



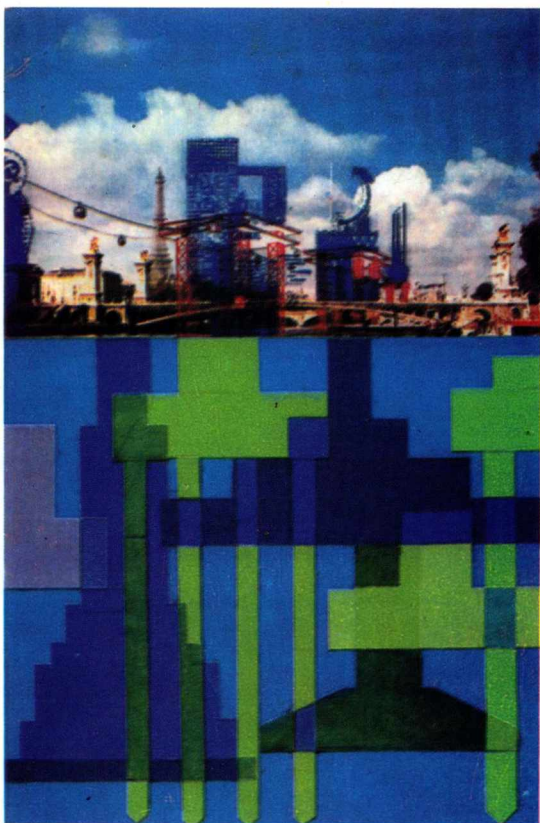
CK.0000068935

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI

TRẦN QUẢNG - K.S. NGUYỄN HỮU KHÁNG - K.S. UÔNG ĐÌNH CHẤT

NỀN VÀ MÓNG

CÁC CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG - CÔNG NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

ÊN
U

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI
GS. TS. NGUYỄN VĂN QUẢNG - KS. NGUYỄN HỮU KHÁNG
KS. UÔNG ĐÌNH CHẤT

NỀN VÀ MÓNG

CÁC CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG - CÔNG NGHIỆP

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Để phục vụ cho công tác giảng dạy và học tập của sinh viên các ngành Xây dựng dân dụng và công nghiệp thuộc các hệ dài hạn, chuyên tu và tại chức. Bộ môn Địa kỹ thuật khoa Xây dựng trường Đại học Kiến trúc Hà Nội có tái bản có bổ sung, điều chỉnh cuốn giáo trình "Nền và móng các công trình dân dụng và công nghiệp".

Cuốn sách này có thể làm tài liệu tham khảo cho những người thiết kế nền móng.

Khi biên soạn cuốn sách này chúng tôi đã vận dụng các tiêu chuẩn hiện hành ở nước ta và có trình bày một số cách tính theo quy phạm các nước khác như Mỹ, Anh, Pháp, Canada, Nhật Bản... để tham khảo.

Các ký hiệu được dùng theo quy định của hội Cơ học đất và móng quốc tế ISSMFE (International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering). Dùng đơn vị SI (System International).

Các phần được phân công như sau :

GS. TS Nguyễn Văn Quảng : chương IV

KS Nguyễn Hữu Kháng : phần mở đầu, chương I, II, III, V, VI.

GS TS Nguyễn Văn Quảng và KS Nguyễn Hữu Kháng : chương VII.

KS Nguyễn Hữu Kháng và KS Ưông Đình Chất : chương VIII

Do thời gian yêu cầu rất gấp, các thông tin, tư liệu khoa học kỹ thuật về lĩnh vực nền móng nhất là móng cọc rất nhiều, do kinh nghiệm và kiến thức có hạn nên không tránh khỏi thiếu sót. Mong bạn đọc chỉ giáo cho. Mọi sự góp ý về nội dung cuốn sách sẽ được tiếp nhận với lòng biết ơn.

