

Xác định tầm nhìn tối ưu đảm bảo an toàn cho các phương tiện giao thông trên đường ngang

TS. NGUYỄN THỊ HOÀI AN
Trưởng Đại học GTVT

Tóm tắt: Bài báo trình bày phương pháp xác định tầm nhìn tối ưu trên phạm vi đường ngang cho phương tiện đường bộ và phương tiện đường sắt để đảm bảo an toàn giao thông. Tầm nhìn tối ưu cần duy trì trên đường ngang là một thông số được tính toán phụ thuộc vào chiều rộng đường bộ và khổ giới hạn đường sắt, kích thước và tốc độ chạy của phương tiện đường bộ và phương tiện đường sắt qua đường ngang. Phương pháp này có thể ứng dụng tính toán được cho từng trường hợp đường ngang cụ thể. Phần cuối bài báo có trình bày một số kết quả ứng dụng phương pháp này để xác định tầm nhìn tối ưu tại một số đường ngang Hà Nội.

Abstract: This paper presents a method to determine the optimal sight distance for road and rail vehicles to ensure traffic safety at railway level crossings. The optimal sight distance that needs to maintain at level crossings is a parameter that is calculated depending on the width of road and railway clearance, the size and approach speeds of road vehicles and rail vehicles. This method can be applied to calculate the optimal sight distance at level crossings for each specific case. The last part of this paper presents some results of application of this method to calculate optimal sight distance at some level crossings in Hanoi.

1. Đặt vấn đề

Theo báo cáo hàng năm của Tổng công ty Đường sắt Việt Nam, trên 70% tai nạn đường sắt xảy ra trên đường ngang với các mức độ nghiêm trọng khác nhau. Do đặc thù lãnh thổ của Việt Nam và tập quán đi lại của người dân, hầu hết các ga đường sắt lớn đều nằm trong lòng thành phố, do đó số lượng điểm giao cắt giữa tuyến đường sắt và hệ thống đường bộ (đường ngang) là rất lớn.

Tại các đô thị lớn như Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, mật độ giao thông ngày càng lớn, số lượng đường ngang gia tăng không ngừng, tầm nhìn của Đường sắt và Đường bộ tại đường ngang càng ngày càng bị vi phạm thu hẹp lại do xây dựng bất hợp pháp, thì vấn đề đảm bảo tầm nhìn an toàn tại đường ngang cần phải được quan tâm đặc biệt.

Trên các đường ngang có thiết bị cảnh báo và phòng vệ tự động (ví dụ như tín hiệu và chắn tự động) thì phương tiện giao thông hoạt động tuân theo chỉ dẫn của tín hiệu, mức độ an toàn được đảm bảo ở mức khá cao. Tuy nhiên, trên các đường ngang không có chắn hoặc không có tín hiệu tự động, khoảng không dành cho tài xế nhận biết được các

phương tiện giao thông đang di chuyển cắt qua đường ngang - gọi là tầm nhìn - để có thể kịp thời điều khiển phương tiện của mình cần phải được tính toán hợp lý và cụ thể, để đảm bảo an toàn giao thông trên đường ngang.

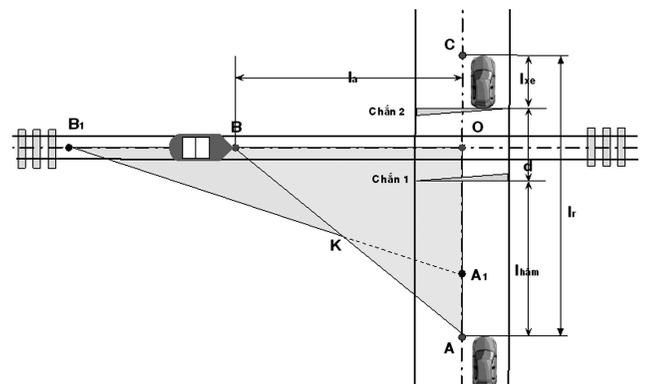
Hiện tại, các thông số hình học đảm bảo an toàn đường ngang được ĐSVN thực hiện theo Điều lệ đường ngang [3] (Phụ lục 1). Tuy nhiên, tại văn bản này, các thông số đưa ra chỉ giới hạn với một số giá trị tốc độ chạy xe theo thiết kế đường, không theo tốc độ chạy xe thực tế. Do đó, nếu một số điều kiện khai thác như tốc độ chạy xe, bố trí đường ngang... hay đổi khác với thống kê trong [3] (ví dụ ô tô, xe máy, xe đạp di chuyển với tốc độ khác biệt rất lớn, đường sắt chạy trên đường cong tại đường ngang...) sẽ gây khó khăn cho công tác xây dựng và quản lý đường ngang.

