

ERSD 2018

KỶ YẾU

**HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

NHỮNG TIẾN BỘ TRONG XÂY DỰNG



Nha xuất bản giao thông vận tải

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2018)**

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban:	PGS.TS Lê Hải An	
Phó trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
	GS.TS Bùi Xuân Nam	
Ủy viên:	GS.TS Nhữ Văn Bách	PGS.TS Nguyễn Như Trung
	GS.TS Võ Trọng Hùng	TS Đào Duy Anh
	GS.TS Võ Chí Mỹ	TS Nguyễn Xuân Anh
	GS.TS Trần Văn Trị	ThS Phạm Văn Chính
	PGS.TS Đoàn Văn Cảnh	ThS Phạm Chân Chính
	PGS.TS Đỗ Cảnh Dương	TS Trần Quốc Cường
	PGS.TS Phùng Mạnh Đắc	TS Nguyễn Đại Đồng
	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	TS Trịnh Hải Sơn
	PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo	TS Lê Ái Thụ
	PGS.TS Tạ Đức Thịnh	TS Phạm Quốc Tuấn

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
Phó trưởng ban:	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	
Ủy viên:	PGS.TS Vũ Đình Hiếu	TS Lê Quang Duyên
	PGS.TSKH Hà Minh Hòa	TS Bùi Văn Đức
	PGS.TS Lê Văn Hưng	TS Nguyễn Hoàng
	PGS.TS Nguyễn Quang Luật	TS Phùng Quốc Huy
	PGS.TS Phạm Xuân Núi	TS Nguyễn Thạc Khánh
	PGS.TS Khổng Cao Phong	TS Nguyễn Quốc Phi
	PGS.TS Nguyễn Hoàng Sơn	TS Vũ Minh Ngạn
	PGS.TS Lê Công Thành	TS Phí Trường Thành
	PGS.TS Ngô Xuân Thành	TS Dương Thành Trung
	TS Lê Hồng Anh	

LỜI NÓI ĐẦU

Được phép của Bộ Giáo dục và Đào tạo và sự ủng hộ rộng rãi của các tổ chức khoa học và công nghệ trên toàn quốc, Hội nghị Toàn quốc “Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSD 2018” được tổ chức tại Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG) với sự tham gia và phối hợp tổ chức của nhiều đơn vị quản lý, nghiên cứu khoa học, đào tạo và sản xuất có uy tín gồm Trường Đại học Mở - Địa chất, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Hội Cơ học đá Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam, Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam, Hội Công nghệ khoan - Khai thác Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, Viện Địa chất thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam, Viện Địa chất và Địa vật lý biển thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - VINACOMIN, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, và Viện Vật lý địa cầu thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam. Hội nghị nhằm tạo một diễn đàn để các nhà khoa học, chuyên gia và các nhà quản lý giới thiệu những kết quả nghiên cứu khoa học mới, trao đổi thông tin, thảo luận và đề xuất các ý tưởng, hướng nghiên cứu mới, nhằm nâng cao chất lượng công tác đào tạo và nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ và phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, hướng tới hội nhập quốc tế và phát triển bền vững đối với Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên và nhiều lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng,...

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức Hội nghị đã nhận được rất nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học, nhà quản lý trong và ngoài nước, trong đó có hơn 300 báo cáo và tóm tắt báo cáo khoa học được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, Ban Biên tập đã tuyển chọn được 234 báo cáo có chất lượng, phản ánh những kết quả nghiên cứu khoa học công nghệ mới nhất thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau liên quan tới các chủ đề của Hội nghị. Các thông tin khoa học mới được trình bày tại Hội nghị được đăng trong Tuyển tập tóm tắt các báo cáo và Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị, trong đó toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị được ghi trong đĩa CD. Riêng tuyển tập báo cáo toàn văn được in thành 16 tập, mỗi tập ứng với một chủ đề khoa học sau:

1. Địa chất và Tài nguyên địa chất
2. Địa chất công trình - Địa chất thủy văn
3. Công nghệ kỹ thuật mới trong xử lý môi trường
4. Quản lý Tài nguyên và Môi trường
5. Sinh thái môi trường và Phát triển bền vững
6. Những tiến bộ trong Khai thác mỏ
7. Những tiến bộ trong Tuyển khoáng
8. Những tiến bộ trong Xây dựng công trình ngầm
9. Những tiến bộ trong Vật liệu và Kết cấu xây dựng
10. Kỹ thuật Dầu khí tích hợp
11. Trắc địa cao cấp và Quan trắc địa động lực
12. Công nghệ viễn thám và dữ liệu không gian
13. Công nghệ thông tin và ứng dụng
14. Kỹ thuật Điện và Điện tử
15. Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa
16. Kỹ thuật Cơ khí và Động lực

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mở - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai và chủ trì Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác và góp phần quan trọng vào sự thành công của Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học đã đóng góp các công trình khoa học cho Hội nghị và đặc biệt là các chuyên gia đã tham gia biên tập để nâng cao chất lượng của báo cáo khoa học.

