

Tiêu chuẩn thực hành

Ứng dụng sóng radar xuyên đất (GPR) trong đường ô tô

AASHTO R37-04¹

LỜI NÓI ĐẦU

- Việc dịch ấn phẩm này sang tiếng Việt đã được Hiệp hội Quốc gia về đường bộ và vận tải Hoa kỳ (AASHTO) cấp phép cho Bộ GTVT Việt Nam. Bản dịch này chưa được AASHTO kiểm tra về mức độ chính xác, phù hợp hoặc chấp thuận thông qua. Người sử dụng bản dịch này hiểu và đồng ý rằng AASHTO sẽ không chịu trách nhiệm về bất kỳ chuẩn mực hoặc thiệt hại trực tiếp, gián tiếp, ngẫu nhiên, đặc thù phát sinh và pháp lý kèm theo, kể cả trong hợp đồng, trách nhiệm pháp lý, hoặc sai sót dân sự (kể cả sự bất cẩn hoặc các lỗi khác) liên quan tới việc sử dụng bản dịch này theo bất cứ cách nào, dù đã được khuyến cáo về khả năng phát sinh thiệt hại hay không.
- Khi sử dụng ấn phẩm dịch này nếu có bất kỳ nghi vấn hoặc chưa rõ ràng nào thì cần đối chiếu kiểm tra lại so với bản tiêu chuẩn AASHTO gốc tương ứng bằng tiếng Anh.

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Left: 0.79", Right: 0.47", Top: 0.79", Bottom: 0.86", Section start: Odd page, Footer distance from edge: 0.5"

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Style1

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

TCVN xxxx:xx

AASHTO R37-04

Formatted: Portuguese (Brazil)

Tiêu chuẩn thực hành

Ứng dụng sóng radar xuyên đất (GPR) trong đường ô tô

AASHTO R37-04²

1 PHẠM VI ÁP DỤNG

1.1 Tiêu chuẩn thực hành này hướng dẫn kỹ sư đường bộ ứng dụng kỹ thuật sử dụng radar xuyên đất không tiếp xúc (GPR) trong lĩnh vực giao thông. Tiêu chuẩn này chỉ dẫn cho người kỹ sư cách sử dụng radar xuyên đất không tiếp xúc để khảo sát chiều dày lớp áo đường, khảo sát chất lượng của mặt đường mới được xây dựng, đánh giá lớp móng vật liệu hạt, xác định vùng bê tông nhựa bị phá hủy, và đánh giá tình trạng làm việc của mặt cầu. GPR có rất nhiều ứng dụng trong lĩnh vực giao thông, nó đòi hỏi người thí nghiệm phải có kinh nghiệm sử dụng thiết bị và khả năng đánh giá kết quả đầu ra.

2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

2.1 Tiêu chuẩn AASHTO:

- D 4748, Tiêu chuẩn thực hiện đánh giá chiều dày các lớp áo đường sử dụng radar sóng ngắn

2.2 Tiêu chuẩn liên Bang:

- FHWA/TX-92/1233-1, Ứng dụng hệ thống radar xuyên đất ở Texas, Viện Giao thông Texas và Cục quản lý đường bộ liên Bang, 1992

2.3 Báo cáo NCHRP:

- Báo cáo tổng hợp NCHRP 255, Sử dụng radar xuyên đất để đánh giá tình trạng làm việc của kết cấu dưới lớp bề mặt áo đường trong lĩnh vực giao thông: Báo cáo thực hành đường ô tô, ủy ban nghiên cứu giao thông, Hội đồng nghiên cứu quốc gia, 1998
- Báo cáo NCHRP 237, Xác định lỗ rỗng dưới mặt đường sử dụng sóng xung điện từ, ủy ban nghiên cứu giao thông, Hội đồng nghiên cứu quốc gia, 1981

2.4 Tiêu chuẩn SHRP:

- SHRP-P-397, Khảo sát bằng radar xuyên đất để xác định chiều dày các lớp áo đường, Chương trình nghiên cứu đường bộ, Hội đồng nghiên cứu quốc gia, 1994
- SHRP-S-92-105, Sự ăn mòn thép chịu lực liên quan đến khả năng làm việc của cầu bê tông cốt thép, Quyển 3: Phương pháp đánh giá tình trạng làm việc của mặt cầu phủ bê tông nhựa, Chương trình nghiên cứu đường bộ, Hội đồng nghiên cứu quốc gia, 1992

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: 14 pt

Formatted: Font: 22 pt

Formatted: Font: 16 pt

Formatted: Heading 1, No bullets or numbering, Border: Top: (No border)

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

Formatted: Heading 1, No bullets or numbering, Border: Top: (No border)

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

Formatted: Portuguese (Brazil)

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Portuguese (Brazil)

- SHRP-H-762, Phát triển thiết bị radar xuyên đất đánh giá tình trạng làm việc của mặt đường phục vụ công tác duy tu sửa chữa, Chương trình nghiên cứu đường bộ, Hội đồng nghiên cứu quốc gia, 1993

2.5 Báo cáo TRB:

- Hồ sơ nghiên cứu giao thông 1304, Khảo sát tình trạng làm việc của mặt cầu sử dụng radar: Nghiên cứu 28 trường hợp tại New England, ủy ban nghiên cứu giao thông, 1991
- Hồ sơ nghiên cứu giao thông 1344, Tự động hóa vẽ mặt cắt dọc các lớp kết cấu áo đường sử dụng radar – Nghiên cứu 4 trường hợp các khu đất khác nhau, ủy ban nghiên cứu giao thông, 1992

3 TÓM TẮT PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

Formatted: Portuguese (Brazil)

3.1 Các nghiên cứu cơ bản của GPR: radar xuyên đất sử dụng sóng radio như là nguồn năng lượng truyền xuống kết cấu áo đường và phản xạ tại mặt phân cách giữa các lớp. Sóng radio có chiều dài bước sóng ở phổ điện từ khoảng từ 0.001m tới 10m. GPR sử dụng bước sóng trong khoảng 0.1m đến 10m, đó là bước sóng dưới cùng của phổ bước sóng. Giống như tất cả các sóng điện từ, sóng radio truyền qua chân không với tốc độ của ánh sáng. Khi sóng radio truyền qua môi trường khác chân không, vận tốc truyền phụ thuộc vào hằng số điện môi của môi trường đó. Điện môi được định nghĩa là chất cách điện giữa 2 dây dẫn điện; hằng số điện môi của bất kỳ vật liệu nào được đo bằng khả năng của nó khi sử dụng nó làm chất cách điện của tu dieen. Ví dụ, không khí có hằng số điện môi là 1. Nếu không khí trong tu dieen được thay thế bằng mica thì điện dung tăng lên 6 lần, vì vậy mica có hằng số điện môi là 6. Hằng số điện môi của một số vật liệu được thể hiện ở Bảng 1

Formatted: Heading 1, No bullets or numbering, Border: Top: (No border)

Formatted: Portuguese (Brazil)

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

Bảng 1 - Hằng số điện môi của một số vật liệu xây dựng (tham khảo 8.5)

Vật liệu	Hằng số điện môi tương đối (ϵ_r)
Không khí	1
Nước (sạch)	81
Nước (có muối)	80
Cát (khô)	3-5
Cát (ướt)	20-30
Phù sa	5-30
Bùn	5-40
Đá granite	4-6
Đá vôi	4-8
Xi măng Portland	6-11
Bê tông nhựa	3-6

Formatted: Table Headings

Formatted: Table style1, Left

Formatted Table

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Table Style2

Formatted: Font: 10 pt

3.2 Tốc độ của sóng radar truyền qua một môi trường tỷ lệ nghịch với căn bậc 2 của hằng số điện môi tương đối ϵ_r của môi trường đó. Ví dụ, nếu vật liệu có hằng số điện môi là

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

4 có sóng radar truyền qua, thì sóng đó sẽ có tốc độ truyền bằng một nửa tốc độ của nó nếu truyền qua không khí ($\epsilon_r = 1$) và sóng đó sẽ có tốc độ nhanh gấp 2 lần tốc độ của nó nếu truyền qua vật liệu có $\epsilon_r = 16$. Nói chung, sóng radio truyền qua vật liệu điện môi, nhưng lại phản xạ ở vật liệu dẫn điện. Khi có ranh giới giữa 2 loại vật liệu có hằng số điện môi khác nhau, một số năng lượng radar sẽ phản xạ, phần còn lại sẽ truyền qua ranh giới đó. Thời gian yêu cầu để bước xung radar truyền từ nguồn phát đến mặt phân cách và quay gọi là thời gian 2 chiều đi về của xung, nó phụ thuộc vào chiều sâu của mặt phân cách và hằng số điện môi của vật liệu nằm trên mặt phân cách đó. Chiều sâu của mặt phân cách được tính dựa trên thời gian 2 chiều đi về của xung theo công thức:

$$d = v \times t/2$$

trong đó:

d = chiều sâu;

v = tốc độ; và

t = thời gian 2 chiều đi về.

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

3.3 Tốc độ của sóng radar phụ thuộc chủ yếu vào hằng số điện môi của môi trường, và có thể tính theo công thức dưới đây:

$$v = c / \sqrt{\epsilon_r}$$

trong đó:

c = tốc độ của ánh sáng.

Formatted: French (France)

Formatted: Bullets and Numbering

Field Code Changed

Từ Bảng 1 ta thấy, độ ẩm có ảnh hưởng lớn đến hằng số điện môi, tức là ảnh hưởng đến thời gian 2 chiều đi về, vì vậy vật liệu thấm nước nhiều hơn sẽ có tốc độ sóng thấp hơn.

3.4 Một tính chất khác mà GPR còn phụ thuộc đó là tính dẫn điện. Sự suy giảm của sóng radar (về cường độ và năng lượng) là nguyên nhân do tính dẫn điện cao của môi trường, do đó sóng sẽ xuyên nông hơn. Sự suy giảm của sóng liên quan tới phổ tần số phát ra bởi thiết bị: tần số cao, sự suy giảm của tín hiệu sẽ cao. Với hầu hết các vật liệu ở tình trạng khô ráo thì sự suy giảm của sóng không là vấn đề lớn, tuy nhiên đối với một số vật liệu như bê tông mới thi công (trong khoảng 180 ngày sau khi thi công) thì sự suy giảm tín hiệu có tác động lớn đến năng lượng phản xạ từ kết cấu áo đường.