Tại các nước có hệ thống giao thông đường sắt phát triển như châu Âu, Nhật Bản... đã nghiên cứu và ứng dụng các phương pháp toán học để lượng hoá các yêu cầu và nhiều thông số kỹ thuật cho hành lang đường ngang, có tính đến mọi trường hợp đặc biệt, nhằm đảm bảo an toàn giao thông tại đường ngang. Các yêu cầu kỹ thuật này đã được tiêu chuẩn hoá và được sử dụng bắt buộc [4].

Phương pháp tính toán tầm nhìn tối ưu đảm bảo an toàn giao thông tại đường ngang được giới thiệu trong bài báo thiết lập mối quan hệ toán học giữa tầm nhìn tối ưu với kích thước hình học của đường ngang, kích thước và tốc độ di chuyển của các phương tiện tham gia giao thông trên đường ngang.

2. Xác định tầm nhìn của phương tiện đường sắt và đường bộ tại đường ngang

Xét đường ngang được mô tả như trong Hình 1. Trường hợp đơn giản nhất khi đường bộ vuông góc với đường sắt - hợp với nhau một góc 90.



Hình 1

Theo Luật Giao thông đường bộ [1] và Luật Đường sắt [2], phương tiện đường sắt là phương tiện ưu tiên, do đó khi có đoàn tàu chạy qua đường ngang thì toàn bộ phương tiện đường bộ phải dừng an toàn trước chướng ngại vật hoặc vạch dừng đường ngang. Lái xe đường bộ bắt buộc phải chủ động quan sát và phanh lại khi nhận thấy sự xuất hiện của đoàn tàu. Còn đoàn tàu được phép chạy với tốc độ cho phép và không bị buộc phải phanh lại. Có thể coi phương tiện đường bộ là “*Phương tiện nhìn*”, còn phương tiện đường sắt là “*Phương tiện bị nhìn*”.

2.1. Xác định điểm nhìn của phương tiện đường bộ

Phương tiện đường bộ (trong ví dụ lấy ô tô) đang chạy trên đường với vận tốc v_{xe} , muốn dừng được hẳn trước chướng ngại vật 1 cần có một khoảng thời gian phanh (hãm) cần thiết là $t_{hãm}$. Trong khoảng thời gian $t_{hãm}$, ô tô sẽ đi được quãng đường tối thiểu là $l_{hãm}$. Như vậy, để đảm bảo ô tô có thể dừng hẳn an toàn trước chướng ngại vật 1 nếu có đoàn tàu chạy qua đường ngang, muộn nhất là tại điểm A nằm trên tâm đường bộ và cách chướng ngại vật một khoảng cách hãm an toàn tối thiểu là $l_{hãm}$, ô tô bắt buộc phải bắt đầu phanh. Nói một cách khác, tại điểm A là điểm cuối cùng gần chướng ngại vật đường ngang nhất, lái xe ô tô cần phải “nhận biết” hay “nhìn” được có hay không đoàn tàu chạy qua đường ngang để phanh hoặc chạy tiếp. Từ điểm A, lái xe ô tô sẽ phải nhìn được đoàn tàu tại điểm B. Điểm A được gọi là **Điểm nhìn của ô tô (phương tiện đường bộ)**.

