy an toàn, êm thuận với tốc độ cao. Yêu cầu này phụ thuộc chủ yếu vào việc chọn lớp trên mặt của kết cấu áo đường.

+ Mặt đường cần có sức chịu bào mòn tốt và ít sinh bụi do xe cộ phá hoại và dưới tác dụng của thời tiết khí hậu.

+ Đó là những yêu cầu cơ bản của kết cấu áo đường, tùy theo điều kiện thực tế, ý nghĩa của đường mà lựa chọn kết cấu áo đường cho phù hợp để thoả mãn ở mức độ khác nhau những yêu cầu nói trên.



+ Áo đường mềm là kết cấu với nhiều tầng lớp vật liệu có khả năng chịu uốn nhỏ; dưới tác dụng của tải trọng xe chạy chúng chịu nén, chịu cắt, trượt là chủ yếu.

+ Cấu tạo áo đường mềm:

Tầng mặt ở trên chịu tác dụng trực tiếp của xe chạy (chịu tác dụng của lực thẳng đứng và lực ngang) và chịu tác dụng của các nhân tố thiên nhiên. Tầng mặt phải đủ bền trong suốt thời kì sử dụng, bằng phẳng, có đủ độ nhám, chống nước thấm, chống được biến dạng dẻo ở nhiệt độ cao, chống nứt, và có khả năng chịu bào mòn tốt, không sinh bụi và chống bong bật.

Tầng móng ở dưới có tác dụng phân bố tải trọng xe xuống nền đường để không xuất hiện biến dạng dẻo trong nền đất và thường dùng vật liệu rời rạc, có cường độ giảm dần theo chiều sâu để hạ giá thành xây dựng.

✓ Ngoài những yêu cầu chung bên trên, cấu tạo kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm cần phải có các lưu ý, và một số biện pháp kỹ thuật:

Không dùng vật liệu nhỏ và rời làm lớp nền ngay trên công trình ngầm, vì những vật liệu này rất dễ bị chảy hay cuốn vào công trình ngầm gây om sọp kết cấu mặt đường dẫn đến phá hỏng kết cấu mặt đường. Nên dùng các vật liệu có khả năng kết dính cao, hoặc dùng các vật liệu phối hợp như cát gia cố thêm hàm lượng xi măng (6%), ....

Trong trường hợp đối với công trình ngầm, như hệ thống hầm chui khi xảy ra sự cố bị chảy vật liệu, cần phải có ngay các biện pháp xử lý:

+ Khoan phụt vữa trên nóc CT ngầm, hoặc có thể là khoan phụt bù: Mục đích chính tạo vùng khoan phụt gia cố phía trên nóc đường hầm là hạn chế vùng sụt lún tại gương phát triển tới bề mặt đất. Nhằm mục đích đó cần xác định hình dạng và kích thước vùng gia cố, loại vữa và thể tích vữa trên một đơn vị thể tích đất từ đó xác định mật độ lỗ khoan phụt cần thiết, phương pháp phân đoạn chiều sâu phụt vữa dọc theo chiều sâu lỗ khoan. Hiệu quả gia cố bằng khoan phụt vữa đánh giá qua độ bền tối thiểu và độ đồng nhất của vùng được gia cố.



+ Gần đây người ta còn dùng dung dịch bentônit để khắc phục sự cố sụt lở trên công trình ngầm. Đây là hỗn hợp sản phẩm tính cho 1m<sup>3</sup> (40kg bentônit, 100kg cát, 0.5 kg vật liệu polyme, và 20kg Vermex).

+ Hay những trường hợp khi đã xảy ra như các hồ tử thần ta có thể xử lý: Gia cố ngay mặt trên kết cấu công trình ngầm với vật liệu phù hợp với vật liệu công trình ngầm đã sử dụng, sau đó bơm bê tông vào vùng bị sụt lở bằng bê tông có phụ gia đông cứng nhanh được trộn ngay tại đầu ra của ống bơm. Sau đó tiến hành hoàn trả kết cấu áo đường.

