



GS. TS/ CK.0000068299

PGS. TS. NGUYEN SY NGOC



# NỀN VÀ MÓNG

## CÔNG TRÌNH CẦU ĐƯỜNG

NGUYỄN  
C LIÊU

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



GS. TSKH. BÙI ANH ĐỊNH - PGS. TS. NGUYỄN SỸ NGỌC

# **NỀN VÀ MÓNG CÔNG TRÌNH CẦU ĐƯỜNG**

*(Tái bản)*

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG**  
HÀ NỘI - 2013

## LỜI NÓI ĐẦU

*Giáo trình Cơ học đất, Nền và Móng xuất bản lần đầu (1962) ở Trường Đại học Giao thông Vận tải là tài liệu biên dịch của các tác giả Lê Quý An, Nguyễn Cảnh Chất và Mai Tây Lộ từ giáo trình cùng tên của Trường Đại học Đường sắt Đường sơn Trung Quốc.*

*Giáo trình này được dùng ở Trường Đại học Giao thông Vận tải cho đến năm 1972 thì phần Nền và Móng được soạn lại thành "Giáo trình Nền và Móng" cho phù hợp với quy trình tính toán theo trạng thái giới hạn (CH-200-62) được áp dụng phổ biến ở nước ta để thay thế cho quy trình tính toán cũ theo phương pháp ứng suất cho phép.*

*Năm 1973 theo yêu cầu của Bộ Đại học và Trung học Chuyên nghiệp, các Ban Thư ký môn học được thành lập gồm nhiều đại diện các giảng viên có kinh nghiệm từ nhiều trường. Ban Thư ký môn học Cơ học đất, Nền và Móng đã cử ra một nhóm viết giáo trình Cơ học đất gồm các Giáo sư Lê Quý An, Nguyễn Văn Quý và Nguyễn Công Mẫn. Giáo trình Cơ học đất đã xuất bản năm 1974. Một nhóm viết cuốn Bài tập Cơ học Đất gồm các Giáo sư Nguyễn Văn Bằng, Bùi Anh Định và Vũ Công Ngữ xuất bản năm 1976. Một nhóm thứ ba gồm các Giáo sư Bùi Anh Định, Phan Trường Phiệt và Lê Đức Thắng được phân công soạn cuốn giáo trình Nền và Móng đã xuất bản 1977 và cuốn giáo trình này đã được dùng cho đến nay.*

*Giáo trình nói trên được viết chung cho cả ba ngành Cầu đường, Xây dựng và Thủy lợi.*

*Ngày nay, khoa học kỹ thuật và công nghệ xây dựng trên thế giới cũng như trong nước có nhiều thay đổi, nên bộ môn Địa kỹ thuật Trường Đại học Giao thông Vận tải thấy cần phải biên soạn lại giáo trình Nền và Móng.*

*Giáo trình xuất bản lần này có một khó khăn đặc biệt mà chúng tôi muốn trình bày trước để bạn đọc thông cảm, đó là tiêu chuẩn tính toán, thiết kế và quy phạm thi công. Hiện nay nước ta đang có quan hệ rộng rãi với nhiều nước trên thế giới, mỗi nước lại có một tiêu chuẩn thiết kế riêng. Một số Bộ, Ngành đã quyết định dùng tiêu chuẩn của một hệ thống nào đó hoặc ban hành tiêu chuẩn về một lĩnh vực nào đó hoàn toàn dựa vào quy trình của một nước nhất định.*

*Vấn đề đặt ra ở đây là nội dung các phần tính toán, thiết kế nên trình bày theo tiêu chuẩn nào. Trong ngành Giao thông Vận tải hiện vẫn sử dụng quy trình tính toán, thiết kế cầu cống xuất bản năm 1979, quy trình này về cơ bản dựa trên quy trình tính toán, thiết kế Cầu cống Đường sắt và Đường bộ năm 1962 của Liên Xô (cũ) (CH-200-62). Từ đó đến nay ở Liên Xô (cũ) và Nga đã thay đổi nhiều quy trình, riêng ở nước ta việc dùng*

Quy trình thiết kế Cầu cống Đường sắt, Đường bộ năm 1979 cũng đã quen chưa có nhu cầu thay đổi hoặc sửa đổi những quy định.