Formatted: Bullets and Numbering

3.5 Ăngten của GPR không chỉ phát một tần số mà phát ra một dải tần số. Ví dụ ăng ten có mức phát 1GHz sẽ tạo ra dải tần số có giá trị trung bình là 1GHz. Tín hiệu này tạo ra xung ngắn, có thời gian giữa các xung dài vì thế tín hiệu phản xạ có thể ghi lại được. Xung tín hiệu sóng điện từ được ghi theo đơn vị nano giây trên đơn vị chiều dài, trong khi đó thời gian giữa các xung là hàng chục nghìn nano giây. Tín hiệu xung ở tần số cao có khoảng xung ngắn hơn: một tín hiệu 1GHz sẽ có xung 1 nano giây, trong khi đó tín hiệu 2GHz sẽ có xung là 0.5 nano giây trên đơn vị chiều dài.

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

4 Ý NGHĨA VÀ SỬ DỤNG

- 4.1 Rađa xuyên đất là kỹ thuật địa vật lý sử dụng sóng radio để lấy thông tin kết cấu dưới lớp bề mặt áo đường. Hệ thống vận hành bằng cách truyền năng lượng sóng xuống đất và ghi lại sóng phản xạ từ bề mặt phân cách của các lớp vật liệu có tính chất dẫn điện khác nhau. GPR được sử dụng trước đây vài thập kỷ như là công cụ khảo sát địa chất, ứng dụng trong lĩnh vực môi trường và nước ngầm. Gần đây hệ thống này được phát triển để sử dụng trong lĩnh vực giao thông, các ăngten không tiếp xúc sử dụng tần số cao có thể đi trên đường ô tô hay cầu với tốc độ của dòng giao thông trong khi thu thập số liệu. Thông tin từ hệ thống GPR này có thể dùng để xác định lỗ rỗng của kết cấu áo đường, xác định chiều dày áo đường, xác định độ ẩm và xác định tình trạng làm việc của mặt cầu.
- 4.2 Rađa xuyên đất có thể dùng làm thiết bị kiểm tra không phá hoại trong lĩnh vực giao thông, nhất là trong lĩnh vực quản lý mặt đường và mặt cầu. Tuy kỹ thuật này không được sử dụng thường xuyên trong các phòng giao thông của Bang, nhưng nó hứa hẹn sẽ thay thế các phương pháp truyền thống và phương pháp thử trong phòng thí nghiệm. Sự phát triển của GPR rất nhanh, đó là hệ thống phụ thuộc máy tính, vì thế nó sẽ được sử dụng rộng rãi trong các dự án giao thông tương lai, phụ thuộc vào mức độ phức tạp của công nghệ mức liên Bang hay các Bang.
- 4.3 Các hãng nếu có kế hoạch sử dụng dữ liệu GPR lớn, ví dụ sử dụng GPR như là một bộ phận của hệ thống quản lý mặt đường, phải có biện pháp mua nó sao cho hiệu quả nhất cũng như đầu tư con người để sử dụng nó. Giá thành đầu tư cho đào tạo cách dùng phần mềm để xử lý số liệu khá lớn. Vì vậy khi phần mềm trở nên thân thiện hơn, nó sẽ làm giảm giá thành đào tạo xuống.
- 4.4 Các hãng giao thông có kế hoạch sử dụng có giới hạn dữ liệu GPR, ví dụ như kiểm tra độ giảm cường độ của áo đường, có thể tìm thấy lợi ích của việc thuê nhà thầu tư vấn để khảo sát và phân tích hơn là đầu tư mua thiết bị cũng như là đầu tư cho công tác đào tạo sử dụng chúng.

5 DUNG CỤ VÀ THIẾT BỊ

- 5.1 Các loại hệ thống GPR - Có 2 loại hệ thống GPR cơ bản, chúng khác nhau ở loại ăng ten tạo sóng radar. Loại ăngten tiếp đất được sử dụng chủ yếu trong ứng dụng địa chất và môi trường. Chúng tạo sóng radar với tần số từ 50 đến 500MHz, dù một vài hệ thống có thể tạo ra sóng radar với tần số hơn 1GHz. Như tên gọi của chúng, ăngten tiếp đất phải tiếp xúc với mặt đất trong suốt quá trình khảo sát GPR, như vậy nó chỉ có thể kéo đi bằng tay hay bằng xe với tốc độ thấp (nhỏ hơn 10 km/h). Ăng ten trong hệ tiếp đất là loại ăng ten lưỡng cực, nó tạo ra tín hiệu phủ lên một diện tích rộng và phân xạ phân tán. Hệ thống này có khả năng cung cấp thông tin về lớp kết cấu dưới lớp bề mặt áo đường với chiều sâu lên tới 15m hay 16m, phụ thuộc vào điều kiện địa chất và tần số lựa chọn của ăngten, nhưng thông thường sẽ có ít thông tin ở lớp mặt bởi vì lý do được gọi là "tín hiệu liền mạch", nguyên nhân do không chính xác. Vấn đề này có thể giảm thiểu bởi việc lựa chọn hệ thống GPR có tần số cao nếu vị trí cần đo gần lớp mặt áo đường. Các hệ thống GPR tiếp đất được sử dụng trong việc tạo bản đồ đá gốc và địa tầng đất đá, thăm dò ổ bùn, đường ống, cũng như chất gây ô nhiễm.

Formatted: Portuguese (Brazil)

Formatted: Heading 1, No bullets or numbering, Border: Top: (No border)

Formatted: English (United States)

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

Formatted: Portuguese (Brazil)

Formatted: Heading 1, No bullets or numbering, Border: Top: (No border)

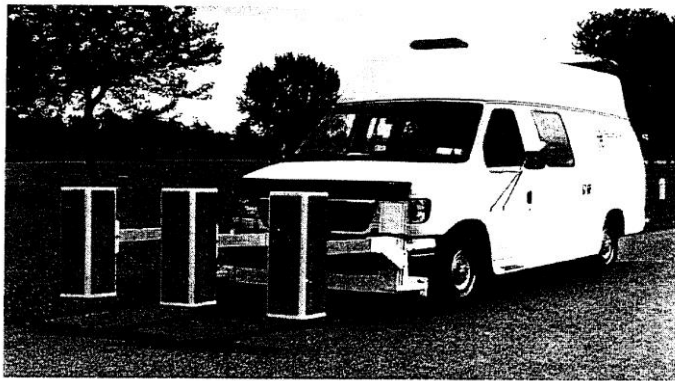
Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

5.1.1 Hệ thống GPR được sử dụng trong lĩnh vực giao thông, được nêu trong tiêu chuẩn này sử dụng ăng ten không tiếp xúc, nó không chạm bề mặt của đất do đó có thể khảo sát với tốc độ lên tới 80 km/h. Thông thường ăng ten trong hệ thống này được thiết kế dạng dầm nhọn, hơn là dầm có chiều rộng lớn được sử dụng trong hệ thống GPR tiếp đất, như vậy kết quả sẽ ít chịu ảnh hưởng của vùng phụ cận. Giá trị trung bình của giải tần số khoảng 1GHz, nhưng một vài hệ thống ngày nay có thể có tần số dưới 0.5GHz và cao hơn 2.5GHz. Với những tín hiệu tần số cao như vậy sẽ cho độ phân giải tốt, cho phép xác định được các lớp có chiều dày mỏng. Các hệ thống đo không tiếp xúc có lợi thế cung cấp thông tin gần bề mặt không giống như các hệ thống GPR tiếp đất. Mặt hạn chế của tín hiệu tần số cao là chỉ phù hợp với chiều sâu truyền chỉ giới hạn nhỏ hơn 0.6m. Vì thế, GPR không tiếp xúc có thể cung cấp thông tin về kết cấu mặt đường và lớp kê dưới, nhưng sẽ cung cấp rất ít thông tin ở dưới sâu hơn.

5.2 Thiết bị GPR - Một hệ thống GPR bao gồm những thành phần sau: một bộ tạo tín hiệu; một ăng ten dùng để phát và nhận tín hiệu xung radar; một máy ghi dùng để nhận và lưu tín hiệu; một máy xử lý tín hiệu để chuyển đổi dữ liệu xung thành dạng sóng; một màn hình để thể hiện kết quả; một máy lưu trữ dữ liệu. Chiếc ăng ten được đặt trên cột chống lắp trước hoặc sau xe khảo sát. Tất cả các thiết bị khác được để trong xe khảo sát. Thiết bị đo được định vị chắc chắn, ổn định để tạo độ chính xác nhất. Nếu có thể nên có một hệ thống quay video đồng bộ trong suốt quá trình khảo sát, để ghi lại bề mặt của kết cấu áo đường trong suốt quá trình đo. Nên có hai người vận hành quá trình khảo sát này, một người quan sát đảm bảo an toàn trong suốt quá trình đo, một người vận hành thiết bị.

5.2.1 Hệ thống GPR đơn giản nhất khi chỉ có một ăng ten. Trong quá trình khảo sát mặt đường, chiếc ăng ten này sẽ chạy trên từng làn để xác định chiều dày kết cấu. Nếu có điều kiện (loại trừ khảo sát mặt cầu) dùng nhiều ăng ten để cho kết quả chi tiết. Có thể làm bằng cách sử dụng một ăng ten với nhiều lần khảo sát lặp, hoặc sử dụng xe khảo sát có nhiều ăng ten (Hình 1). Tuy nhiên trong điều kiện lưu lượng giao thông lớn có hạn chế ra vào thì việc dùng xe khảo sát có nhiều ăng ten là có lợi hơn vì nó sẽ an toàn và ít phải ra và vào (nhập, tách) đường ô tô nơi cần khảo sát.