Mặc dù đã cố gắng biên tập để đảm bảo chất lượng của các báo cáo khoa học nhưng không thể tránh khỏi các lỗi kỹ thuật trong các báo cáo, rất mong nhận được sự cảm thông của tác giả báo cáo và bạn đọc. Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc tổ chức và biên tập, xuất bản các kết quả khoa học của Hội nghị nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo và góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của các hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan

THAY MẶT BAN TỔ CHỨC

MỤC LỤC

TIỂU BAN NHỮNG TIẾN BỘ TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM

Nghiên cứu ảnh hưởng của kích thước tấm đệm neo đến sự phân bố ứng suất và biến dạng trong tấm đệm <i>Đào Việt Đoàn</i>	1
Về vấn đề khai thác xuống sâu và những thách thức của ngành than Việt Nam <i>Đào Việt Đoàn</i>	7
Estimating the Radial Displacement on the Tunnel boundary within Efficient Working Area of Rock Tunnelling Quality Index (Q-system) <i>Van Diep Dinh, Ngoc Anh Do, Amund Bruland</i>	14
Nghiên cứu đề xuất tiêu chuẩn kiểm định kết cấu chống linh hoạt bằng thép áp dụng trong các mô hầm lò vùng than Quảng Ninh <i>Khiều Thị Hà, Đào Việt Đoàn</i>	21
Lựa chọn công nghệ thi công phù hợp nâng cao tốc độ đào lò đá cho công ty than Nam Mẫu - TKV <i>Ngô Doãn Hòa</i>	28
Nghiên cứu ảnh hưởng của góc nghiêng và chiều dày lớp đá xung quanh thành giếng đứng đến độ ổn định của vỏ chống cố định bằng bê tông liên khối <i>Đặng Văn Kiên, Daniel Dias, Đỗ Ngọc Anh</i>	34
Nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải bề mặt đến độ ổn định của vỏ chống giếng đứng tại các mỏ lò Việt Nam <i>Đặng Văn Kiên, Võ Trọng Hùng, Đỗ Ngọc Anh, Khuất Mạnh Thắng, Đỗ Thế Anh</i>	40
Áp dụng kết cấu neo chống giữ đường lò dọc vỉa than Công ty cổ phần than Núi Béo -Vinacomin <i>Nghiêm Xuân La, Đào Việt Đoàn</i>	46
Tính toán vỏ hầm áp lực hai lớp, tiết diện tròn, lớp trong có chiều dày thay đổi ở phần đáy <i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Thành Nam, Nguyễn Duyên Phong</i>	53
Ảnh hưởng của áp lực nổ mìn đến tính ổn định của vỏ hầm chính khi mở rộng đường hầm phụ dự án hầm Hải Vân <i>Trần Tuấn Minh, Bùi Xuân Nam, Trần Quang Hiếu, Nguyễn Quang Huy, V.I.Golik</i>	58
Ảnh hưởng của áp lực nổ mìn đến tính ổn định của vỏ hầm chính khi mở rộng đường hầm phụ dự án hầm Hải Vân <i>Phạm Thị Nhân</i>	64
Nghiên cứu quy luật biến dạng phá hủy khối đá xung quanh đường lò trong quá trình khai đào dưới sâu <i>Phạm Thị Nhân, Ngô Đức Quyền, Nguyễn Tiến Mạnh</i>	70
A Back Analysis for a Blow-out Case Study in Hochiminh Metro Line 1 <i>Vũ Minh Ngạn</i>	76
Comprehensive assessment of excavation damaged zone (EDZ) based on analysis of geophysical method in rock mass <i>Hoang Dinh Phuc, Bui Anh Thang</i>	82

Nghiên cứu trạng thái ứng suất và biến dạng của khối đất đá xung quanh đường hầm khi đào qua lớp sét <i>Nguyễn Văn Quang, Lê Hoàng Anh</i>	90
Đề xuất giải pháp nâng cao khả năng chịu tải của neo trong than <i>Vũ Đức Quyết, Trần Thanh Hùng</i>	95
Nghiên cứu ảnh hưởng của động đất đến đường hầm tàu điện ngầm tiết diện ngang hình vuông tại Hà Nội <i>Nguyễn Chí Thành, Phạm Quang Nam</i>	101
Một số kiến nghị, đề xuất nâng cao hiệu quả thiết kế, thi công công trình ngầm bằng máy đào hầm loại nhỏ <i>Đặng Trung Thành</i>	106
Đánh giá ảnh hưởng của việc xây dựng công trình ngầm tới công trình trên bề mặt <i>Nguyễn Tài Tiến, Nguyễn Văn Quang</i>	111