### **3.6. GIẢI PHÁP XỬ LÝ TẢI TRỌNG XE CHẠY**

Nếu không kiểm soát tải trọng xe, cầu đường sẽ có nguy cơ bị sập, hư hỏng nặng hoặc nhẹ hơn là nhanh xuống cấp. Song nếu kiểm soát tải trọng sẽ gây ách tắc vận tải, tăng chi phí giảm lợi nhuận của các DN.

Thực tế chúng ta đã chứng kiến cầu Bình Cách trên đường tỉnh 879 thuộc xã Tân Bình Thạnh, huyện Chợ Gạo (Tiền Giang) bị sập (ngày 19-7-2011), do tải trọng xe quá tải. Và hậu quả xe chở quá tải với đường bộ không nặng nề và lập tức như với những cây cầu yếu, song hàng loạt tuyến đường bị phá hỏng nặng nề ngay cả khi vừa làm xong được thời gian không lâu cũng cho thấy hệ lụy của việc xe quá tải là vô cùng lớn. Cầu Thanh Trì, đường cao tốc TPHCM-Trung Lương... vừa đưa vào khai thác song đã có những đoạn lún lõm sâu hàng chục centimet. Tất nhiên cũng có nhiều nguyên nhân như nền đất yếu, chất lượng thi công... Song không thể không thấy xe quá tải cũng là một thủ phạm.

Có thể nói việc xe quá tải gây sập, xuống cấp cầu, hỏng đường đã trở thành chuyện cơm bữa. Theo một nghiên cứu trong ngành GTVT thì các xe chở quá tải 10%; 20%; 30% và 95% sẽ gây tổn hại đến tuổi thọ của cây cầu tăng lên 1,5; 2,0; 2,7 và 12,42 lần. Ngân sách nhà nước cũng đang nặng gánh về đầu tư hạ tầng giao thông, bảo trì hệ thống đường sá, trong khi các DN vận tải chở quá tải, gây hư hỏng về cầu đường.

Vì vậy chúng ta không thể chần chừ và cần phải xử lý nghiêm xe chạy quá tải. Để không xảy ra những hậu quả đáng tiếc do việc xe chạy quá tải gây ra như đã trình bày:



Tích cực tuyên truyền ý thức cho các doanh nghiệp vận tải nói chung và người tham gia giao thông nói riêng về những hậu quả do việc chở quá tải gây ra. Triển khai làm bản cam kết không chở quá tải đối với các xí nghiệp vận tải lớn.

Cần phải đầu tư trang thiết bị cho đội ATGT, khôi phục và phát huy tối đa công suất của các trạm cân để không ảnh hưởng đến giao thông.

Xử lý nghiêm các xe cố tình vi phạm chở quá tải.

Đây là một bài toán nan giải đối với ngành giao thông, nhưng không phải chúng ta không làm được, nếu chúng ta cương quyết có thể xử lý tình trạng xe quá tải chạy trên đường.



## **KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

### **KẾT LUẬN**

Tác giả đã hoàn thành đề tài nghiên cứu khoa học của mình với những vấn đề chính: Giới thiệu phạm vi và nội dung nghiên cứu của đề tài: “ các hiện tượng hư hỏng kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm mới xây dựng – đề xuất giải pháp xử lý”.

Tác giả chủ yếu tập trung vào những vị trí kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm: Công trình cấp thoát nước; công trình hạ tầng kỹ thuật (điện, thông tin, các công trình khác); các công trình giao thông ngầm (tàu điện ngầm, hầm chui);.... Từ phạm vi nghiên cứu trên, tác giả đi khảo sát thực tế và chỉ ra các hiện tượng hư hỏng thường gặp của kết cấu nền mặt đường trên các công trình ngầm mới xây dựng.