2.2. Xác định điểm nhìn thấy phương tiện đường sắt

Xét trường hợp ô tô đã vượt qua A mà chưa kịp phanh, ô tô sẽ không thể dừng trước chướng ngại vật, nếu có đoàn tàu chạy qua sẽ đâm vào ô tô gây tai nạn. Để tránh trường hợp này, đuôi ô tô cần phải vượt qua chướng ngại vật 2 an toàn trước khi đoàn tàu vào đường ngang, khi đó đầu ô tô ở vị trí điểm C cách chướng ngại vật 2 khoảng cách bằng l_{xe} .

Giả sử khi ô tô ở vị trí A, thì đoàn tàu ở vị trí B cách tim đường ngang O một khoảng cách là l_a . Để đảm bảo đoàn tàu không chạy vào đường ngang trong thời gian ô tô chạy trong phạm vi AC thì:

thời gian đoàn tàu chạy trên đoạn l_a thời gian ô tô chạy trên đoạn AC

Khoảng cách chạy của ô tô trên đoạn AC gọi là **Khoảng cách chạy an toàn l_r** và như Hình 1 bằng:

$$l_r = l_{hãm} + d + l_{xe} \quad (1)$$

Trong đó: d - Khoảng cách an toàn giữa 2 chướng ngại vật (hoặc vạch dừng) ở hai bên đường ngang, (m). Khoảng cách này phụ thuộc vào quy định về hành lang an toàn đường sắt - đường bộ của từng địa phương; l_{xe} - Chiều dài của phương tiện đường bộ, (m). Trong tính toán, để đảm bảo an toàn tối đa, cần lấy chiều dài của phương tiện đường bộ lớn nhất, ví dụ là ô tô khách; $l_{hãm}$ - Khoảng cách hãm an toàn tối thiểu của ô tô, (m). Trong tính toán, để đảm bảo an toàn tối đa, cần lấy chiều dài của phương tiện đường bộ lớn nhất, tiêu biểu là ô tô khách; $l_{hãm}$ - Khoảng cách hãm an toàn tối thiểu của ô tô, (m).

Khoảng cách hãm an toàn tối thiểu được xác định theo công thức (theo [7]):

$$l_{hãm} = v_{xe} \times t_{hãm} = \frac{k \cdot v_{xe}^2}{(2 \cdot \varphi \cdot g)(m)} \quad (2)$$

Trong đó: k - Hệ số tăng thêm quãng đường do tính chậm tác dụng của hệ thống phanh; φ - Hệ số bám giữa lốp với mặt đường khi phanh; g - Gia tốc trọng trường, (m/s²).

Thời gian hãm an toàn của ô tô $t_{hãm}$ được xác định từ thời điểm lái xe ô tô bắt đầu xác nhận tín hiệu hãm cho đến thời điểm ô tô dừng hẳn trước chướng ngại vật dừng đường ngang.

Thời gian chạy của ô tô t_c qua đoạn đường AC là:

$$t_c = \frac{l_r}{v_{xe}} \quad (s) \quad (3)$$

Thời gian chạy của đoàn tàu trên đoạn l_a được gọi là **Thời gian tiếp cận đường ngang của đoàn tàu t_a** . t_a được xác định sao cho khi đoàn tàu chạy đến đường ngang thì ô tô phải đã chạy qua đường ngang an toàn, hay là ô tô phải đã chạy hết quãng đường l_r có tính đến thời gian dự trữ an toàn. Do vậy, thời gian này được xác định bằng công thức:

$$t_a = t_r + t_{an\ toan} = \frac{l_r}{v_{xe}} + t_{an\ toan} = \frac{l_{hãm} + d + l_{xe}}{v_{xe}} + t_{an\ toan} \quad (s) \quad (4)$$

Trong đó: $t_{an\ toan}$ - Thời gian dự trữ tăng thêm so với thời gian chạy t_c , nhằm đảm bảo an toàn. Theo thống kê kinh nghiệm, $t_{an\ toan} = 4 - 5s$.

Như vậy, khoảng cách tiếp cận của đoàn tàu l_a phải là:

$$l_a = t_a \cdot \frac{v_{tàu}}{3,6} \quad (m) \quad (5)$$

Trong đó: $v_{tàu}$ - Tốc độ chạy cho phép của đoàn tàu khi qua đường ngang, (km/h).