TIỂU BAN NHỮNG TIẾN BỘ TRONG VẬT LIỆU VÀ KẾT CẤU XÂY DỰNG

Mô hình tính toán mức độ thủy hóa các chất kết dính thành phần trong hồ xi măng <i>Nguyễn Trọng Dũng</i>	119
Nghiên cứu ảnh hưởng của hệ số quá cố kết OCR đến sự hóa lỏng tĩnh của cát Fontainebleau <i>Đặng Quang Huy, Reiffsteck Philippe</i>	125
Numerical modeling of unreinforced and reinforced piled embankments. Part I: Numerical modeling sequence <i>Hung V. Pham</i>	131
Đánh giá khả năng xuất hiện vết nứt do ứng suất nhiệt trong móng bê tông khối lớn ở tuổi sớm <i>Tăng Văn Lâm, Vũ Kim Diễm, Ngô Xuân Hùng, Đặng Văn Phi, Boris Bulgakov</i>	137
Nghiên cứu mô phỏng quá trình sinh nhiệt và truyền nhiệt khi thủy hóa bê tông xi măng bằng phần mềm FLAC3D <i>Nguyễn Văn Mạnh</i>	143
Nghiên cứu xác định các thông số vật liệu và ứng xử của kết cấu dựa trên kết quả đo tại hiện trường <i>Đặng Văn Phi, Đinh Hải Nam, Tăng Văn Lâm</i>	149
Mô hình lưới Thủy – Cơ đánh giá độ thấm của bê tông cốt thép <i>Phạm Đức Thọ, Bùi Anh Thắng</i>	155
Application of controlled low strength materials (CLSM) in highway construction: experimental and numerical analysis <i>Thu Thi Do, Ngoc-Anh Do, Young-sang Kim, Hyeong-Ki Kim, Tan Manh Do</i>	161

Đánh giá ảnh hưởng của việc xây dựng công trình ngầm tới công trình trên bề mặt

Nguyễn Tài Tiến^{1,*}, Nguyễn Văn Quang²

¹Trường Đại học Mỏ Saint-Peterburg, Liên Bang Nga

² Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

TÓM TẮT:

Hiện nay, ở các thành phố lớn như Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh đang có rất nhiều tuyến tàu điện ngầm đã và đang được nghiên cứu triển khai. Quá trình xây dựng các đường hầm sẽ gây tác động đến đến khối đất xung quanh và các công trình lân cận. Lún trên bề mặt đất là một trong những hiện tượng thường gặp khi xây dựng các đường hầm nằm nông đào trong đất yếu. Lún có thể gây ra nhiều hậu quả nghiêm trọng đối với các công trình lân cận và chính bản thân đường hầm. Trong bài báo đi phân tích nguyên nhân gây lún, phương pháp xác định độ lún và ảnh hưởng của lún đến các công trình trên bề mặt, đánh giá mức độ phá hủy của công trình do lún bề mặt. Trong bài báo, tác giả sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết, phân tích, tổng hợp từ đó đưa ra các kết luận. Bài báo cũng chỉ ra các yếu tố để đánh giá mức độ phá hủy của công trình.

Từ khóa: Công trình ngầm, lún bề mặt; mức độ phá hủy; công trình bề mặt;

1. Đặt vấn đề

Việc thi công các công trình ngầm, nhất là những công trình ngầm nằm ở độ sâu nhỏ sẽ gây ra lún bề mặt. Lún bề mặt tùy thuộc vào độ lớn cũng như vị trí tương quan của công trình với phần lún sẽ gây ảnh hưởng tới các công trình từ ảnh hưởng nhẹ cho tới phá hủy nghiêm trọng công trình. Trên thế giới việc nghiên cứu ảnh hưởng của việc xây dựng công trình ngầm tới công trình trên bề mặt đã được thực hiện rất nhiều như Burland và nnk (Burland, J.B. & Wroth, C.P., 1974); Boscardin & Cording (Boscardin, M.D., Cording, E.J., 1989); Burland và nnk (Burland, David, & Franzius, 2006), Clarke và nnk (Clarke, Moradabadi, & Laefer, 2015) Ritter và nnk (Ritter, Giardina, DeJong, & Mair, 2017) v.v... Ở Việt Nam, thi công các đường hầm Metro trong khu vực thành phố là vấn đề khá mới mẻ, tuy nhiên cũng đã có nhiều tác giả nghiên cứu về ảnh hưởng của việc thi công công trình ngầm bề mặt tới lún bề mặt như Đỗ Ngọc Anh và nnk (Đỗ Ngọc Anh, 2016); Nguyễn Tài Tiến và nnk (Nguyễn Tài Tiến, 5.2017) v.v.... Các nghiên cứu này đã đưa ra được các phương pháp xác định độ lún bề mặt khi thi công các đường hầm đơn, đôi bằng máy khiên đào, tuy nhiên các nghiên cứu này chưa đánh giá được mức độ ảnh hưởng của lún bề mặt tới các công trình trên mặt đất, các khả năng có thể gây phá hoại các công trình bề mặt. Theo quyết định 488/QĐ-BXD về việc “phê duyệt tạm thời quy trình đánh giá an toàn kết cấu nhà ở và công trình công cộng” đã đưa ra các phân loại tình trạng kỹ thuật của kết cấu, quy phạm này cũng không đưa ra được các mối liên hệ giữa lún bề mặt và các hư hại đến công trình. Chính vì vậy, trong bài báo này tác giả đã chỉ ra các phương pháp xác định lún bề mặt đồng thời chỉ ra quy trình đánh giá mức độ ảnh hưởng của lún thi công công trình ngầm tới công trình bề mặt.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Lún bề mặt và phương pháp xác định độ lún bề mặt.

2.1.1. Dịch chuyển khối đất xung quanh công trình ngầm

Dịch chuyển khối đất xung quanh công trình ngầm (CTN) do tác động của quá trình thi công là nguyên nhân dẫn tới tăng tải trọng gây biến dạng vỏ chống CTN cũng như lún hoặc thậm chí là sụt lún bề mặt gây phá hủy các công trình lân cận CTN. Mức độ tác động tăng tuyến tính với mức độ dịch chuyển của khối đất. Vì vậy, dự đoán chính xác mức độ dịch chuyển của khối đất là cơ sở để đưa ra các giải pháp phòng ngừa sự cố trong quá trình thi công.