Hình 1 – Thiết bị GPR có nhiều ăng ten

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Style8

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

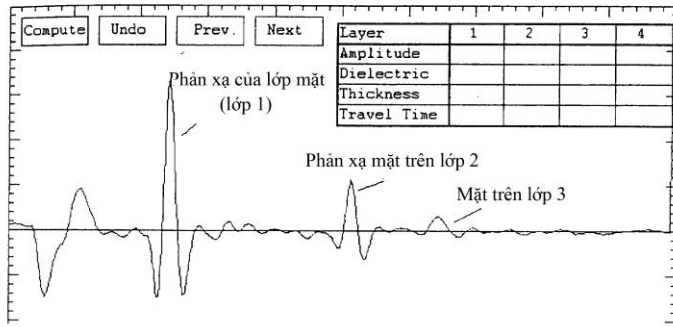
Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

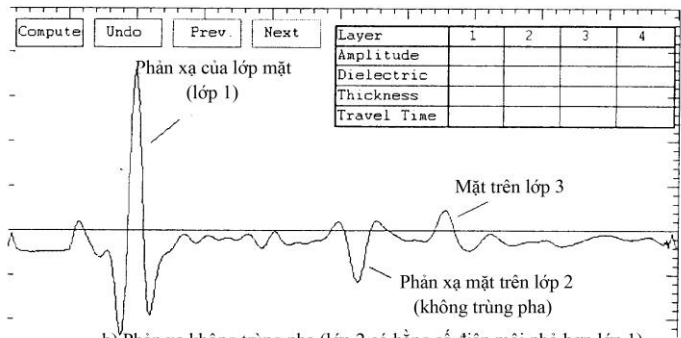
Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

5.3 **Dữ liệu đầu ra** - Khi năng lượng điện từ từ GPR truyền vào mặt đất, một số năng lượng đó sẽ phản xạ tại mặt phân cách giữa các lớp vật liệu có hằng số điện môi khác nhau, và được thu lại ở máy thu GPR; các xung radar phản xạ sẽ được hiện lên màn hình GPR. Năng lượng của xung radar phản xạ được chuyển thành dạng sóng hiện lên màn hình dạng biểu đồ biên độ theo đơn vị thời gian. Các phản xạ trùng pha với tín hiệu phát ra nếu xung động đi qua một lớp từ môi trường có điện môi thấp sang môi trường có điện môi lớn hơn và không trùng pha nếu đi từ môi trường có điện môi lớn sang môi trường có điện môi thấp hơn (Hình 2). Hình vẽ dạng sóng có thể vẽ với nhiều cách thể hiện khác nhau; một cách thể hiện đó là sử dụng phương pháp sóng cạnh nhau (Hình 3). Cách hay dùng nhất để thể hiện dữ liệu GPR là bằng hệ thống chỉ thị màu. Những đường thể hiện ở Hình 2 đánh màu dựa vào biên độ tín hiệu, các dải sóng khi đó có thể đặt cạnh nhau tạo ra một hình màu thể hiện trạng thái các lớp dưới tầng mặt như trên Hình 4.



a) Phản xạ trùng pha (hằng số điện môi tăng theo chiều sâu)



b) Phản xạ không trùng pha (lớp 2 có hằng số điện môi nhỏ hơn lớp 1)

Hình 2 - Các phản xạ GPR.

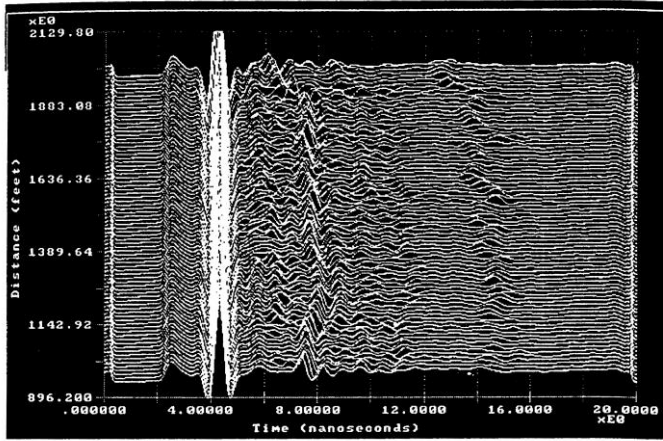
Formatted: Portuguese (Brazil)

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

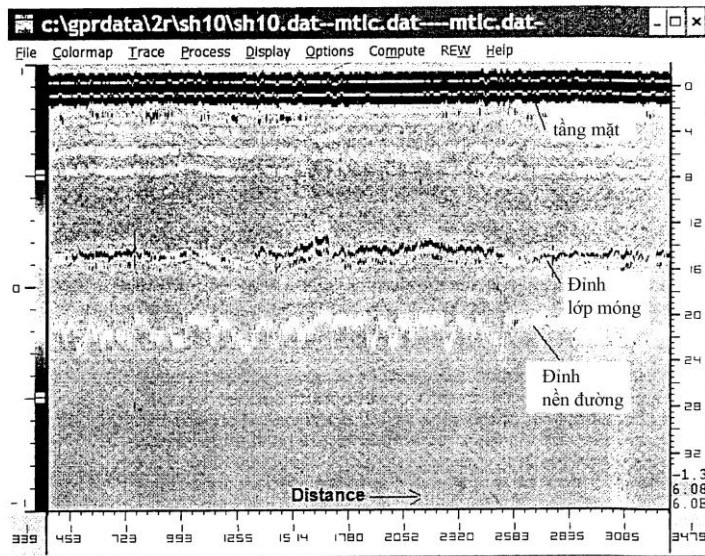
Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Style8



Hình 3 - Sóng phản xạ từ ảo đường ô tô



Hình 4 - Kết quả đầu ra dạng màu. Thước tỉ lệ thể hiện chiều sâu và khoảng cách (bên phải, và phía dưới)

5.3.1 Biên độ của dải sóng phụ thuộc vào hằng số điện môi giữa hai lớp vật liệu khác nhau; sự sai khác về điện môi lớn sẽ cho tín hiệu phản hồi có biên độ lớn. Hai lớp có thể khác nhau về tính chất vật liệu, nhưng trừ khi chúng có hằng số điện môi khác nhau nếu không nó sẽ không phản ánh rõ trên GPR. Biên độ phản xạ cũng phụ thuộc vào

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Style8

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Style8, Centered, No bullets or numbering

Formatted: English (United States)

Formatted: Heading 3, No bullets or numbering

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

tính dẫn điện của vật liệu mà xung radar truyền qua. Sự suy giảm điện môi (khả năng dẫn điện của vật liệu tăng lên) có xu hướng làm giảm tín hiệu, giảm biên độ và giảm sự phân biệt giữa các lớp.

5.4 Xử lý số liệu - Thiết bị GPR có thể tạo ra những dạng sóng với tỉ lệ 50 lần trên giây, hay 180.000 lần trên giờ (Mục 8.1). Vì thế nên lưu dự số liệu tính toán vào ổ cứng hoặc đĩa CDROM.

5.4.1 Tuy có sự trợ giúp của phần mềm xử lý và lưu trữ tín hiệu, nhưng vẫn phải lưu ý rằng hầu hết các thao tác vẫn phụ thuộc vào kinh nghiệm của người vận hành. Một số định dạng của phần mềm tạo số liệu vẫn được phát triển và đưa ra thị trường nhưng trong giai đoạn này chúng vẫn được sử dụng bởi các nhà thầu tư vấn GPR, và số ít các hãng của Bang. Các hãng của chính phủ quan tâm đến hệ thống GPR phải nhận thấy rằng thiết bị này đòi hỏi phải có sự đầu tư thích đáng cho người vận hành. Tốt nhất nên thuê nhà cung cấp GPR chuyên nghiệp để khảo sát.

5.4.2 Vật liệu làm áo đường rất phức tạp và tín hiệu truyền từ các lớp có chiều dày mỏng có thể gây khó khăn cho quá trình phân tích. Với các dự án quan trọng (như là xác định lỗ rỗng hay xác định lớp bê tông nhựa bị hư hỏng) cần phải sử dụng thêm biện pháp khoan lấy mẫu để kiểm tra kết quả. Trong tất cả các dự án GPR nên có thêm biện pháp khoan lấy mẫu (với số lượng vừa đủ) để đánh giá kết quả.

6 YẾU CẦU CHUNG

Formatted: Heading 1, No bullets or numbering, Border: Top: (No border)

6.1 Yêu cầu về tính năng - Khi mua thiết bị GPR ứng dụng trong đường ô tô, người mua được khuyến khích phải quan tâm đến tính năng ban đầu, tuổi thọ lâu dài của chúng khi sử dụng thường xuyên trên đường, cũng như những hỗ trợ về sản phẩm trong tương lai của nhà sản xuất. Tính năng ban đầu của hệ thống phải bao gồm khả năng đánh giá tín hiệu với độ ồn và tính ổn định của tín hiệu có như thế người sử dụng mới có được tín hiệu radar rõ ràng để thực hiện công việc.

Formatted: English (United States)

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

6.1.1 Yêu cầu tính năng của thiết bị có thể tham khảo ở phần 2 báo cáo của Viện nghiên cứu giao thông Texas 1233-1, "Ứng dụng hệ thống radar xuyên đất ở Texas" (1992). Những phương pháp này được phát triển cho phòng giao thông của Texas và cũng đã được sử dụng bởi phòng giao thông Bang Florida và Bắc Carolina.

6.2 Thuê nhà thầu tư vấn - Các hãng của các Bang nếu sử dụng GPR với công việc có giới hạn và không mong muốn sở hữu riêng thiết bị GPR thì nên thuê nhà thầu tư vấn để thực hiện công việc đó. Chủ đầu tư cần chắc chắn rằng nhà tư vấn đó có đủ phần cứng và phần mềm cho công việc đó và có kinh nghiệm thực hiện công việc liên quan đến lĩnh vực giao thông này. Nhà tư vấn phải có khả năng cung cấp các tài liệu tham khảo và thống kê những kinh nghiệm có liên quan đến lĩnh vực GPR mà họ được thuê thực hiện. Kết quả cuối cùng của nhà tư vấn phải phù hợp với kết quả bằng thí nghiệm khoan lấy mẫu để kiểm tra chất lượng.

6.3 Ảnh hưởng của môi trường - Công tác khảo sát GPR không nên thực hiện ở nơi có nước đọng, tuyết hay băng trên bề mặt của áo đường vì giá trị điện môi cao của nước sẽ làm giảm tín hiệu điện từ và làm đỉnh biên độ của tín hiệu phản hồi không đúng. Sự hiện diện của muối chống đóng băng trên bề mặt đường cũng có ảnh hưởng tương tự.

Formatted: Heading 2

7 ỨNG DỤNG TRONG LĨNH VỰC GIAO THÔNG

7.1 GPR là công cụ có rất nhiều ứng dụng trong lĩnh vực đường bộ như khảo sát chiều dày áo đường, quản lý chất lượng mặt đường mới xây dựng, tìm kiếm lỗ rỗng dưới mặt đường, đánh giá vật liệu hạt, vẽ vùng có lớp bê tông nhựa bị hư hỏng và đánh giá bản mặt cầu.