NHÓM TÁC GIẢ

TUƯƠNG QUAN GIỮA CÁC ĐƠN VỊ HỆ MKGSS VÀ HỆ SI

Tên gọi các đại lượng	Đơn vị		Tương quan với đơn vị hệ SI
	Tên gọi	Ký hiệu	
Chiều dài	Centimet	cm	10^{-2} m
	Micrômét	μ m	10^{-6} m
Lực	Kilôgam lực	KG	9,80665N
	Tấn lực	T	9806,65N
Tải trọng phân bố tuyến tính	Kilôgam lực trên mét	KG/m	9,80665 N/m
	Tấn lực trên mét	T/m	9806,65 N/m
Tải trọng phân bố bề mặt và các ứng suất (sức chống)	Kilôgam lực trên mét vuông	KG/m ²	9,80665 Pa
	Kilôgam lực trên centimét vuông	KG/cm ²	0,098 MPa
	Tấn lực trên mét vuông	T/m ²	9806,65 Pa
	Kilôgam lực trên centimét vuông	KG/cm ²	0,098 MPa
Trọng lượng riêng	Gam lực trên centimét khối	G/cm ³	9,80665 KN/m ³
	Tấn lực trên mét khối	T/m ³	9,80665 KN/m ³
Hệ số biến đổi thể tích	Centimét vuông trên kilôgam lực	cm ² /KG	0,1 cm ² /N

Ghi chú : Trong tính toán kỹ thuật cơ trường hợp cho phép quy tròn 9,80665 thành 9,81. Khi tính toán không yêu cầu chính xác quá cao thì quy tròn là 10.

MỎ ĐẦU

§1. KHÁI NIỆM

Để công trình tồn tại và sử dụng được một cách bình thường thì không những các kết cấu bên trên phải đủ độ bền, ổn định mà bản thân nền và móng cũng phải ổn định, có độ bền cần thiết và biến dạng nằm trong phạm vi giới hạn cho phép.

Nền là chiều dày các lớp đất đá trực tiếp chịu tải trọng của công trình do móng truyền xuống.

Móng là phần dưới đất của công trình làm nhiệm vụ truyền tải trọng của công trình xuống nền.

Thiết kế nền móng là một công việc phức tạp vì nó liên quan đến đặc điểm của công trình thiết kế, nền móng công trình lân cận, điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn của khu đất xây dựng. Bản thân đất có nhiều loại khác nhau, ở nhiều trạng thái khác nhau, trong thực tiễn chúng phân bố rất đa dạng. Người thiết kế chỉ có thể chọn được phương án nền móng bảo đảm điều kiện kỹ thuật và kinh tế trên cơ sở hiểu biết sâu sắc về cơ học đất, nền và móng, kỹ thuật thi công nền móng cùng các khoa học khác về ngành xây dựng và chỉ sau khi nghiên cứu kỹ điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn của khu đất xây dựng và các đặc điểm của công trình.

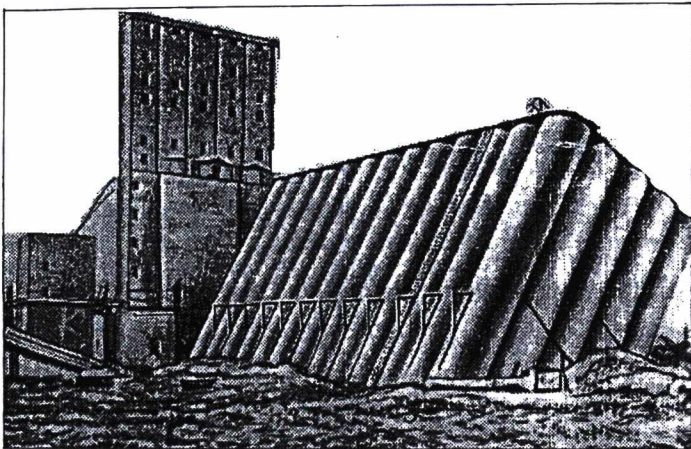
Nếu thiếu các yếu tố vừa nêu thì có thể dẫn đến các sai phạm nghiêm trọng trong công tác nền móng mà hậu quả của nó có thể là quá thiên về an toàn gây lãng phí hoặc công trình bị sự cố phải có biện pháp sửa chữa hay nguy hại hơn nữa là công trình bị sụp đổ.