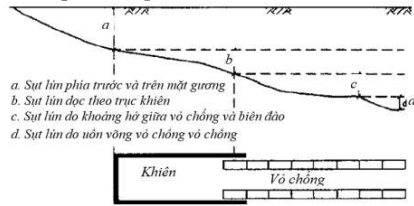
Để đánh giá tác động sụt lún gây ảnh hưởng tới các công trình bề mặt, thông thường chúng ta chủ yếu quan tâm tới dịch chuyển xảy ra trong thời gian ngắn sau khi đào vì đối với dịch chuyển xảy ra trong thời gian dài, công trình bề mặt có thể tự thích nghi với những biến đổi do dịch chuyển đất.

Tùy thuộc vào điều kiện khối đất, giai đoạn dịch chuyển trong thời gian ngắn sau khi đào có thể kéo

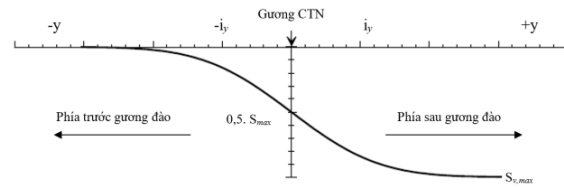
* Tác giả liên hệ

Email: nguyentaitien@humg.edu.vn

dài trong khoảng thời gian khác nhau. Theo Macklin và Field (Macklin & Field, 1999), giai đoạn này diễn ra trước và sau khi đào 24 giờ. Dịch chuyển này xảy ra do sự giải phóng ứng suất trong môi trường khối đất do hậu quả của quá trình khai đào CTN.



Hình 1. Cơ chế sụt lún khi thi công CTN bằng máy khiên đào



Hình 2. Đường cong lún dọc trục CTN (Attewell, P. B., Yeates, J. & Selby, A. R, 1986).

2.1.2. Phương pháp xác định lún bề mặt

a. Lún bề mặt theo phương vuông góc với trục CTN

Phương pháp kinh nghiệm và phương pháp giải tích thường dựa trên các kết quả đo đạc quan trắc tại hiện trường trong suốt quá trình thi công công trình ngầm. Theo các tác giả Schmidt (Schmidt, 1969) và Peck (Peck, R.B, 1969) đã chỉ ra rằng phễu lún trên mặt đất sau khi thi công một đường hầm có dạng phân bố đường cong Gauss:

$$S_x = S_{\max} \cdot e^{-\frac{x^2}{2i^2}} \quad (1)$$

Ở đây: S_{\max} – Độ lún lớn nhất trên bề mặt (tại vị trí nằm trên trục của công trình ngầm); x – Khoảng cách từ điểm xét tới trục đường hầm; i - vị trí điểm uốn so với trục đường hầm. Vị trí điểm uốn có thể được xác định theo các công thức kinh nghiệm sau:

Bảng 1. Các công thức thực nghiệm tính toán trị số (i)

Tác giả	Công thức tính (i)
Peck (Peck, R.B, 1969)	$\frac{i}{R} = \left(\frac{H}{2R}\right)^n$ (n = 0,8 - 1)
O'Reilly và New (O'Reilly, M.P., New, B.M, 1982)	$i = 0,43H + 1,1$ (m) (Đất dính (3 ≤ H ≤ 34m)) $i = 0,28H - 0,1$ (m) (Đất rời (6 ≤ H ≤ 10m))
Atkinson và Potts (Atkinson & Potts, 1977)	$i = 0,25 (H+R)$ (đất cát) $i = 0,25 (1,5H + 0,5R)$ (sét chặt và sét quá cố kết)
Leach (Leach, 1985)	$i = (0,57 + 0,45H) \pm 1,01$ (m)
Mair (Mair R., 1983)	$i = 0,5H$
Herzog (Herzog, 1985)	$i = 0,4H + 1,92$

b. Lún bề mặt theo phương dọc trục CTN

Song song với việc xác định kích thước phễu lún theo phương vuông góc với trục CTN, cần thiết phải xác định vùng sụt lún theo phương dọc trục CTN đặc biệt là độ lún phía trước gương đào. Theo Attewell và Woodman (Attewell & Woodman, 1982), độ lún tại vị trí mặt gương đào theo phương dọc trục có thể lấy xấp xỉ bằng 1/2 độ lún cuối cùng (hình 2).