Điểm B gọi là **Điểm nhìn thấy phương tiện đường sắt** (đoàn tàu) và B cách tim đường ngang một đoạn không nhỏ hơn l_a .

2.3. Xác định tầm nhìn đảm bảo an toàn trên đường ngang

Trong Hình 1, để đảm bảo an toàn giao thông tại đường ngang, trong phạm vi diện tích ABO không được có bất cứ một vật cản nào. Phần diện tích này gọi là **tầm nhìn đảm bảo an toàn trên đường ngang** để phương tiện đường bộ có thể xác nhận được sự có mặt của đoàn tàu chạy trên đường ngang và dừng an toàn trước chướng ngại vật. Về nguyên tắc, phần diện tích này càng lớn thì càng an toàn, tuy nhiên sẽ phải tốn quỹ đất để trồng.

Phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa đường sắt và đường bộ giá trị tầm nhìn an toàn được xác định như sau:

2.3.1. Trường hợp đường bộ cắt vuông góc với đường sắt (Hình 1), tầm nhìn an toàn được xác định bằng công thức:

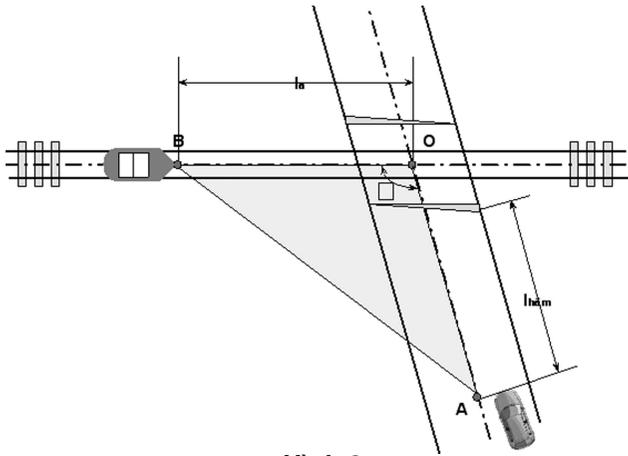
2.3.2. Trường hợp đường bộ hợp với đường sắt một góc α (Hình 2), tầm nhìn an toàn được xác định bằng các công thức [7] và [8]:

Nếu $\alpha > 90$:

$$T = S_{\Delta ABO} = \frac{l_a \times (l_{hãm} + \frac{d}{2})}{2[6]}$$

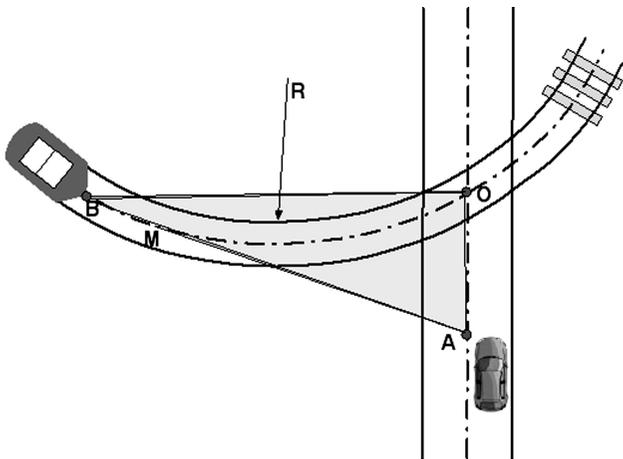
Nếu $\alpha < 90$:

$$T = S_{\Delta ABO} = \frac{l_a \times (l_{hãm} + \frac{d}{2}) \cos \alpha}{2[7]}$$



Hình 2

2.3.3. Trường hợp đường sắt chạy trên đường cong khi qua đường ngang (Hình 3), khoảng cách l_a không phải là đường thẳng mà là 1 cung tròn có độ dài phụ thuộc vào bán kính đường cong R . Tầm nhìn an toàn trong trường hợp này được xác định khi từ điểm A kẻ tiếp tuyến với tim đường tròn tại điểm M. Phần diện tích của hình AMBO (Phần tô đậm trên hình) là tầm nhìn an toàn, trong đó đoạn MB là một cung tròn có bán kính R .