7.2 Khảo sát chiều dày mặt đường - Đây là một trong những ứng dụng có ích nhất của GPR trong lĩnh vực giao thông, trong công tác quản lý mặt đường; phương pháp này được mô tả trong ASTM D 4748-87. Dữ liệu GPR có thể sử dụng trong bước đầu tiên của quá trình khảo sát chiều dày mặt đường, tiếp theo là quá trình khảo sát đo vồng vật rơi, cuối cùng là khoan lấy mẫu. GPR có thể sử dụng để xác định chiều dày của lớp áo đường trên cùng và xác định sự thay đổi bất thường trong kết cấu (ví dụ thay đổi loại móng). Lưu ý rằng rất khó để xác định chiều dày lớp móng của mặt đường cũ bằng cách sử dụng GPR bởi vì vật liệu của lớp móng trên và móng dưới có thể trộn lẫn theo thời gian vì thế sẽ không có sự khác biệt điện môi giữa các lớp đó do đó ta sẽ không có sự phản xạ radar rõ ràng từ mặt phân cách của chúng. Nói chung sử dụng GPR trong mặt đường mềm tốt hơn mặt đường cứng bởi vì bê tông nhựa sẽ phản xạ tốt hơn còn mặt đường cứng có xu hướng làm giảm tín hiệu radar hơn so với bê tông nhựa. Nếu mặt đường bê tông xi măng nằm trên lớp móng gia cố xi măng thì sẽ không có phản xạ bởi vì 2 vật liệu này có cùng giá trị điện môi. Hơn nữa, GPR không nên sử dụng cho mặt đường bê tông xi măng nhỏ hơn 180 ngày tuổi do nó vẫn còn có độ ẩm cao.

7.2.1 Ứng dụng tốt nhất của GPR là trong lĩnh vực khảo sát chiều dày áo đường bởi vì nó cung cấp dữ liệu liên tục mà không phá hủy và không phải cấm xe lưu thông trên đường.

7.3 Quản lý chất lượng của mặt đường mới xây dựng - GPR là công cụ sử dụng để quản lý chất lượng sau khi xây dựng áp dụng rất tốt trong các dự án sử dụng mặt đường bê tông nhựa. Các bề mặt giữa đáy lớp móng áo đường và nền có thể cho các phản xạ radar rõ ràng. GPR có thể sử dụng để kiểm tra độ chính xác của chiều dày áo đường, có thể xác định được khuyết tật do thi công, và phân tầng của bê tông nhựa; sự đồng nhất hay khuyết tật của lớp sẽ phản xạ lên bề mặt trên và dưới của lớp. Nếu có một khuyết tật bên trong lớp nó sẽ xuất hiện như là phản xạ thêm giữa các phản xạ trên và dưới cả lớp đó.

7.3.1 Thăm dò sự phân tầng bằng GPR - Biên độ của phản xạ bề mặt của mặt bê tông nhựa mới liên quan với tỷ trọng của lớp đó. Sự giảm biên độ đáng kể sẽ xác định được vùng có tỷ trọng nhỏ. Sự phân tầng của bê tông nhựa và các khe nối thi công dọc sẽ là nguyên nhân làm giảm biên độ của phản xạ bề mặt và điện môi tính toán bề mặt. Hình 5 thể hiện một ví dụ về bề mặt bê tông nhựa bình thường và phân tầng.

7.4 GPR không ứng dụng tốt với mặt đường bê tông xi măng mới được xây dựng bởi vì sóng radar giảm mạnh bởi bê tông do có độ ẩm cao. Vì vậy không nên dùng GPR trong thời gian 180 ngày sau khi thi công.

7.5 Khảo sát lỗ rỗng dưới mặt đường - Lỗ rỗng có thể phát triển dưới mặt đường bê tông xi măng, thông thường là dưới các liên kết. GPR được sử dụng rất hữu hiệu trong việc

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Portuguese (Brazil)

Formatted: Heading 1, No bullets or numbering, Border: Top: (No border)

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

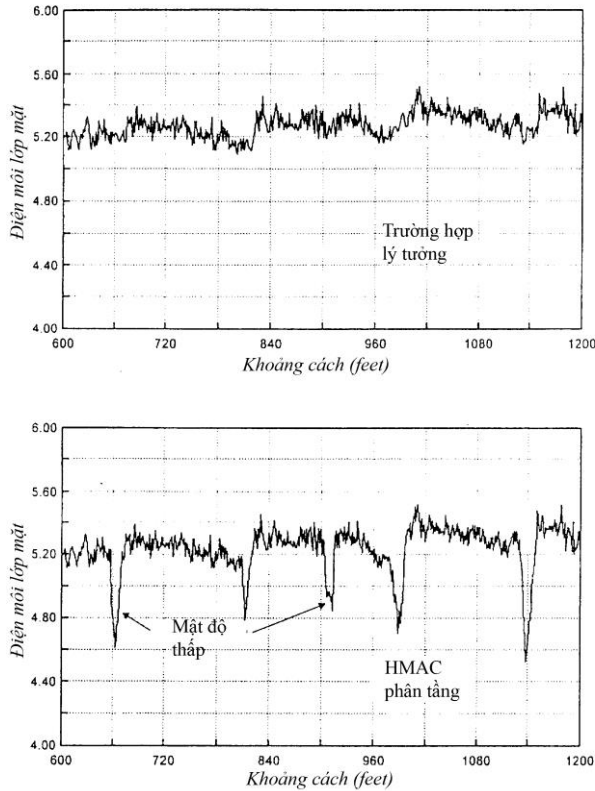
Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Portuguese (Brazil)

xác định vị trí của các lỗ rỗng chứa nước. Tuy nhiên nó sẽ không hiệu quả nếu tìm thể tích của lỗ rỗng chứa nước và rất khó có thể phân biệt giữa vùng có lỗ rỗng chứa nước với vùng móng bão hoà nước. GPR có thể sử dụng để định vị lỗ rỗng chứa không khí dưới tấm bê tông, nhưng lỗ rỗng chứa không khí ấy phải có chiều dày ít nhất là 15mm. Nếu lỗ rỗng đó do nguyên nhân vật liệu bị thất thoát ở chiều sâu đáng kể dưới mặt đường ví dụ, sự di chuyển của vật liệu qua cống hay đường ống chôn dưới đất có thể là nguyên nhân lỗ rỗng tiến triển lên trên bề mặt, hệ thống radar mặt đất có thể được sử dụng để xác định kích cỡ và vị trí của lỗ rỗng dưới sâu. Công việc này có thể thực hiện qua việc khảo sát GPR qua 2 bước, đầu tiên sử dụng hệ thống ăng ten không tiếp xúc để xác định lỗ rỗng dưới mặt đường, sau đó sử dụng hệ thống nối đất để tìm nếu lỗ rỗng nằm ở độ sâu hơn.

Khảo sát GPR xác định sự phân tầng của bê tông át phan



Formatted: Font: (Default) Arial

Hình 5 - Giá trị điện môi mặt đường bê tông nhựa chặt và bê tông nhựa phân tầng

Formatted: Style8

7.6 Đánh giá lớp móng vật liệu hạt - Phản xạ radar từ trên bề mặt của lớp móng sẽ có biên độ phụ thuộc vào hằng số điện môi của vật liệu hạt lớp móng; nếu lớp móng ẩm có độ

Formatted: Heading 2, No bullets or numbering

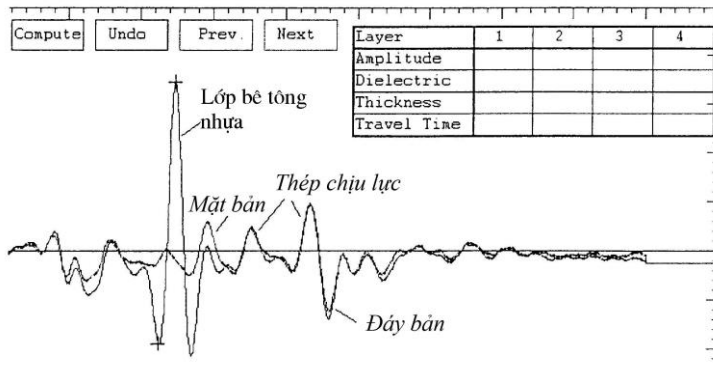
Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

ẩm cao sẽ cho trị số điện môi tính toán cao. Lớp móng có độ ẩm cao sẽ cho kết quả phân xạ cao. Giá trị điện môi từ 10 đến 16 thể hiện lớp móng ẩm ướt, nếu giá trị độ trên 16 thì vùng có điện tích ẩm ướt sẽ có cường độ chui cắt nhỏ và có thể bị phá hủy khi băng tan (phần 8.2).

7.7 **Xác định vùng bê tông nhựa bị phá hủy** - Hiện tượng phá hủy trong bê tông nhựa là do liên kết giữa bê tông nhựa và cốt liệu bị phá hủy, do đó tạo ra vùng có tỷ trọng thấp. Các lớp bê tông nhựa hư hỏng này nên phá bỏ trước khi vá lại. Lớp bê tông nhựa bị phá hủy sẽ hiện lên trong quá trình khảo sát radar với đỉnh phản xạ không trùng pha (Hình 2b) bởi vì sóng radar đi từ vật liệu có điện môi cao sang vật liệu có điện môi thấp hơn; giá trị điện môi thấp phụ thuộc vào tỷ trọng thấp của vật liệu khô và rời rạc đó.

7.8 **Đánh giá mặt cầu** - Sự phá vỡ mặt cầu là kết quả của sự phân cách giữa bê tông và cốt thép do nguyên nhân thép bị ăn mòn; thép bị ăn mòn là do lượng clorua tăng do muối làm tan băng thấm vào bê tông. Phương pháp truyền thống để xác định sự phá vỡ này bằng cách sử dụng búa và xích kéo, phương pháp này không phù hợp với trường hợp mặt cầu được phủ bê tông nhựa và việc khoan lấy mẫu sẽ làm ảnh hưởng đến giao thông trên cầu. Vì lý do đó GPR sẽ là công cụ rất tốt để xác định vị trí mặt cầu được phủ bê tông nhựa bị phá hủy. Một trong các phương pháp phân tích GPR là đo giá trị điện môi của bê tông: nếu bê tông có độ ẩm cao và chứa lượng clorua cao sẽ có hiện tượng ăn mòn và bê tông sẽ bị phá vỡ khi đó sẽ có phản xạ lớn tại bề mặt phân cách giữa bê tông và lớp bê tông nhựa phủ mặt (Mục 8.3). Một phương pháp GPR khác là đo biên độ phản xạ dưới mặt cầu, khi sóng radar phản xạ lại sẽ cho phản xạ ngược (Hình 6). Nếu tín hiệu sóng radar bị suy giảm nhiều đó là do trong mặt cầu bê tông có sự xuất hiện của độ ẩm và chất clorua, biên độ của tín hiệu phản xạ sẽ giảm xuống đáng kể (Mục 8.1).



Hình 6 - Ví dụ kết quả đo radar dạng sóng của mặt cầu phủ bê tông nhựa (kết quả đã được xử lý để có được sự phản xạ rõ nhất từ mặt bê tông). Vấn đề không kết dính của bê tông có thể được dự đoán được dựa trên phản xạ phía trên mặt tăng lên một cách đáng kể hay

7.8.1 GPR sẽ không phù hợp với mặt cầu có ngập nước và muối làm tan băng trên bề mặt, hay tại thời điểm có nhiệt độ tạo tuyết; tất cả những yếu tố trên ảnh hưởng tới tính chất điện môi của bê tông làm cho tín hiệu radar không hiệu quả.