Trong thực tiễn, phần nhiều các công trình bị sự cố là do sai sót trong công tác nền và móng gây ra.

Ở đây ta xét một số trường hợp công trình bị sự cố. Trạm chế biến ngũ cốc ở Canada được xây dựng vào năm 1912 gồm 65 xilô bằng bê tông cốt thép, cao 27,4m, trọng lượng khoảng 20.000 tấn. Khi gia tải lần đầu với 22.000 tấn lúa mì, trạm bị lún rất nhiều và bị nghiêng $26^{\circ}50'$ về hướng Tây. Ở phía này mép bản móng bị ép chìm xuống đất 8,7m, còn ở phía đối diện bản móng bị nâng lên 1,5m. Phần công trình ở phía Bắc lún sâu hơn phía Nam 1,2m.

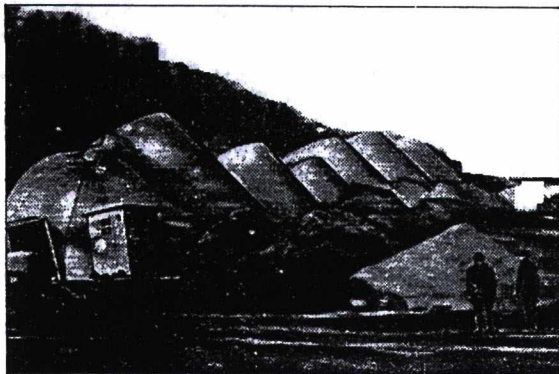
Sở dĩ công trình này bị sự cố là do đất nền bị mất ổn định và bị ép trôi sang một phía.

Nhờ có độ cứng lớn nên thân các xilô không bị hư hỏng do đó người ta đã đưa nó về vị trí thẳng đứng nhưng để công trình phải đặt sâu xuống 4,2m so với cốt đáy móng lúc đầu.



Hình 1 : *Sự cố trạm chế biến ngũ cốc Transconski Canada.*

Trạm chế biến ngũ cốc ở thành phố Fargo (Mỹ) năm 1940 đã bị phá hủy hoàn toàn. Xilô có bề rộng 15m, dài 68,5m, cao 23,25m. Đất nền là sét dẻo có độ ẩm tăng theo chiều sâu từ 34 - 46%. Xilô được kiến thiết trên bản móng bê tông cốt thép đặt sâu 3,25m. Công trình này bị lún với tốc độ tăng dần theo thời gian



Hình 2 : *Trạm chế biến ngũ cốc ở Fargo (Mỹ) bị đổ*

và bị đổ đột ngột. Nguyên nhân là do đất ở mép móng bị phá hoại và bị ép trôi ra ngoài.

Một trường hợp khác là sự cố của bể chứa dầu cá voi ở Fredriestad (Na Uy) năm 1952. Bể chứa có đường kính 25m được kiến thiết trên lớp đất sét dẻo yếu có chiều dày lớn. Khi gia tải thử bằng cách cho nước vào, bể đã bị lún xuống và nghiêng.

Ngôi nhà nghiêng ở Tunhix (Bắc Phi) được xây dựng trên cát lấp, móng nhà là bản bê tông cốt thép toàn khối. Áp lực xuống nền chỉ bằng 40 KPa. Tai nạn xảy ra do đất nền không đủ độ bền và mất ổn định. Có thể ở đây do nguyên nhân cát bị chảy do rung động và các nguyên nhân khác thường gặp ở cát bão hòa nước chưa được nén chặt.

Cầu vòm bê tông cốt thép qua sông Kadanca (Nga) xây dựng năm 1929. Mố cầu được kiến thiết trên cọc gỗ đóng sâu vào đất 8m. Mỗi mố có 410 cọc. Mặc dù vậy, mố cầu bên phải đã bị lún trung bình 1,5m và bị nghiêng đến mức độ lún lớn nhất của móng là 2,06m. Nguyên nhân sự cố là do sự lún của lớp than bùn dày 3,6m trong nền của mố cầu bên phải chỉ cách mũi cọc 3,0m.