Trị số độ lún tại các điểm dọc theo trục CTN được tính theo công thức:

$$S_v(y)_{x=0} = S_{v,\max} \Phi\left(\frac{y}{i}\right) \quad (2)$$

Trong đó:
$$\Phi(y) = \frac{1}{i_y \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^y e^{-\frac{y^2}{2i_y^2}} dy \quad (3)$$

y : toạ độ điểm tính lún kể từ vị trí mặt gương;

i_y : trị số đặc trưng kích thước phễu lún theo phương dọc trục, có thể lấy gần đúng $i_y = i$

Độ lún theo phương dọc trục là trị số phụ thuộc vào thời gian

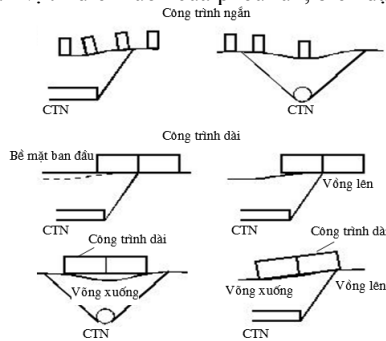
2.2 Tác động của dịch chuyển bề mặt tới công trình

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của dịch chuyển bề mặt tới các công trình xây dựng, có thể phân nhóm các công trình này thành 2 dạng:

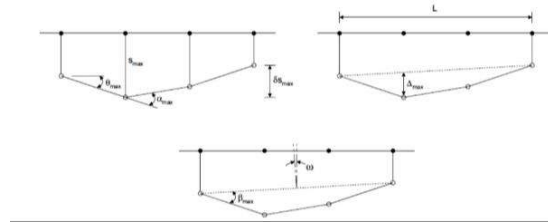
- Công trình khối xây: chủ yếu là những công trình cũ đã được xây dựng trong thời gian trước đây. Chúng có đặc điểm công trình cùng biến dạng, dịch chuyển với khối đất nền.

- Công trình bằng bê tông cốt thép hoặc vật liệu tương đương theo kiểu kết cấu khung, vòm ... là những công trình được xây dựng trong những năm gần đây. Do khả năng chống uốn tốt của các cấu kiện trong công trình nên hạn chế mức độ tác động tới ổn định gây ra do sự dịch chuyển của đất nền.

Từ hình 3 cho thấy, mức độ chịu tác động của công trình bề mặt khi xảy ra lún mặt đất do hậu quả của quá trình thi công CTN phía dưới phụ thuộc rất nhiều vào mức độ lún đều dưới móng công trình hay vị trí của công trình bề mặt và tốc độ lún xảy ra: Trường hợp công trình bề mặt nằm trực tiếp trên nóc CTN, trong kết cấu công trình chủ yếu xuất hiện các vết nứt do cắt; Trường hợp công trình bề mặt nằm cách xa trục CTN, trong kết cấu công trình chủ yếu xuất hiện vết nứt do uốn; Trường hợp công trình bề mặt nằm gần vị trí điểm uốn của phễu lún, biến dạng trong kết cấu công trình rất phức tạp và nguy hiểm;



Hình 3. Các dạng ảnh hưởng của phễu lún tới công trình bề mặt (Attewell, 1995)



Hình 4. Các tham số đánh giá hư hại công trình

2.2.1 Đánh giá mức độ phá hủy công trình trên mặt do lún mặt đất.

Từ những nghiên cứu về ảnh hưởng của việc xây dựng các công trình ngầm đến các công trình trên bề mặt trong thực tế, các nhà nghiên cứu đã đưa ra những kiến nghị và chỉ dẫn về độ lún cho phép. Burland và Wroth (1974) đã rất nhiều các tham số về biến dạng dẫn đến hư hại cho công trình, trong đó độ mở khe nứt trong kết cấu là thông số quan trọng để đánh giá mức độ phá hủy. Theo đó, có thể phân loại mức độ phá hủy trong kết cấu theo độ mở khe nứt (bảng 2).

Bảng 2: Phân loại mức độ phá hủy trong kết cấu theo độ mở khe nứt (Burland, J.B., Broms, B., DeMello, 1977)

Cấp phá hủy	Mức độ	Mô tả	Chiều rộng khe nứt (mm)	Biến dạng kéo ϵ_{lim} (%)
0	Phá hủy có thể bỏ qua	Vi khe nứt	< 0,1	0 – 0,05
1	Phá hủy rất nhỏ	Nứt nhỏ	<1	0,05–0,075
2	Phá hủy nhỏ	Nứt nhỏ, được xử lý	<5	0,075 – 0,15
3	Phá hủy trung bình	Chức năng sử dụng	5 -15 (một số khe nứt>3mm)	0,15 – 0,3
4	Phá hủy nghiêm trọng	Kết cấu	15 -25	> 0,3
5	Phá hủy rất nghiêm trọng.	Kết cấu	>25	

Tuy nhiên, có thể trích dẫn một số kiến nghị về giới hạn dịch chuyển của công trình bề mặt phía trên khu vực CTN theo tiêu chuẩn Châu Âu (Eric Leca, Barry New, 2007):

- Giới hạn xoay theo phương đứng có thể chấp nhận của công trình: 0,5 đến 3,33 ‰. Giới hạn tối đa là 6,67 ‰;
- Với hầu hết các công trình, cho phép độ lún tối đa 50mm và độ chênh lệch lún giữa hai móng cột công trình 20mm. Các giá trị giới hạn này có thể lớn hơn nếu độ xoay của công trình vẫn nằm trong giới hạn phép;

Bảng 3: Giới hạn nguy hiểm đối với các công trình bề mặt (Eric Leca, Barry New, 2007)

Cấp nguy hiểm	Độ dốc trung bình của phễu lún dưới công trình (‰)	Độ lún tối đa của công trình (mm)
1	≤ 2	≤ 10
2	$2 < \leq 4$	$10 << 50$