Sau đó tác giả tổng hợp và phân loại các hư hỏng để tìm ra những nguyên nhân và nhóm nguyên nhân chính gây ra các hiện tượng hư hỏng này. Từ đó trên cơ sở nghiên cứu những ứng dụng thực tế, và tài liệu lý thuyết, cũng như các nghiên cứu của đồng nghiệp tác giả đã đề xuất các giải pháp xử lý phù hợp nhất theo hiện tượng hư hỏng và theo những nguyên nhân gây hư hỏng: Xử lý về mặt thiết kế quy hoạch cấu tạo mặt cắt ngang; Về mặt khảo sát và thiết kế; Về những mặt thi công, kiểm tra chất lượng; Xử lý các sự cố; ....

### **NHỮNG MẶT CÒN HẠN CHẾ CỦA ĐỀ TÀI**

Do thời gian có hạn nên phạm vi nghiên cứu của đề tài nghiên cứu khoa học còn hạn chế chưa giải quyết được tất cả các vấn đề có liên quan. Đây cũng là hướng phát triển đề tài của tác giả trong các báo cáo sau này khi tiếp tục xây dựng phát triển đề tài này của mình.

Có những hiện tượng hư hỏng do nhiều nguyên nhân gây ra, và có những nguyên nhân lại gây lên nhiều hiện tượng hư hỏng nhưng trong báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học còn chưa nêu được hết mối tương quan này.

### **KIẾN NGHỊ**

Trong thời gian tới tác giả tiếp tục nghiên cứu và phát triển đề tài của mình để giải quyết triệt để các vấn đề còn hạn chế. Như là nhiều hiện tượng





---

hư hỏng phổ biến sẽ được nghiên chi tiết để lập các bài tính xử lý cụ thể chứ không chỉ dừng lại ở hướng giải quyết, ví dụ như vấn đề thi công hố móng công trình ngầm, ....

Tác giả mong rằng các chuyên gia, các đồng nghiệp sau này tiếp tục giúp tác giả trong quá trình nghiên cứu phát triển đề tài của mình.

Tác giả cũng mong đề tài nghiên cứu của mình có thể được ứng dụng và hy vọng sẽ đóng góp ích cho khoa học, đào tạo, cho phát triển kinh tế xã hội nói chung và lĩnh vực giao thông nói riêng.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tiêu chuẩn thiết kế áo đường mềm (áo đường mềm – các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế) TCN 211-06.
2. Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô - Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4054-2005.
3. GS. TSKH. Nguyễn Văn Quảng, TS. Nguyễn Đức Nguyên – Tổ chức khai thác không gian ngầm (theo kinh nghiệm nước ngoài) – NXB Xây dựng 2006.
4. GS. VS. L. V. MAKÓPSKI – Công trình ngầm giao thông đô thị – TS. Nguyễn Đức Nguyên dịch, GS. TSKH Nguyễn Văn Quảng hiệu đính – NXB Xây dựng 2004.
5. GS. IU.S. FRÔLÔP, GS. D. M. GÔLITSUNSKI, GS A. P. LÊĐIÁP – Công trình ga và đường tàu điện ngầm – TS. Nguyễn Đức Nguyên dịch, GS. TSKH. Nguyễn Văn Quảng hiệu đính – NXB Xây dựng 2005.
6. Luật xây dựng số 16/2003/QH11 được Quốc hội khoá 11 thông qua ngày 26 tháng 11 năm 2003.
7. Nghị định của Chính phủ số 209/2004/NĐ-CP “Về quản lý chất lượng công trình xây dựng” ngày 16/12/2004.
8. Nghị định của Chính phủ số 41/2007/NĐ-CP “Về xây dựng ngầm đô thị” ngày 22 tháng 3 năm 2007.
9. Quyết định của Bộ Xây dựng số 04/2008/QĐ-BXD ngày 03 tháng 4 năm 2008 về việc ban hành “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch xây dựng”.
10. Luật Quy hoạch đô thị số 30/2009/QH12 được Quốc hội khoá 12 thông qua ngày 17/6/2009.
11. GS. TS. Nguyễn Quang Bích. Dự báo phòng ngừa khắc phục các sự cố kỹ thuật trong xây dựng công trình ngầm.
12. Mạng Internet.  
<http://www.munichre.com>; <http://www.ita-aites.com>;  
<http://www.tunnelonline.info>; <http://www.tunnelbuilder.com>