Một ví dụ điển hình về sự lún theo thời gian là tháp Piza (Italia). Đây là một trong những kỳ quan của thế giới. Hàng năm có tới khoảng 350.000 khách du lịch đến tham quan và món lợi này Italia đã được hưởng từ nhiều thế kỷ nay. Tháp được xây dựng ở thành phố Piza gần sông Arnò. Tháp cao 54,5m. Móng tháp có dạng vành khuyên với đường kính trong là 4,52m, đường kính ngoài 19,5m được ghép từ các tầng đá. Diện tích đế móng bằng 282m², trọng lượng tháp 144860KN. Áp lực xuống nền khoảng 510 KN/m². Đất nền gồm lớp cát dày 11m, dưới đó là lớp sét dày dẻo mềm.

Tháp Piza được xây dựng từ năm 1171. Sau khi xây dựng xong tầng thứ nhất cao 11m tháp đã bị nghiêng và độ nghiêng cứ ngày càng tăng. Năm 1186 sau khi xây xong tầng ba, công việc phải dừng lại. Năm 1233 người ta xây tầng tư, sau đó 26 năm lại xây luôn tầng năm và tầng sáu với các cột có chiều dài khác nhau để sàn của tầng mới xây nằm ngang. Lúc đó tháp lại bị nghiêng. Chín mươi năm sau, đến năm 1350 người ta mới kết thúc công việc xây tháp và một tháp chuông tương đối nhẹ đã được xây lên trên cùng. Như vậy sau 162 năm tháp Piza mới được xây xong. Những người xây dựng đã làm trần ngăn của mỗi tầng đứng vị trí nằm ngang nhưng khi họ xây tầng sau thì tầng trước đã bị nghiêng rồi.

Kết quả nghiên cứu của giáo sư Karl Terzaghi cho thấy thời gian đầu tháp lún rất mạnh, càng ngày sự lún càng chậm dần. Nguyên nhân của sự lún theo thời gian này là do sự ép thoát nước từ trong lỗ rỗng của đất sét mềm. Khi kết thúc công việc xây dựng thì đỉnh tháp đã nghiêng khỏi trục đứng 2,1m. Tháp bị nghiêng về hướng Nam, tức là về phía sông Arnò chảy qua gần đó.

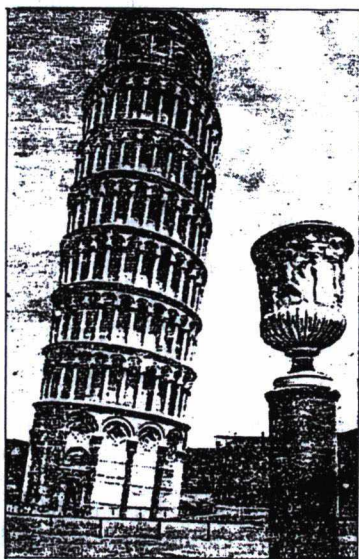
Những năm năm mươi của thế kỷ này hàng năm tháp vẫn lún khoảng 1,2mm/năm. Tốc độ nghiêng của tháp lớn nhất vào năm 1958, chỉ sau một năm tháp đã bị nghiêng thêm 12,7mm và gây ra cảm giác là tháp sắp sửa đổ xuống. Đến năm 1959 đỉnh tháp đã lệch khỏi trục đứng 5,29m.

Để cứu tháp Piza, các chuyên gia đã đề xuất hàng loạt giải pháp. Vào cuối những năm 1930, người ta đã bơm vữa xi măng vào dưới móng, ngừng kéo chuông và đưa các tuyến giao thông ra khỏi khu vực gần tháp. Các biện pháp này có hiệu quả trong một thời gian, nhưng sau trận đánh trên sông Arnó thì quá trình nghiêng lại tiếp diễn mạnh hơn.