Bảng 4: Phân loại mức độ phá hủy theo (Rankin, 1988)

Cấp phá hủy	Mức độ	Mô tả	Biến dạng góc β_{max}	Độ lún max S_{max} (mm)
1	Phá hủy có thể bỏ qua	Không xảy ra phá hoại ở bên ngoài	$<1/500$	<10
2	Phá hủy nhỏ	Có phá hoại ở bên ngoài nhưng không có phá hoại về mặt kết cấu.	$1/500-1/200$	10–50
3	Phá hủy trung bình	Có phá hoại ở bên ngoài và gây phá hoại các đường ống cứng.	$1/200-1/50$	50–75
4	Phá hủy lớn	Phá hoại về kết cấu của tòa nhà, các đường ống cứng và các loại đường ống khác.	$>1/50$	>75

Bảng 5: Mối quan hệ giữa Mức độ phá hủy và biến dạng kéo (Boscardin, M.D., Cording, E.J., 1989)

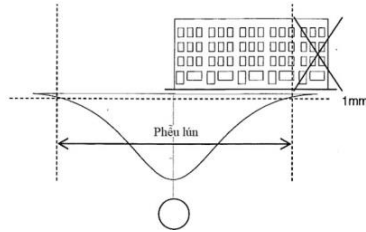
Cấp phá hủy	Mức độ	Biến dạng kéo (%)
1	Phá hủy rất nghiêm trọng và nghiêm trọng	$> 0,3$
2	Phá hủy trung bình	0,15 - 0,3
3	Phá hủy nhỏ	0,075 - 0,15
4	Phá hủy rất nhỏ	0,05-0,075
0	Phá hủy không đáng kể	0 - 0,05

2.2.2. Phương pháp đánh giá ảnh hưởng của lún bề mặt tới công trình

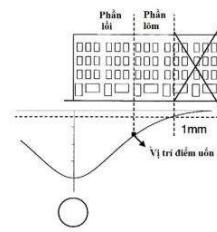
Phương pháp phổ biến nhất để dự báo mức độ phá hủy của công trình là phương pháp biến dạng kéo giới hạn (Limiting Tensile Strain Method - LTSM). Phương pháp này được xây dựng bởi Burland và Worth (1974) dựa trên khả năng biến dạng tối đa của vật liệu. Phương pháp này bao gồm các bước như sau:

Bước 1. Xác định độ lún bề mặt khi xây dựng đường hầm (bề mặt phẳng, không có công trình phía trên)

Được xác định theo các phương pháp đã được trình bày ở phần trên. Ở bước này ta cần xác định vị trí điểm uốn để xác định phần lồi và phần lõm trong phễu lún. Trong thực tế, với độ lún nhỏ hơn 1mm được coi là không ảnh hưởng tới công trình. Chính vì vậy, phần công trình nằm trong phạm vi phễu lún có độ lún nhỏ hơn 1mm không cần phải xem xét (Kessel, 2012).



Hình 5. Xác định phần lún ảnh hưởng tới công trình theo (Mair R. , 1983)



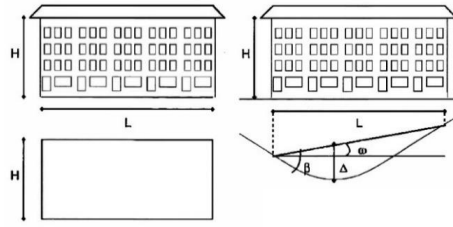
Hình 6. Xác định phần lồi, lõm của phễu lún tương ứng với công trình

Bước 2. Xác định vị trí công trình trong phễu lún;

Sau khi đã xác định được phễu lún, ta sẽ xác định được phần công trình nằm ở phần lồi và phần lõm (hình) của phễu lún và xác định tỷ lệ L/H của mỗi phần. Từng phần sẽ được phân tích riêng rẽ (nếu độ nghiêng của từng phần sai khác nhỏ hơn 15% tổng độ nghiêng của công trình). Nếu độ nghiêng từng phần sai khác lớn hơn 15% tổng độ nghiêng, thì khi phân tích riêng rẽ sẽ ảnh hưởng tới độ lớn của mômen và lực cắt trong kết cấu.

Bước 3. Xác định các thông số dịch chuyển của công trình;

Coi công trình là một dầm đàn hồi, đồng nhất, đẳng hướng và không trọng lượng. Với chiều dài dầm L, chiều cao H (Chiều cao từ móng của công trình) và tham số của vật liệu E/G.



Hình 7. Mô hình dầm với các tham số xác định Burland và nnk (1974) Biến dạng góc; Δ/L - độ võng tương đối trên chiều dài của kết cấu; ω - độ nghiêng

Bước 4. Xác định biến dạng của công trình (uốn, kéo);



Hình 8. Mô hình tính toán theo (Burland, J.B. & Wroth, C.P., 1974)

Coi công trình là một dầm đàn hồi, tải trọng tập trung ở giữa dầm. Theo bài toán về dầm Timoshenko, biến dạng ngang được xác định như sau:

$$\varepsilon_h = \frac{\delta L}{L} \quad (4)$$

Độ võng của dầm được xác định như sau:

$$\Delta = \frac{P.L^3}{48.E.I} + \frac{P.L.\alpha_5}{4.G.A} \quad (5)$$

Trong đó: Δ - Độ võng của dầm; L - Chiều dài dầm; G - Mô đun trượt của dầm; E - Mô đun đàn hồi; I - Momen quán tính; A - Diện tích mặt cắt ngang dầm; α_5 - Hệ số phụ thuộc vào hình dạng (thường lấy 1,5).