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Centered

Formatted: Heading 3

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

- SHRP-S-92-105, Sù òn mìn thĐp chĐu lúc liĐn quan @Òn khĐn òng lĐm viĐc cĐa cĐu bĐ tĐng cĐt thĐp, QuyĐn 3: PhĐng phĐp @, nhĐ giĐ, trĐnh trĐng lĐm viĐc cĐa m/Đt cĐu phĐ bĐ tĐng nhĐa, ChĐng trĐnh nghiĐn cĐu @ Đng bĐ, HĐi ĐĐng nghiĐn cĐu quĐc giĐ, 1992
- SHRP-H-762, PhĐt triĐn thiĐt bĐ raĐa xuyĐn @Đt @, nhĐ giĐ, trĐnh trĐng lĐm viĐc cĐa m/Đt @ Đng phĐc vĐ cĐng tĐc duy tu sĐa chĐa, ChĐng trĐnh nghiĐn cĐu @ Đng bĐ, HĐi ĐĐng nghiĐn cĐu quĐc giĐ, 1993

Formatted: Bullets and Numbering

2.5. B, o, c, o TRB:

- HĐ sĐ nghiĐn cĐu giao thĐng 1304, KhĐlĐ sĐ, tĐnh trĐng lĐm viĐc cĐa m/Đt cĐu sĐ Đng raĐa: NghiĐn cĐu 28 trĐng hip tĐi New-England, òy ban nghiĐn cĐu giao thĐng, 1991
- HĐ sĐ nghiĐn cĐu giao thĐng 1344, TĐ ĐĐng hĐa vĐ m/Đt cĐt ĐĐc cĐc lip kĐt cĐu, o @ Đng sĐ Đng raĐa— NghiĐn cĐu 4 trĐng hip cĐc khu @Đt khĐc nhĐu, òy ban nghiĐn cĐu giao thĐng, 1992

3. TĐM TĐT PHĐNG PHĐP

Formatted: Bullets and Numbering

3.1. CĐc nghiĐn tĐc cĐ bĐĐn cĐa GPR: raĐa xuyĐn @Đt sĐ Đng sĐng radio nhĐ lĐ nguĐn òng lĐng truyĐn xuĐng kĐt cĐu, o @ Đng vĐ phĐĐn xĐ tĐi m/Đt phĐn cĐc lip giĐa cĐc lip. SĐng radio cĐ chiĐu Đui bĐc sĐng Đ phĐ @Đn tĐ khĐĐng tĐ 0.001m tĐi 10m. GPR sĐ Đng bĐc sĐng trong khĐĐng 0.1m @Đn 10m, @Đ lĐ bĐc sĐng Đ Đi cĐng cĐa phĐ bĐc sĐng. GiĐng nhĐ tĐt cĐc cĐc sĐng @Đn tĐ, sĐng radio truyĐn qua chĐn khĐng vĐi tĐc @Đ cĐa, nhĐ sĐng. Khi sĐng radio truyĐn qua mĐi trĐng khĐc chĐn khĐng, vĐn tĐc truyĐn phĐ thuĐc vĐo hĐng sĐ @Đn mĐi cĐa mĐi trĐng @Đ. ĐĐn mĐi @Đc ĐĐnh nghĐa lĐ chĐt cĐc chĐĐn giĐa 2 ĐĐy ĐĐn @Đn; hĐng sĐ @Đn mĐi cĐa bĐt kĐ vĐt liĐu nĐo @Đc @o bĐng khĐn òng cĐa nĐ khi sĐ Đng nĐ lĐm chĐt cĐc chĐĐn cĐa tĐ @Đn. VĐ ĐĐ, khĐng khĐ cĐ hĐng sĐ @Đn mĐi lĐ 1. NĐu khĐng khĐ trong tĐ @Đn @Đc thay thĐ bĐng mica thĐ @Đn Đng tĐng lĐn 6 lĐn, vĐ vĐy mica cĐ hĐng sĐ @Đn mĐi lĐ 6. HĐng sĐ @Đn mĐi cĐa mĐt sĐ vĐt liĐu @Đc thĐ hiĐn Đ BĐng 1.

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Font: (Default) Arial, English (United States)

Formatted: Font: (Default) Arial

BĐng 1 HĐng sĐ @Đn mĐi cĐa mĐt sĐ vĐt liĐu xĐy Đng (thĐ khĐlĐ 8.5)
 VĐt liĐu HĐng sĐ @Đn mĐi tĐng @Đi

	(cĐ)
KhĐng khĐ	4
NĐc (sĐch)	84
NĐc (cĐ muĐi)	80
CĐt (khĐ)	3-5
CĐt (-it)	20-30
PhĐsa	5-30
BĐn	5-40
ĐĐ granite	4-6
ĐĐ vĐi	4-8
XĐ mĐng-Portland	6-11
BĐ tĐng nhĐa	3-6

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

3.2. TĐc @Đ cĐa sĐng raĐa truyĐn qua mĐt mĐi trĐng tĐ ĐĐng nghĐch vĐi cĐn bĐc 2 cĐa hĐng sĐ @Đn mĐi tĐng @Đi cĐc cĐa mĐi trĐng @Đ. VĐ ĐĐ, nĐu vĐt liĐu cĐ hĐng sĐ @Đn mĐi lĐ 4 cĐ sĐng raĐa truyĐn qua, thĐ sĐng @Đ sĐ cĐ tĐc @Đ truyĐn bĐng mĐt nĐa tĐc @Đ cĐa nĐ nĐu truyĐn qua khĐng khĐ (cĐ=1) vĐ sĐng @Đ sĐ cĐ tĐc @Đ nhanh gĐp 2 lĐn tĐc @Đ cĐa nĐ nĐu truyĐn qua vĐt liĐu cĐ cĐ=16. NĐi chĐng, sĐng radio truyĐn qua vĐt liĐu @Đn mĐi, nhĐng lĐi

Formatted: Portuguese (Brazil)

phần x1 ở vết liều đến @i. Khi cả ranh giới giữa 2 lo'i vết liều cả h»ng sè @i m«i kh,c nhau, môt sè n»ng l»ng ra@a sĩ phần x1, phÇn cÇn l'i sĩ truyÖn qua ranh giới @ã. Thời gian y»u cÇu @i b-íc xung ra@a truyÖn tõ nguån ph,t @i m/Et phÇn c, ch vụ quay gãi lự thời gian 2 chiÖu @i vÖ cña xung, nã phö thüc v»o chiÖu sÇu cña m/Et phÇn c, ch vụ h»ng sè @i m«i cña vết liều n»m tr»n m/Et phÇn c, ch @ã. ChiÖu sÇu cña m/Et phÇn c, ch @i tÝnh ðua tr»n thời gian 2 chiÖu @i vÖ cña xung theo c»ng thøc:

d = v x t/2
trong @ã:
d = chiÖu sÇu;
v = tốc @é; v»
t = thời gian 2 chiÖu @i vÖ.

3.3.Tốc @é cña sãng ra@a phö thüc chñ yÖu v»o h»ng sè @i m«i cña m«i tr-êng, v» cả thÖ tÝnh theo c»ng thøc d-ii @y:

v = c / sqrt(epsilon)
trong @ã:
epsilon = tốc @é cña ,nh s,ng.

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Tõ B»ng 1 ta thÊy, @é Êm cã ãnh h-êng lín @i h»ng sè @i m«i, t»c lự ãnh h-êng @i thoi gian 2 chiÖu @i vÖ, v» vÊy vết liều thÊm n-íc nhiÖu h»n sĩ cả tốc @é sãng thÊp h»n.

3.4.Môt tÝnh chÊt kh,c m» GPR cÇn phö thüc @ã lự tÝnh ðến @i. Sù suy giã m cña sãng ra@a (vÖ c-êng @é v» n»ng l-ìng) lự nguy»n nhÇn do tÝnh ðến @i cao cña m«i tr-êng, do @ã sãng sĩ xuy»n n»ng h»n. Sù suy giã m cña sãng li»n quan tii ph» tÇn sè ph,t ra bòi thiÖt b» tÇn sè cao, sù suy giã m cña tÝn hiÖu sĩ cao. Vii hÇu hÖt c,c vết liều ã t»nh tr»ng kh« r,o th» sù suy giã m cña sãng kh»ng lự vÈn @i lín, tuy nhi»n @i vii môt sè vết liều nh- b» t»ng mii thi c»ng (trong kho»ng 180 nguy sau khi thi c»ng) th» sù suy giã m tÝn hiÖu cả t,c @éng lín @i n»ng l-ìng phần x1 tõ kÖt cËu ,o @-êng.

Formatted: Bullets and Numbering

3.5.;ngten cña GPR kh»ng chØ ph,t môt tÇn sè m» ph,t ra môt ðñi tÇn sè. VÝ ðo ñng ten cã m»c ph,t 1GHz sĩ t'o ra ðñi tÇn sè cã gi, tr» trung b»nh lự 1GHz. TÝn hiÖu n»y t'o ra xung ng»n, cả thoi gian gi:a c,c xung ðui v» thÖ tÝn hiÖu phần x1 cả thÖ ghi l'i @i. Xung tÝn hiÖu sãng @i tõ @i ghi theo @-n v» nano gi»y tr»n @-n v» chiÖu ðui, trong khi @ã thoi gian gi:a c,c xung lự h»ng chöc ngh»n nano gi»y. TÝn hiÖu xung @i tÇn sè cao cả kho»ng xung ng»n h»n: môt tÝn hiÖu 1GHz sĩ cả xung 1 nano gi»y, trong khi @ã tÝn hiÖu 2GHz sĩ cả xung lự 0.5 nano gi»y tr»n @-n v» chiÖu ðui.