Giáo sư Romuan Xebectovich ở trường Đại học Bách khoa Gơđanxcơ đã kiến nghị bơm vào đất dung dịch Silicat Natri và Clorua Canxi. Các chất này sẽ tham gia phản ứng hóa học tạo ra hợp chất làm đất biến thành khối đá cứng. Ngoài ra các nhà khoa học khác còn kiến nghị các giải pháp khác. Từ năm 1990 người ta đã đình chỉ việc thăm viếng tháp Piza để chuẩn bị sửa chữa. Các kỹ sư và các nhà phục chế đã làm cho tháp bớt nghiêng bằng cách hạ các ống và nhét vào đất nền khoảng 670 tấn chì.

Sự cố của các công trình do sai phạm trong công tác nền và móng gặp rất nhiều trong thực tế từ những hiện tượng nứt tường làm giảm tuổi thọ của công trình, bị lún nhiều, bị nghiêng cản trở đến việc sử dụng công trình cho đến những trường hợp công trình bị sụp đổ.

Ở nước ta cũng có khá nhiều công trình bị sự cố. Tại Hà Nội, Hải Phòng, thành phố Hồ Chí Minh, ... có khá nhiều công trình bị hư hỏng phải gia cố, sửa chữa. Nguyên nhân có nhiều nhưng chủ yếu là do giải pháp nền móng chưa bảo đảm yêu cầu kỹ thuật hoặc do thi công nền móng công trình mới gần công trình đang sử dụng mà không có biện pháp cừ, neo tường cừ để bảo vệ nền công trình cũ hoặc do công trình nhỏ bị lún thêm do ảnh hưởng tải trọng công trình lớn ở gần...



Ảnh 3 : Tháp Piza (Italia) bị nghiêng.

Nếu công trình bị sự cố phải sửa chữa thì phải chi phí về vật liệu, sức người, máy móc. Công việc sửa chữa thường khó khăn hơn nhiều so với xây dựng mới, có khi phải kéo dài thời gian, thường phải buộc nhà máy, xí nghiệp ngừng hoạt động hoặc sơ tán người ra khỏi nhà để sửa chữa mà tất cả các việc đó đều gây tổn phí.

Muốn có được những nền móng bảo đảm cho công trình sử dụng được bình thường và thỏa mãn yêu cầu về kinh tế thì phải chú ý đầy đủ mọi yêu cầu kỹ thuật trong các khâu khảo sát, thiết kế, thi công và sử dụng công trình. Khảo sát địa chất công trình phải phản ánh khá chính xác tình trạng phân bố các lớp đất. Phải sử dụng phương pháp khảo sát phù hợp với loại đất, tầng cứng các phương pháp thí nghiệm hiện trường. Thí nghiệm hiện trường và trong phòng về đất, nước, phải mang lại kết quả chính xác. Người thiết kế phải nghiên cứu kỹ điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn, đặc điểm công trình, đề xuất phương án nền móng hợp lý và tính toán chính xác. Trong thi công phải bảo đảm chất lượng, chú ý không để cho nước ngầm, nước mặt, tác dụng động của máy móc... phá vỡ kết cấu của đất nền khi đào hố móng bởi vì hiện tượng phá vỡ kết cấu của đất sẽ gây ra độ lún bổ sung mà độ lún này hiện nay chưa có phương pháp xác định.

§2. BIẾN DẠNG CỦA CÔNG TRÌNH KHI NỀN BỊ LÚN

Thông qua móng, công trình liên hệ với nền. Tác động của tải trọng lên công trình sẽ truyền xuống nền qua móng. Biến dạng của nền sẽ làm cho móng bị lún và làm công trình bị biến dạng. Như vậy công trình - móng - nền là một hệ thống liên quan chặt chẽ với nhau, tác dụng qua lại lẫn nhau.