Biến dạng uốn lớn nhất của dầm được xác định theo công thức sau:

$$\varepsilon_{b,max} = \frac{M}{E.W} = \frac{P.L.H}{4.E.I.2} \quad (6)$$

Ở đây: M - Mômen do tải trọng tập trung; W - Môđun chống uốn của dầm.

Burland và nnk (1974) đưa ra phương pháp xác định biến dạng uốn của kết cấu trong phần lồi và lõm của sườn lún.

- Biến dạng uốn lớn nhất của dầm ở phần lồi:

$$\varepsilon_{b,max} = \left(\frac{\Delta}{L}\right) \cdot \left[\frac{6 \cdot \left(\frac{L}{H}\right)}{\left(\frac{L}{H}\right)^2 + \alpha_5 \frac{E}{G}} \right] \quad (7)$$

- Biến dạng uốn lớn nhất của dầm ở phần lõm:

$$\varepsilon_{b,max} = \left(\frac{\Delta}{L}\right) \cdot \left[\frac{3 \cdot \left(\frac{L}{H}\right)}{\frac{1}{4} \cdot \left(\frac{L}{H}\right)^2 + \alpha_5 \frac{E}{G}} \right] \quad (8)$$

Biến dạng xiên lớn nhất:

$$\varepsilon_{d,max} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{max} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau_{max}}{G} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{max}}{G.A} = \frac{3.P}{8.G.A} \quad (9)$$

Ở đây: γ_{max} - Biến dạng cắt lớn nhất; τ_{max} - Ứng suất cắt lớn nhất; V_{max} - Lực cắt lớn nhất.

Bước 5. Xác định tổng biến dạng công trình;

Tổng biến dạng của công trình là tổng của biến dạng ngang, biến dạng uốn và biến dạng xiên. Tổng biến dạng được kết hợp theo 2 cách: Biến dạng lớn nhất do uốn và biến dạng ngang trung bình (phương pháp công tác dụng); Biến dạng xiên lớn nhất và biến dạng ngang trung bình (Sử dụng vòng tròn Mohr). Tổng biến dạng công trình được xác định là giá trị lớn nhất trong 2 cách xác định trên.

$$\varepsilon_{bt} = \varepsilon_{b,max} + \varepsilon_h$$
$$\varepsilon_{bt} = \frac{\varepsilon_h}{2} + \sqrt{\left(\frac{\varepsilon_h}{2}\right)^2 + \varepsilon_{d,max}^2}$$

Theo Netzel (Netzel, 2009) khi xác định tổng biến dạng công trình thì không nên lấy biến dạng ngang vào khu vực phần lõi của Pfeiffer vì sẽ làm giảm mức độ hư hại của công trình.

Bước 6. Phân loại mức độ phá hoại của công trình.

Từ tổng biến dạng đã xác định được từ các bước trên, căn cứ vào Bảng 2 phân loại của Burland và nnk (1977) để phân loại mức độ phá hủy của công trình.

3. Kết quả và thảo luận

Phương pháp biến dạng kéo giới hạn (LSTM) được sử dụng trong nhiều năm qua và hiện tại vẫn được sử dụng. Tuy nhiên phương pháp này dựa trên những yếu tố giả định và những yếu tố đơn giản hóa chính vì vậy sẽ làm cho công tác dự báo, đánh giá thiệt hại không chính xác. Các giả định và yếu tố làm đơn giản hóa như:

- Không có sự tương tác giữa kết cấu và đất đá;
- Kết cấu công trình được coi là dầm đàn hồi tuyến tính trên giá đỡ, các biểu hiện phi tuyến như sự phân bố lại ứng suất và độ cứng không được xem xét. Biểu hiện giòn và nứt cục bộ cũng không được tính đến;
- Bề mặt kết cấu chỉ thể hiện với tỉ lệ E/G khác, trong khi đó không tính đến được vị trí yếu nơi tập trung ứng suất nguy hiểm như góc cửa ra vào, cửa sổ;
- Phương pháp này áp dụng chủ yếu với kết cấu khối xây;
- Các tải trọng khác lên tòa nhà không được tính đến;
- Lún theo dọc công trình ngầm không được tính đến.

4. Kết luận

Phương pháp biến dạng kéo giới hạn đã được sử dụng từ lâu, tuy nhiên nó có những hạn chế nêu trên. Do vậy, hiện nay để đánh giá ảnh hưởng của việc thi công công trình ngầm tới lún bề mặt và tác động của lún đến công trình trên bề mặt thường sử dụng các công cụ mô hình số như Flac3D; Plaxis, Abacus ... được xây dựng trên phương pháp phần tử hữu hạn.