4.Ý NGHĨA V» SÒ DÔNG

4.1.Ra@a xuy»n @Êt lự kù thuÊt @pa vÊt lý sò ðông sãng radio @i lÊy th»ng tin kÖt cËu d-ii lip bÖ m/Et ,o @-êng. HÖ thòng vÈn h»nh b»ng c, ch truyÖn n»ng l-ìng sãng xuòng @Êt v» ghi l'i sãng phần x1 tõ bÖ m/Et phÇn c, ch cña c,c lip vết liều cả tÝnh chÊt ðến @i kh,c nhau. GPR @i sò ðông tr-íc @y v»i thÊp kù nh- lự c»ng cõ kh»o s,t @pa chÊt, ðng ðông trong l'ình vùc m«i tr-êng v» n-íc ngÇm. GÇn @y hÖ thòng n»y @i ph,t triÖn @i sò ðông trong l'ình vùc giao th»ng, c,c ñngten kh»ng tiÖp xúc sò ðông tÇn sè cao cả thÖ @i tr»n @-êng « t» hay cÇu vii tốc @é cña ðng giao th»ng trong khi thu thÊp sè liÖu. Th»ng tin tõ hÖ thòng GPR n»y cả thÖ ðing @i x,c @bñh lç r»ng cña kÖt cËu ,o @-êng, x,c @bñh chiÖu ðuy ,o @-êng, x,c @bñh @é Êm v» x,c @bñh t»nh tr»ng l»m viÖc cña m/Et cÇu.

Formatted: Bullets and Numbering

4.2.Ra@a xuy»n @Êt cả thÖ ðing l»m thiÖt b» kiÖm tra kh»ng ph, hoi trong l'ình vùc giao th»ng, nhÊt lự trong l'ình vùc qu»n lý m/Et @-êng v» m/Et cÇu. Tuy kù thuÊt n»y kh»ng @i

số đông thông xuyên trong các phần giao thông của Bang, nhng nh hsa hNn sl thay thO c,c phng ph, p truyOn thng vj phng ph, p th trong phng thY nghiOm. Sù ph, t triOn của GPR rEt nhanh, @ã lự hO thng pho thuoc m, y tYnh, vx thO nã sl @ic số đông róng ri trong c,c dù ,n giao thng tng lai, pho thuoc vj m c @c phoc t'p của cng nghO m c li n Bang hay c,c Bang.

4.3. C,c h ng nO u cã kO ho'ch số đông d: liO u GPR lin, vY dO số đông GPR nh lự mót bó phEn của hO thng qu n lý m/Et @ng, ph i cã biOn ph, p mua nã sao cho hiO u qu n nhEt cng nh @Cu t con ng ãi @O số đông nã. Gi, thvnh @Cu t cho @m o t'lo c, ch dng phCn mOm @O xõ lý số liO u kh, lin. Vx vEy khi phCn mOm trõ nãn thOn thiOn h=n, nã sl lựm gi m gi, thvnh @m o t'lo xuong.

4.4. C,c h ng giao thng cã kO ho'ch số đông cã gi i h'n d: liO u GPR, vY dO nh kiOm tra @c gi m c @ng @c của ,o @ng, cã thO t xm thEy lii Ych của viO c thuã nhj thCu t vEn @O kh i o s,t vj phOn tYch h=n lự @Cu t mua thiOt b'p cng nh lự @Cu t cho cng t,c @m o t'lo số đông chng.

5. THIOT BP

5.1. C,c lo'i hO thng GPR - Cã 2 lo'i hO thng GPR c- b i n, chng kh, c nhau ẽ lo'i "ng ten t'lo sãng ra@a. Lo'i "ng ten tiOp @Et @ic số đông chã yO u trong ãng ãng @pa chEt vj m i tr ãng. Chng t'lo sãng ra@a v i tCn sã tã 50 @On 500MHz, dĩ mót vj hO thng cã thO t'lo ra sãng ra@a v i tCn sã h=n 1GHz. Nh tãn gãi của chng, "ng ten tiOp @Et ph i tiOp xoc v i m/Et @Et trong suet qu, trxn kh i o s,t GPR, nh vEy nã chO cã thO kDo @i b"ng tay hay b"ng xe v i tãc @c thEp (nhã h=n 10 km/h). "ng ten trong hO tiOp @Et lự lo'i "ng ten l ing cùc, nã t'lo ra tYn hiO u ph i l n mót diOn tYch róng vj ph i n x' phOn t,n. HO thng nuy cã kh i n "ng cung cEp thng tin vO lip kO t cE u d i lip bO m/Et ,o @ng v i chiO u sO u l n t i 15m hay 16m, pho thuoc vj o iO u kiOn @pa chEt vj tCn sã l ã chãn của "ng ten, nh ng thng th ãng sl cã Yt thng tin ẽ lip m/Et bõi vx lý do @ic gãi lự "tYn hiO u liOn m'ch", nguyãn nhOn @o kh "ng chYnh x,c. VEn @O nuy cã thO gi m thiO u bõi viO c l ã chãn hO thng GPR cã tCn sã cao nO u v'p tr'p cCn @o gCn lip m/Et ,o @ng. C,c hO thng GPR tiOp @Et @ic số đông trong viO c t'lo b i n @ã @, gac vj @pa tCng @Et @, th m d'ã æ bin, @ng ãng, cng nh chEt gOy " nghiOm.

5.1.1. H O thng GPR @ic số đông trong l ãnh vùc giao thng, @ic nãu trong t i u ch u n nuy sã ãng "ng ten kh "ng tiOp xoc, nã kh "ng ch m bO m/Et của @Et do @ã cã thO kh i o s,t v i tãc @c l n t i 80 km/h. Thng th ãng "ng ten trong hO thng nuy @ic thiOt kO d'ng dCm nhãn, h=n lự dCm cã chiO u róng lin @ic số ãng trong hO thng GPR tiOp @Et, nh vEy kO t qu i sl Yt ch'p i nh h ãng của v i ng pho cE n. Gi, tr'p trung bxn h của gi i tCn sã kho i ng 1GHz, nh ng mót vj hO thng nuy nay cã thO cã tCn sã d i i 0.5GHz vj cao h=n 2.5GHz. V i nh: ng tYn hiO u tCn sã cao nh vEy sl cho @c phOn gi i tãt, cho phDp x,c @pnh @ic c,c lip cã chiO u d'v mãng. C,c hO thng @o kh "ng tiOp xoc cã l i thO cung cEp thng tin gCn bO m/Et kh "ng giãng nh c,c hO thng GPR tiOp @Et. M/Et h'n chO của tYn hiO u tCn sã cao lự chO phi h i p v i chiO u sO u truyOn chO gi i h'n nhã h=n 0.6m. Vx thO, GPR kh "ng tiOp xoc cã thO cung cEp thng tin vO lip kO t cE u m/Et @ng vj lip kO d i i, nh ng sl cung cEp rEt Yt thng tin ẽ d i i sO u h=n.

5.2. ThiOt b'p GPR - Mót hO thng GPR bao gãm nh: ng thvnh phCn sau: mót bó t'lo tYn hiO u; mót "ng ten dng @O ph, t vj nhEn tYn hiO u xung ra@a; mót m, y ghi dng @O nhEn vj l u tYn hiO u; mót m, y xõ lý tYn hiO u @O chuyOn @ãi d: liO u xung thvnh d'ng sãng; mót m'v hxn h @O thO hiOn kO t qu i; mót m, y l u tr: d: liO u. ChiO c "ng ten @ic @/Et trãn cõt chng l ¼p tr ic ho/Ec sau xe kh i o s,t. TEt c i c,c thiOt b'p kh, c @ic @O trong xe kh i o s,t. ThiOt b'p @o @ic @pnh v'p ch ¼c ch ¼n, æn @pnh @O t'lo @c chYnh x,c nhEt. N O u cã thO nãn cã mót hO thng

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

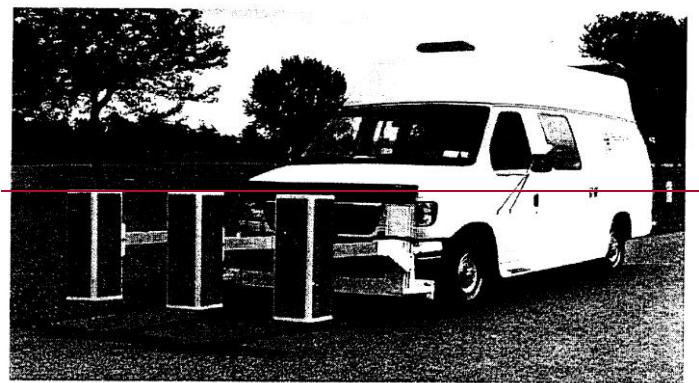
Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Portuguese (Brazil)

quay video ở bên trong suốt quá trình khảo sát, ghi lại bộ môn của kết cấu ở bên trong suốt quá trình. Nếu cần hai người vận hành quá trình khảo sát này, một người quan sát làm báo an toàn trong suốt quá trình, một người vận hành thiết bị.

5.2.1. Hệ thống GPR nên gắn kết khi chở cả một tầng. Trong quá trình khảo sát mặt đất, chỉ có tầng này sẽ chịu tải trọng lớn ở các bình chi đầu dự kết cấu. Nếu cần ở đầu kiềng (loại trở khảo sát mặt đất) dùng nhiều tầng cho kết quả chi tiết. Các thông số về số tầng, số tầng và nhiều tầng khác nhau, hoặc số tầng xe khảo sát cả nhiều tầng (Hình 1). Tuy nhiên trong đầu kiềng lu lún giao thông cần chú ý ra vào các vị trí dừng xe khảo sát cả nhiều tầng để lưu ý các vấn đề an toàn và ý nghĩa ra vào (nhập, xuất) ở các vị trí khảo sát.



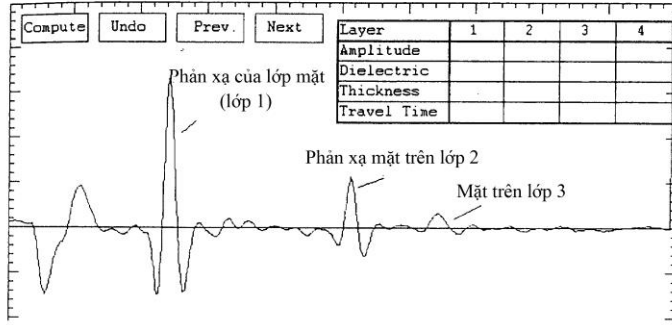
Hình 1 – Thiết bị GPR cả nhiều tầng

Formatted: Font: (Default) Arial

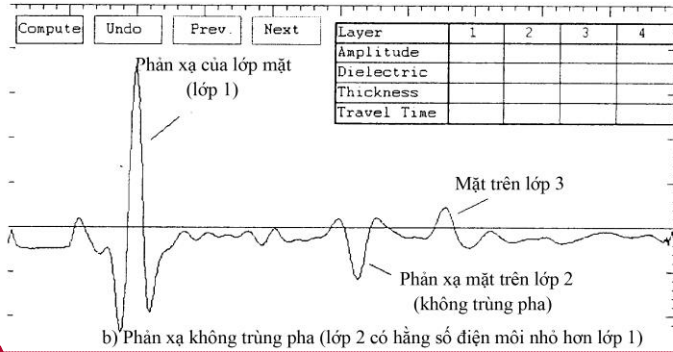
Formatted: Font: (Default) Arial

5.3.D. Đầu của – Khi cần lắp đặt đầu dò GPR trên mặt đất, một số tầng lắp đặt sẽ phải lắp đặt mặt phẳng các giá đỡ để lắp đặt đầu dò các tầng khác nhau, và các đầu thu lắp đặt mặt phẳng GPR; các xung của đầu dò sẽ được hiển thị trên màn hình GPR. Cần lắp đặt các xung của đầu dò để chuyển thành dạng sóng hiển thị trên màn hình để biểu diễn theo các bước thời gian. Các đầu dò sẽ trải qua với tần số phát ra của xung ở qua một lớp để các tầng của đầu dò lắp sang các tầng của đầu dò lắp trên (Hình 2). Hình vẽ dạng sóng của đầu dò với nhiều các tầng hiển thị khác nhau; một các tầng hiển thị các số tầng phân phối sóng của nhau (Hình 3). Các hay dùng kết quả của đầu dò GPR để biểu diễn hệ thống chở tải mẫu. Những ở tầng hiển thị Hình 2, như mẫu của biểu diễn ở tần số, các đầu sóng khi các tầng của đầu dò của nhau tạo ra một hình mẫu hiển thị trên các đầu lắp đặt như trên Hình 4.