Hình 3

2.4. Xác định tầm nhìn tối ưu đảm bảo an toàn trên đường ngang

Ứng với mỗi tốc độ cho phép của phương tiện đường bộ và tốc độ cho phép chạy trên đường ngang của đoàn tàu, giá trị tầm nhìn là khác nhau.

Trong công thức [1] thấy rằng, với cùng một tốc độ chạy tàu trên đường ngang, t_c tỷ lệ nghịch với tốc độ v_{xe} của phương tiện đường bộ. Cùng với công thức [3] và [4] suy ra rằng t_a và khoảng cách tiếp cận l_a cũng tỷ lệ nghịch với v_{xe} . Còn khoảng cách hãm $l_{hãm}$ cũng như khoảng cách chạy an toàn l_r của ô tô sẽ tỷ lệ thuận với tốc độ v_{xe} . Ứng với v_{xe} lớn nhất thì l_a nhỏ nhất và $l_{hãm}$ lớn nhất; ứng với v_{xe} nhỏ nhất thì l_a lớn nhất và $l_{hãm}$ nhỏ nhất. Tầm nhìn T trong cả hai trường hợp sẽ quét một mặt phẳng có chiều dài và chiều rộng thay đổi từ min đến max. Mặt phẳng này chính là tầm nhìn tối ưu đảm bảo an toàn giao thông trên đường ngang. Trên Hình 1, tầm nhìn tối ưu là diện tích tứ giác AKB₁O.

Như vậy, tầm nhìn tối ưu an toàn trên đường ngang là khoảng diện tích và không gian không được phép bị che chắn, ứng với một giá trị tốc độ chạy tàu

cho phép, hai giá trị tốc độ ô tô cho phép nhỏ nhất (v_{xe}^{min}) và lớn nhất (v_{xe}^{max}) của phương tiện đường bộ, để phương tiện đường sắt và phương tiện đường bộ khi tiếp cận đường ngang có thể nhận biết được nhau, để phương tiện đường bộ dừng an toàn trước chắn đường ngang. Trong phạm vi tầm nhìn này, toàn bộ các chướng ngại vật phải được dỡ bỏ.

Vì Đường sắt Việt Nam là đường đơn, cần xác định thông số T cho cả 4 góc phân tử của đường ngang. Từ đó, có thể vạch được phần đất không được phép tồn tại chướng ngại vật để đảm bảo an toàn đường ngang.

3. Kết quả ứng dụng phương pháp để xác định tầm nhìn tại một số đường ngang Hà Nội

Ứng dụng phương pháp này để thử nghiệm xác định tầm nhìn tối ưu đảm bảo an toàn trên một số đường ngang tại Hà Nội, do giới hạn của bài báo, chỉ một phần kết quả tính toán được thể hiện trong Bảng 1. Trong tính toán đã sử dụng các số liệu về tốc độ chạy tàu, tốc độ cho phép lớn nhất và nhỏ nhất của ô tô qua đường ngang hành lang an toàn đường sắt đường bộ theo quy định tại [1], [2] và [3].

Bảng 1. Một số kết quả tính toán tầm nhìn tại đường ngang

$V_{\text{đường bộ}}$ (km/h)	50(40)	30	20	10	5
$l_{hãm}$ (m)	41	22	16	6	4
$t_{hãm}$ (s)	9+0,09d	9+0,12d	10+0,18d	13+0,36d	19+0,72d

$d \leq 6,00m$	$V_{\text{đường bộ}}$ (km/h)	$l_a = t_a \cdot V_{\text{đường bộ}}/3,6$ (m)				
		10	27	27	31	43
	20	55	55	65	85	130
	30	80	85	95	130	195
	40	110	110	125	170	260
	50	135	135	155	215	325
	60	160	165	185	255	390
	70	190	190	220	295	455
	80	215	220	250	340	520

$d \leq 12,00m$	$V_{\text{đường bộ}}$ (km/h)	$l_a = t_a \cdot V_{\text{đường bộ}}/3,6$ (m)				
		10	28	29	34	49
	20	60	60	70	100	155
	30	85	90	105	145	235
	40	115	120	140	195	310
	50	140	145	170	245	385
	60	170	175	205	290	465
	70	200	205	240	340	540
	80	225	235	275	385	615