Các bài toán thường được phát triển theo 2 hướng chính như sau:

- Công trình bề mặt là khối xây với móng nông: ở bài toán này thường nghiên cứu lún bề mặt và ảnh hưởng của lún đến phá hoại các công trình trên bề mặt.
- Công trình bề mặt với móng sâu: ở bài toán này thường nghiên cứu ảnh hưởng của việc xây dựng công trình ngầm đến móng cọc của công trình, sự thay đổi nội lực trong móng cọc. Đồng thời nghiên cứu lún của hệ công trình bề mặt.

Thành phố Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh là hai thành phố lớn của Việt Nam đang triển khai xây dựng hệ thống tàu điện ngầm. Với đặc điểm thành phố với nhiều công trình đan xen hỗn hợp (nhà khối xây, nhà với móng nông, nhà cao tầng với hệ thống cọc nhồi), rất cần thiết phải có những nghiên cứu cụ thể để đánh giá ảnh hưởng của việc xây dựng các đường hầm tàu điện ngầm tới các công trình trên bề mặt.

Tài liệu tham khảo

Đỗ Ngọc Anh. (2010). *Bài giảng Xây dựng Công trình ngầm Dân dụng và Công nghiệp*. Hà Nội: Bộ môn Xây dựng CTN và Mỏ.

Đỗ Ngọc Anh, L. Q. (2016). Quy trình mới dự báo lún mặt đất phía trên hai đường hầm nằm nông trong đất mềm. *Tuyển tập các công trình khoa học Kỷ niệm 50 năm thành lập Bộ môn Xây dựng công trình ngầm và mỏ 1966-2016*. (pp. Trang 32-41). ISBN 978-604-913-445-6.

Nguyễn Tài Tiến, Đ. N. (5.2017). Dự báo lún phía trên công trình ngầm bằng phương pháp hồi quy phi tuyến. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, 68-72.

Attewell & Woodman. (1982). *Predicting the dynamics of ground settlement and its derivatives caused by tunneling in soil*. University of Durham.

Attewell, P. B., Yeates, J. & Selby, A. R. (1986). *Soil Movements Induced by Tunnelling and their*

Effects on Pipelines and Structures. London: Blackie and Son Ltd.

Boscardin, M.D., Cording, E.J. (1989). Building response to excavation induced settlement. . *Journal of Geotechnical Engineering* 115, 1–21.

Burland, J. (1997). Assessment of risk of damage to buildings due to tunnelling and excavation. *Earthquake geotechnical engineering*, (pp. 1189-1201). Rotterdam.

Burland, J., David, P., & Franzius, J. (2006). The response of surface structures to tunnel construction. *Geotechnical Engineering, Volume 159*(Issue 1), 3-17.

Burland, J.B. & Wroth, C.P. (1974). Settlement of buildings and associated damage. 611-654.

Burland, J.B., Broms, B., DeMello. (1977). Behaviour of foundations and structures: state of the art report. *Proceedings of 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, (pp. 495–546).

Clarke, J. A., Moradabadi, E., & Laefer, D. (2015). The effect of uncertainty on the prediction of building damage due to tunnelling-induced settlement. *Geotechnical Engineering for Infrastructure and Development* (pp. 13 – 17). Edinburgh, UK,: XVI ECSMGE 2015.

Herzog, M. (1985). Surface subsidence above shallow tunnels. *Bautechnik* 62, 375–377.

Kessel, L. v. (2012). *Tunnel induced settlement damage*. Delft University of Technology.: MSc thesis.

Mair, R. (1983). Geotechnical aspects of soft-ground tunnelling. *Conf. on Construction Problems in Soft Soils*. Nanyang Technological Institute, Singapore.

Netzel, H. (2009). *Building response due to ground movements*. PhD Thesis: Delft University of Technology.

O'Reilly, M.P., New, B.M. (1982). Settlements above tunnels in the United Kingdom, their magnitude and prediction. *Tunnelling '82* (pp. 173-181). Brighton: Inst of Mining & Metallurgy.

Peck, R.B. (1969). Deep excavations and tunnelling in soft ground. *7th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*. Mexico, Cit.

Rankin, W.(1988). Ground movements resulting from urban tunnelling: predictions an effects. *Geological Society, London, Engineering Geology Special Pub. 5*, 79–92.

Ritter, S., Giardina, G., DeJong, M. J., & Mair, R. J. (2017). Influence of building characteristics on tunnelling-induced ground movements. *Géotechnique, Volume 67*(Issue 10), 926-937.

Schmidt, B. (1969). A method of estimating surface settlement above tunnels constructed in soft ground. *Canadian Geotechnical Journal*, 11–22.

ABSTRACT

Evaluating the effect of tunneling on surface structures

Nguyen Tai Tien^{1,*}, Nguyen Van Quang²

¹Saint-Peterburg Mining University; ²University of Transport Technology

In Vietnam is currently in a timeframe where is started off with the planning and construction of tunnel routes, especially in the bigger cities such as Hanoi and Hochiminh. Tunnel construction processes will influence existing ground structures. Surface settlement is considered popular during tunnelling in shallow depth and on soft soils. Surface settlements will damage on existing structures and tunnel structure. In this article, authors are trying to analyze the causes, methods estimating settlement and the effects of settlement on surface structures. They will use theoretical studies, analytic and synthetic methods. This article shows factors which will assess the structural damage.

Keywords: Tunnelling; surface settlement; damage; surface structures.