1. Biến dạng của đất nền

Đất nền có thể bị biến dạng theo phương bất kỳ. Biến dạng đó có thể phân thành các thành phần theo phương trục đứng và hai trục nằm ngang trong hệ tọa độ Đề các.

Các công trình dân dụng và công nghiệp chủ yếu chịu tải trọng thẳng đứng nên ta chỉ chú ý đến chuyển vị của nền theo phương thẳng đứng còn gọi là độ lún.

Độ lún của nền bao gồm các thành phần sau :

$$S = S_{nc} + S_n + S_{et} + S_{fk}$$

Trong đó : S_{nc} - độ lún do đất bị nén chặt bởi tải trọng của công trình xét, công trình lân cận, sự gia tải gần móng, của các tải trọng khác như phương tiện vận tải, sự giảm độ ẩm...

S_n - đất bị nở ra do mất áp lực bản thân khi đào hố móng.

S_{et} - độ lún do đất nền trong vùng biến dạng dẻo cục bộ ở dưới mép móng bị ép trôi ra ngoài.

S_{fk} - độ lún do đất bị phá vỡ kết cấu do tác dụng động của máy móc khi đào hố móng, do tác động của ánh nắng mặt trời, gió làm đất ở đáy hố móng bị giảm độ ẩm hoặc nước mưa làm tăng độ ẩm ; do áp lực thủy động, thủy tĩnh. Ngoài ra còn có thể xảy ra các loại biến dạng khác như hòa tan muối, phân hủy các chất hữu cơ, xói ngầm...

2. Các loại biến dạng của nhà và công trình

Phụ thuộc vào độ cứng của công trình, tải trọng sự phân bố của đất trong mặt bằng có đối xứng hay không mà có thể có các loại biến dạng sau :

a) *Lún đều* (Hình 4a). Khi toàn bộ công trình lún một độ lún như nhau. Trường hợp này xảy ra khi tải trọng, độ cứng của công trình và tính nén lún của đất nền phân bố đồng đều trong mặt bằng.

Trong thực tiễn gặp một số trường hợp công trình bị lún rất lớn, chẳng hạn nhà hát dân tộc ở thành phố Mêhicô đã lún hơn 3m và muốn đến bệ đài độc lập người ta phải từ mặt đường phố theo một cầu thang xuống sâu dưới đất. Cũng tại Mêhicô người ta thấy có những ngôi nhà ở mà cửa ra vào và cửa sổ của tầng một đến nay chỉ nhìn thấy một phần rất bé như cửa sổ con vì những ngôi nhà này bị lún quá nhiều.

Tuy nhiên các công trình vừa nêu vẫn tồn tại mà không bị hư hỏng vì khi nhà hoặc công trình bị lún đều thì không làm xuất hiện các ứng suất bổ sung trong các kết cấu siêu tĩnh.

b) *Nghiêng* (Hình 4b) đó là sự quay của công trình so với trục nằm ngang. Trường hợp này có thể xảy ra khi gia tải không đối xứng hoặc khi các lớp đất phân bố không đối xứng so với trục đứng của móng. Loại biến dạng này hay gặp ở các công trình có độ cứng lớn.

Đối với các công trình cao như ống khói, tháp vô tuyến, nhà cao tầng có mặt bằng bé... thì sự nghiêng rất nguy hiểm vì nó sẽ làm tăng mômen lật, chính sự tăng mômen sẽ làm cho công trình bị nghiêng thêm và có thể dẫn đến công trình bị lật nhào.

c) *Vồng xuống* (Hình 4c), *vồng lên* (Hình 4d). Khi bị các loại biến dạng này công trình sẽ bị uốn. Loại biến dạng này có thể gặp ở các công trình có độ cứng không lớn.

Khi bị vồng xuống thì vùng tường phía dưới bị kéo, vùng trên bị nén. Do các vật liệu như gạch, bê tông chịu kéo kém hơn nhiều so với chịu nén nên vùng chịu kéo sẽ bị nứt.

Khi bị vồng lên thì tình hình sẽ ngược lại, vết nứt sẽ có thể xuất hiện ở phía trên.