$d \leq 18,00m$	$V_{\text{đường bộ}}$ (km/h)	$l_a = t_a \cdot V_{\text{đường bộ}}/3,6$ (m)				
		10	30	31	37	55
	20	60	65	75	110	180
	30	90	95	115	165	270
	40	120	125	150	220	360
	50	150	155	185	275	445
	60	180	190	225	325	535
	70	210	220	260	380	625
	80	240	250	295	435	715

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày phương pháp xác định tầm nhìn tối ưu cần đảm bảo để giao thông trên đường ngang của các phương tiện đường sắt và đường bộ được an toàn, sử dụng được không chỉ khi có hệ thống cảnh báo tự động, mà còn cả khi không có hoặc hệ thống này không hoạt động. Trên cơ sở toán học, thông số về tầm nhìn tối ưu được tính toán chính xác và áp dụng cho từng trường hợp đường ngang cụ thể, phụ thuộc vào tốc độ chạy thực tế của phương tiện. Điều này giúp cho các cơ quan có trách

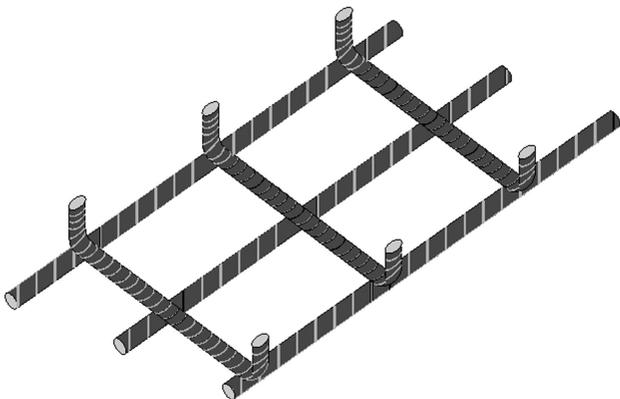
(Xem tiếp trang 45)

các nhân tố khác, như tác dụng động của xe chạy trên đường, biến dạng của tấm bê tông tường do nhiệt độ.

Bên cạnh, việc đo đạc thường xuyên biến dạng của tường, cần phải đặt ra chế độ thăm khám định kỳ, nhất là việc trích xuất mẫu ăn mòn tại công trình.

Với các vật liệu đã sử dụng với các tính toán mô phỏng trong mô hình số đến năm 220 tuổi sẽ bị phá hủy lớn hơn so với tính toán theo tiêu chuẩn Châu Âu EN P94-270, đạt 173 năm tuy nhiên ở đây nhóm sử dụng vật liệu tại thành phố Đà Nẵng với thép $\varnothing 14$, để tiết kiệm vật liệu và tùy vào tầm quan trọng của công trình chúng ta có thể thay đổi phù hợp.

Trong quá trình nghiên cứu nhận thấy các loại lưới cốt thép hiện nay của các nước trên thế giới đều đã đáp ứng được 2 yếu tố quan trọng nhằm tăng lực ma sát đất/cốt và áp lực bị động của đất khi thanh thép bị kéo tuy nhiên nhóm tác giả đề xuất một loại lưới cốt thép với tiêu chí nhằm tăng liên kết giữa đất/cốt, dễ gia công trong xưởng, dễ lắp đặt trong quá trình thi công và tận dụng tối đa các vật liệu cũng như khả năng của các đơn vị thi công trên địa bàn nhằm sử dụng nguồn lực tại chỗ và hạ giá thành xây dựng.



Hình 24: Lưới cốt thép đề xuất

7. Kết luận

Các kết quả của mô hình về vận động theo thời gian chuyển vị của vỏ tường, vùng biến dạng dẻo của đất, ứng lực kéo trong cốt được đối chứng với hai công trình tường MSE thực tế đã bị sụp đổ do ăn mòn cốt được theo dõi bởi SETRA (2003), với một mô hình thực nghiệm ăn mòn cơ học tỉ lệ thực do Guilloux, A. et J.M. Jailloux (1979) thực hiện và các nghiên cứu tương tự trên phần mềm CESAR-LCPC của Chau et al. (2010, 2011), cho thấy có sự tương đồng rất lớn về các kết quả.

Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng với một số vật liệu đắp phổ biến tại Đà Nẵng, thép xây dựng nếu được cấu tạo, thiết kế hợp lý về hình dạng có thể đảm bảo được yêu cầu về cường độ, độ ổn định và đặc biệt là tuổi thọ của công trình (vượt xa yêu cầu thời gian phục vụ tối thiểu 70-100 năm trong các tiêu chuẩn thiết kế).

Do vậy, việc xác định loại cốt thép mạ kẽm sử dụng khi thiết kế tường chắn đất có cốt, quan tâm đến tính toán dự báo tuổi thọ của tường chắn liên quan đến vấn đề ăn mòn cốt, sẽ mở ra triển vọng sử dụng được năng lực tự cung ngay trong nước, ở ngay tại địa phương, đáp ứng được nhu cầu sử dụng ngày

càng nhiều loại tường chắn đất có cốt trong các công trình xây dựng □

Tài liệu tham khảo

[1]. Romanoff, M. (1957), Underground corrosion, U. S. Department of Commerce, Editor, National Bureau of Standards, Circular 579, Houston, TX.

[2]. Alban, M. (2007), Rapport de projet de fin d'étude: Expertise non destructive des ouvrages en terre armée, CETE de l'est, France.

[3]. Chau, T.L. (2010), Effet de la corrosion des armatures sur le comportement des murs en remblai renforcé par des éléments métalliques, Thèse de l'Ecole des Ponts ParisTech.

[4]. Guilloux, A. and J.M. Jailloux (1979), Full scale failure test on reinforced earth wall by accelerated corrosion, Coll. Int. Renforcement des sols, pp. 503-508.

[5]. Chau T.L, Bourgeois E. et Corfdir A. (2012), Finite element analysis of the effect of corrosion on the behavior of reinforced earth walls, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol. 36(15): pp. 1741 - 1756.

[6]. Chau, T.L., A. Corfdir, and E. Bourgeois (2010), Effect of corrosion on the behavior of earth walls reinforced by steel elements, Int. Proc. CIGOS-2010: High-rise buildings and Underground structures, Paris.

[7]. Bourgeois, E., Corfdir, A. and Chau, T.-L. (2013), Analysis of long-term deformations of MSE walls based on various corrosion scenarios, Soils and Foundations, Vol. 53(2): pp. 259-271.

Ngày nhận bài: 01/12/2013

Ngày chấp nhận đăng: 02/01/2014

Người phản biện: TS. Nguyễn Đức Sỹ

ThS. Lương Nguyễn Hoàng Phương

XÁC ĐỊNH TẦM NHÌN...

(Tiếp theo trang 52)

nhệm có thể lập kế hoạch xây dựng và quản lý đường ngang phù hợp với quỹ đất, điều kiện khai thác của từng địa điểm đặt đường ngang, tiết kiệm mặt bằng mà vẫn đảm bảo an toàn giao thông □

Tài liệu tham khảo

[1]. Luật giao thông Đường bộ, 2008.

[2]. Luật Đường sắt, 2005.

[3]. Điều lệ đường ngang, 2006.

[4]. Tiêu chuẩn đường ngang của CHLB Đức, 2001.

[5]. Marco Schieke: Ertuchtung von Bahnübergängen aus der Sicht des Anlagenmanagements. Teil: Grundlagen für Planung von Bahnübergängen - Ril 815, 2008.

[6]. HSE: Railway safety principles and guidance, 2005.

[7]. Nguyễn Hữu Cẩn, Dư Quốc Thịnh, Phạm Minh Thái, Nguyễn Văn Tài, Lê Thị Vàng: Lý thuyết ô tô và máy kéo, 2003.

Ngày nhận bài: 23/12/2013

Ngày chấp nhận đăng: 31/12/2013

Người phản biện: PGS. TS. Vũ Trọng Tích

PGS. TS. Lê Quân