Formatted: Bullets and Numbering



a) Phản xạ trùng pha (hằng số điện môi tăng theo chiều sâu)



b) Phản xạ không trùng pha (lớp 2 có hằng số điện môi nhỏ hơn lớp 1)

Hình 2 - Các phản xạ GPR.

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

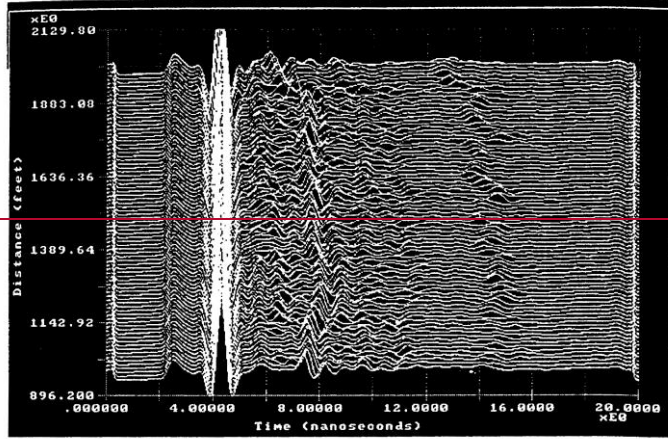
Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

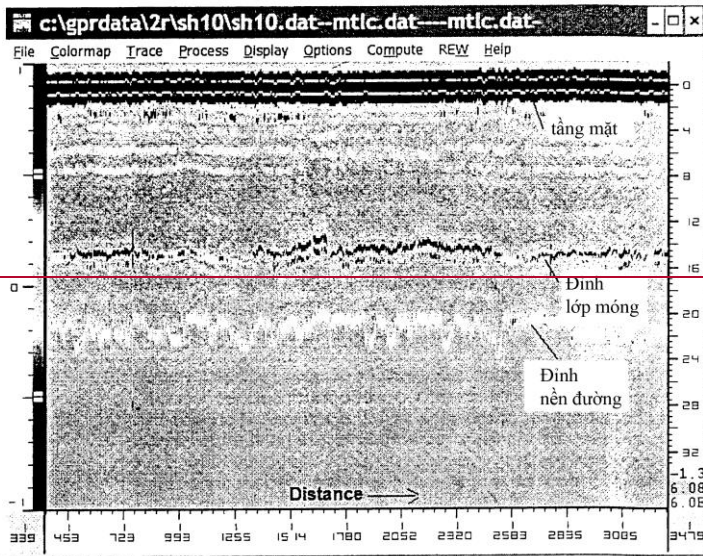
Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial



Hình 3 – Sóng phản xạ từ tầng móng



Hình 4 – Kết quả thu được từ việc phân tích dữ liệu địa chấn (bản phân tích địa chấn)

Formatted: Portuguese (Brazil)

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

5.3.1. Biện pháp nâng đỡ đường sắt thuộc vào hàng sơ cấp hai lớp vệt liểu khác nhau; sự sai khác vệt liểu cấp lớn sẽ cho tần suất phân hai cả biên độ lớn. Hai lớp cả thảy khác nhau vệt liểu khác nhau, nh ng trở khi chóng cả hàng sơ cấp khác nhau nếu khác nhau sẽ khác phân nh ra trên GPR. Biên độ phân x1 công phộc thuộc vào tần số đến biên độ vệt liểu phụ xung ra truy vấn qua. Sự suy giảm biên độ (khả năng đến biên độ vệt liểu tần số) cả xu hướng giảm tần suất, giảm biên độ phụ giảm sự phân biệt giữa các lớp.

Formatted: Bullets and Numbering

5.4. Xổ lý số liểu - Thiệt hại GPR cả thảy ra nh ng d'ng sáng vii tở lỏ 50 lçn trên giçy, hay 180,000 lçn trên giê (Môc 8.1). Vx thỏ nãn l-u dù sỏ liểu t'nh to, n vjæ æ cøng ho/Æc @Ùa CDROM.

5.4.1. Tuy cả sự trợ giúp của phần mềm xử lý l-u tr: tần suất, nh ng v'ên phân l-u ý r'ng hçy h'ót c,c thao t,c v'ên phộc thuộc vào kinh nghiệm của người v'ên h'nh. Một số b'nh d'ng của phần mềm t'ỏ sỏ liểu v'ên @íc ph,t tri'ón vjæ a ra th'p tr'ng nh ng trong giai'ón n'puy chóng v'ên @íc sỏ đông bồi c,c nhj thçy t-v'ên GPR, vjæ sỏ Yt c,c h'ng của Bang. C,c h'ng của ch'nh ph' quan t'óm @ón h'ỏ th'ng GPR ph'ji nh'ên th'ÿ r'ng thi'ót b'p n'puy @b'i hái ph'ji cả s' @çy t- th'ÿch @,ng cho ng-ôi v'ên h'nh. T'ỏt nh'ët n'ân thu' nhj cung c'ÿp GPR chuy'ân nghi'úp @' kh'lo s,t.

5.4.2. V'ết liểu l'um ,o @'ng r'ÿt ph'oc t'p vjæ t'nh hi'ỏu truy'ón t'ỏ c,c l'ip cả chi'ou duy máng cả th'ỏ g'çy kh'ả kh'n cho qu, tr'nh ph'ón t'ÿch. Vii c,c dù ,n quan tr'ng (nh l'u x,c @b'nh l'ç r'ng hay x,c @b'nh l'ip b' t'ng nh'ua b'p h- háng) c'çn ph'ji sỏ đông th'ám bi'ón ph,p khoan l'ÿy m'ÿu @'O ki'óm tra k'ót qu'ÿ. Trong t'ÿt c,c dù ,n GPR n'ân cả th'ám bi'ón ph,p khoan l'ÿy m'ÿu (vii sỏ l'ng v'oa @'n) @' @, nh gi, k'ót qu'ÿ.

6. YÊU CẦU CHUNG

6.1. Yêu cầu v'ỏ t'nh n'ng - Khi mua thi'ót b'p GPR ãng ãng trong @'ng « t«, ng-ôi mua @'ic khuy'ân ph'ji quan t'óm @ón t'nh n'ng ban @çy, tu'oi th'ả l'ou duy của chóng khi sỏ đông th'ng xuy'ân tr'ân @'ng, c'ng nh- nh: ng h'ç t'ri v'ỏ s'ÿn ph'ÿm trong t-ng lai của nhj s'ÿn xu'ÿt. T'nh n'ng ban @çy của h'ỏ th'ng ph'ji bao g'ám kh'ÿ n'ng @, nh gi, t'nh hi'ỏu vii @' ản vjæ t'nh æn @b'nh của t'nh hi'ỏu cả nh- th'ỏ ng-ôi sỏ đông mii cả @'ic t'nh hi'ỏu ra@a r'ả r'ng @'ỏ th'úc hi'ón c'ng vi'oc.

Formatted: Bullets and Numbering

6.1.1. Yêu cầu t'nh n'ng của thi'ót b'p cả th'ỏ tham kh'lo @' ph'çn 2 b,o c,c của Vi'ón nghi'ân c'ou giao th'ng Texas 1233-1, "ãng ãng h'ỏ th'ng ra@a xuy'ân @'ÿt @' Texas" (1992). Nh:ng ph-ng ph,p n'puy @'ic ph,t tri'ón cho ph'ng giao th'ng của Texas vjæ c'ng @' @'ic sỏ đông bồi ph'ng giao th'ng Bang Florida vjæ B'çc Carolina.

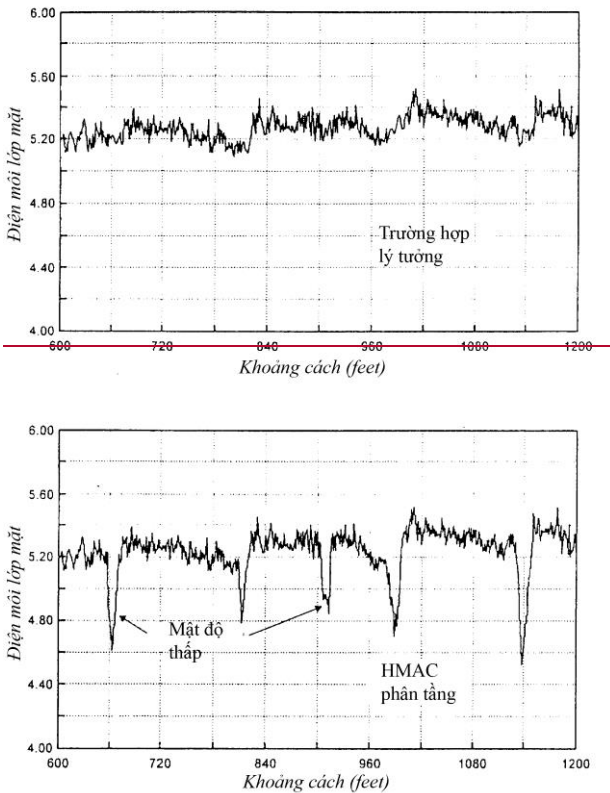
6.2. Thu' nhj thçy t-v'ên - C,c h'ng của c,c Bang nếu sỏ đông GPR vii c'ng vi'oc cả gi'ii h'ân vjæ kh'ng mong mu'ón sỏ h:u r'ãng thi'ót b'p GPR thx n'ân thu' nhj thçy t-v'ên @'ỏ th'úc hi'ón c'ng vi'oc @'ã. Ch'ñ @çy t- c'çn ch'çc ch'çn r'ng nhj t- v'ên @'ã cả @'ñ ph'çn c'ng vjæ ph'çn m'óm cho c'ng vi'oc @'ã vjæ cả kinh nghi'óm th'úc hi'ón c'ng vi'oc li'ân quan @'ón l'ÿnh v'uc giao th'ng n'puy. Nhj t- v'ên ph'ji cả kh'ÿ n'ng cung c'ÿp c,c t'p li'ou tham kh'lo vjæ th'ng k'ả nh:ng kinh nghi'óm cả li'ân quan @'ón l'ÿnh v'uc GPR m'j h'ả @'ic thu' th'úc hi'ón. K'ót qu'ÿ cu'oi c'ng của nhj t- v'ên ph'ji ph'ÿ h'ip vii k'ót qu'ÿ b'ng th'ÿ nghi'óm khoan l'ÿy m'ÿu @'O ki'óm tra ch'ÿt l'ng.

6.3. ÿnh h'ng của m'ic tr'ng - C'ng t,c kh'lo s,t GPR kh'ng n'ân th'úc hi'ón @'n-i cả n-ic @'ng, tuy'ót hay b'ng tr'ân b'ỏ m'ÿt của ,o @'ng vx gi, tr'p @'ón m'ic cao của n-ic s' l'um gi'ÿm t'nh

- Formatted: Font: (Default) Arial
- Field Code Changed
- Field Code Changed
- Formatted: Font: (Default) Arial
- Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"
- Formatted: Font: (Default) Arial
- Formatted: Font: (Default) Arial
- Formatted: Font: (Default) Arial
- Formatted: Font: (Default) Arial
- Formatted: Font: (Default) Arial

hay @ êng òng ch "n d-ii @ Êt cã thÓ lự nguy^n nhOn lự rộng tiOn triOn lãn tr^n bO m/Et, hO thòng ra@a m/Et @ Êt cã thÓ @ íc sô dông @O x,c @Pnh kÝch cì vự VP trÝ cña lự rộng d-ii s@u. C "ng viOe nự cã thÓ thùc hiOn qua viOe khÿo s,t GPR qua 2 b íc, @Cu ti^n sô dông hO thòng "ng tøn kh "ng tiOp xóc @O x,c @Pnh lự rộng d-ii m/Et @ êng, sau @ã sô dông hO thòng nôi @Êt @O t@m nOù lự rộng n "m ẽ @é s@u h=n.

Khảo sát GPR xác định sự phân tầng của bê tông át phan



Hình 5 - Gi, trP @iOn m "i m/Et @ êng b " t "ng nhủa ch/Et vự b " t "ng nhủa phOn t "ng

7.6. S, nh gi, lip m "ng v Êt liOù h "t - Phÿn x " ra@a t " tr^n bO m/Et cña lip m "ng s " cã bi^n @é phé thúec vựo h "ng sê @iOn m "i cña v Êt liOù h "t lip m "ng; nOù lip m "ng Êm cã @é Êm cao s " cho trP sê @iOn m "i tÝnh t "n cao. Lip m "ng cã @é Êm cao s " cho k "t quÿ phÿn x " cao. Gi, trP @iOn m "i t " 10 @ "n 16 thÓ hiOn lip m "ng Êm -ít, nOù gi, trP @ã tr^n 16 thx v "ng cã diOn tÝ ch Êm -ít s " cã c êng @é chP u c "t nhá vự cã thÓ bP ph, huû khi b "ng tan (phÇn 8.2).

7.7. X,c @Pnh v "ng b " t "ng nhủa bP ph, huû - HiOn t "ng ph, huû trong b " t "ng nhủa lự do li^n k "t gi: a b " t "ng nhủa vự c "t liOù bP ph, huû, do @ã t "o ra v "ng cã t " tr "ng thÊp. C,c lip b " t "ng nhủa h - háng nự n "n ph, bá tr íc khi v, l "i. Lip b " t "ng nhủa bP ph, huû s " hiOn lãn trong qu, tr "nh khÿo s,t ra@a v "i @ "nh phÿn x " kh "ng tr "ng pha (Hình 2b) b "i v x s "ng ra@a @i t " v Êt

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

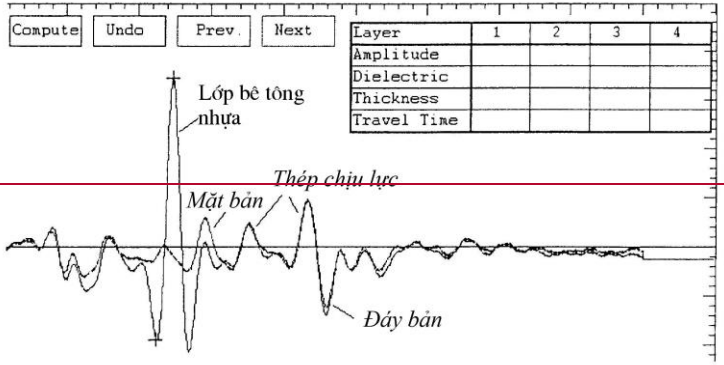
Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Portuguese (Brazil)

liều cả @iôn m@i cao sang vết liêu cả @iôn m@i thêp h-n; gi, tr@iôn m@i thêp phô thuôc v@o t@ tr@ng thêp c@n@ v@t liêu kh@ v@ r@i r@c @ã.

7.8.5. nh gi, m/Et cÇu - Sù ph, vi m/Et cÇu l@ kÔt qu@ c@ sù ph@n c, ch gi: a b@ t@ng v@ c@t thĐp do nguy@n nh@n thĐp b@ n m@n; thĐp b@ n m@n l@ do l@ng clorua t@ng do mu@i l@n tan b@ng thÊm v@o b@ t@ng. Ph@ng ph, p truy@n th@ng @O x, c @b@nh sù ph, vi nuy b@ng c, ch s@ đ@ng b@o v@ xÝch kĐo, ph@ng ph, p nuy kh@ng ph@ h@p v@i tr@ng h@p m/Et cÇu @-ic ph@ b@ t@ng nh@u v@ vi@c khoan lÊy mÊu s@ l@n @nh h@ng @@n giao th@ng tr@n cÇu. V@ lý do @ã GPR s@ l@ c@ng c@ rÊt t@t @O x, c @b@nh v@ trÝ m/Et cÇu @-ic ph@ b@ t@ng nh@u b@ ph, hu@. M@t trong c, ch @ng ph, p ph@n tÝch GPR l@ @o gi, tr@iôn m@i c@n@ b@ t@ng: n@u b@ t@ng c@ @é Êm cao v@ ch@o l@ng clorua cao s@ c@ hi@n t@ng n m@n v@ b@ t@ng s@ b@ ph, vi khi @ã s@ c@ ph@n x@ l@n t@i b@ m/Et ph@n c, ch gi: a b@ t@ng v@ l@p b@ t@ng nh@u ph@ m/Et (M@c 8.3). M@t ph@ng ph, p GPR kh, c l@ @o bi@n @é ph@n x@ d@i m/Et cÇu, khi s@ng r@o@ ph@n x@ l@i s@ cho ph@n x@ ng-ic (H@nh 6). N@u tÝn hi@u s@ng r@o@ b@ suy gi@m nhi@u @ã l@ do trong m/Et cÇu b@ t@ng c@ sù xuÊt hi@n c@n@ @é Êm v@ chÊt clorua, bi@n @é c@n@ tÝn hi@u ph@n x@ s@ gi@m xu@ng @, ng k@ (M@c 8.1).



Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

H@nh 6 - VÝ d@ kÔt qu@ @o r@o@ d@ng s@ng c@n@ m/Et cÇu ph@ b@ t@ng nh@u (kÔt qu@ @-ic x@ lý @O c@ @-ic sù ph@n x@ r@ nhÊt t@ m/Et b@ t@ng). VÊn @O kh@ng kÔt dÝnh c@n@ b@ t@ng c@ th@ @-ic d@ @o, n @-ic d@ tr@n ph@n x@ phÝa tr@n m/Et t@ng l@n m@t c, ch @, ng k@ hay

7.8.1. GPR s@ kh@ng ph@ h@p v@i m/Et cÇu c@ ngÊp n-ic v@ mu@i l@n tan b@ng tr@n b@ m/Et, hay t@i th@i @i@om c@ nhi@t @é t@o tuy@t; tÊt c@ nh: ng y@u t@ tr@n @nh h@ng t@i tÝn chÊt @i@on m@i c@n@ b@ t@ng l@n cho tÝn hi@u r@o@ kh@ng hi@u qu@.

8. Các tài liệu tham khảo

8.1. Scullion, T và T. Saarenketo. "Sông đông sông ngòi ra@a xuyên @Ét trong các đường hầm lý thuyết @-ông", Ấn hành năm 1998.

8.2. Scullion, T., C. Lau và T. Saarenketo. "Yêu cầu tính toán của ra@a xuyên @Ét", Hội thảo quốc tế IChn thờ 6 v@ GPR, Sendai, Nhật Bản, 1996.

8.3. Công trình hợp tác nghiên cứu quốc tế, đường 20-5, chỉ @ 26-8, "Sông đông ra@a xuyên @Ét @O @, nh gi @i @u ki @n l@p m@ng trong l@nh v@c giao th@ng: ph@ng ph@p thực hành", Ủy ban nghiên cứu giao thông, 1997.

¹ Tiêu chuẩn này được ấn hành lần đầu vào tháng 4 năm 2000 dưới dạng tiêu chuẩn tạm thời. Nó trở thành tiêu chuẩn chính thức vào năm 2004.

² Tiêu chuẩn này được ấn hành lần đầu vào tháng 4 năm 2000 dưới dạng tiêu chuẩn tạm thời. Nó trở thành tiêu chuẩn chính thức vào năm 2004.

³ Tiêu chuẩn này được ấn hành lần đầu vào tháng 4 năm 2000 dưới dạng tiêu chuẩn tạm thời. Nó trở thành tiêu chuẩn chính thức vào năm 2004.

Formatted: Border: Bottom: (Single solid line, Auto, 0.5 pt Line width), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Bullets and Numbering

Formatted: Font: (Default) Arial, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Arial, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Justified, Indent: Left: 0", Hanging: 0.25"

Formatted: Font: (Default) Arial, 12 pt

Formatted: Font: (Default) Arial

Field Code Changed

Field Code Changed

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Border: Top: (No border), Tab stops: 6.5", Right + Not at 6"

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial

Formatted: Font: (Default) Arial