Chính vì lý do trên, Giáo trình Nền và Móng công trình cầu đường xuất bản lần này vẫn sử dụng quy trình trên trong phần thiết kế, tính toán. Quy trình thiết kế của các nước nói chung giống nhau về nguyên lý cơ bản, vì vậy bạn đọc nắm vững các nguyên lý tính toán theo giáo trình này thì cũng có cơ sở vững chắc để hiểu và sử dụng quy trình tính toán của các nước khác.

Quy phạm thi công tùy thuộc vào trình độ khoa học, kỹ thuật và công nghệ của mỗi nước mà quy định.

Chúng tôi có dự định sẽ biên soạn một tài liệu tham khảo để các bạn đọc có điều kiện so sánh quy trình thiết kế và tính toán giữa các nước. Đây là một công trình đòi hỏi nhiều công sức và thời gian nhưng rất cần thiết cho đất nước khi chúng ta đang có quan hệ kinh tế kỹ thuật với nhiều nước khác nhau trên thế giới.

Giáo trình gồm các chương:

Mở đầu

Chương 1: Khảo sát địa chất công trình khu vực xây dựng.

Chương 2: Móng nông.

Chương 3: Móng cọc.

Chương 4: Móng cọc đường kính tiết diện lớn.

Chương 5: Móng giếng chìm.

Chương 6: Xây dựng trên nền đất yếu.

Trong quá trình biên soạn có sự phân công sau:

Chương 1 do TS. Nguyễn Sỹ Ngọc viết;

Phần mở đầu và từ chương 2 đến chương 6 do GS. TSKH. Bùi Anh Định viết.

Vì trình độ và điều kiện thực tế có hạn, chúng tôi mong được sự giúp đỡ của bạn đọc để lần xuất bản sau giáo trình có chất lượng hơn.

**Các tác giả**

## MỞ ĐẦU

Trong công trình xây dựng, móng là bộ phận có tác dụng truyền tải trọng bên trên xuống cho nền đất chịu. Khi chịu lực, đất có thể xảy ra những hiện tượng ảnh hưởng đến kết cấu bên trên. Vấn đề này đã được nghiên cứu tương đối kỹ trong môn Cơ học đất. Môn học Nền và Móng sử dụng các kiến thức của Cơ học đất, cụ thể hóa ra cho thích hợp với điều kiện thực tế đồng thời sử dụng các phương pháp nghiên cứu của mình để tính toán và thiết kế kết cấu móng khác nhau. Ngoài ra đây là một môn học chuyên môn thực dụng cho nên sẽ có một phần không thể thiếu được là các vấn đề thi công nền móng.

Nội dung trên chính là mục đích và đối tượng nghiên cứu của môn học này.

Người ta thường chia công trình xây dựng ra hai phần lớn: Kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới. Từ mặt móng trở lên là kết cấu phần trên, từ mặt móng trở xuống là kết cấu phần dưới.

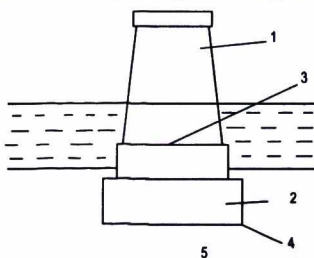
Kết cấu phần dưới lại gồm hai bộ phận:

- Móng là một bộ phận của công trình có tác dụng truyền mọi tải trọng bên trên xuống cho đất chịu.

- Nền là bộ phận ngay dưới đáy móng tiếp thu tất cả các lực do móng truyền xuống. Nền thường được phân biệt ra nền thiên nhiên và nền nhân tạo. Người ta gọi là nền thiên nhiên khi đáy móng đặt trực tiếp lên đất thiên nhiên và nền nhân tạo khi đất đã được dùng các biện pháp xử lý nào đó để làm cho cứng hơn hoặc chặt hơn. Thí dụ như xây dựng trên đất bùn nhão người ta đã đào bỏ lớp đất đó đi và thay bằng tầng đất cát đầm chặt hoặc dùng biện pháp xử lý nào đó để giảm bớt nước cho nền đất trở nên khô cứng hơn.

Về lý thuyết mà nói, có thể coi nền như không có giới hạn vì khi chịu tác dụng của tải trọng trên mặt đất bất cứ một điểm nào đó trong nền đều chịu một ứng suất nhất định, nhưng trong thực tế thường coi nền là phạm vi đất có ảnh hưởng đáng kể đến công trình, thí dụ giới hạn của nền là các điểm chịu một ứng suất quy ước nào đó.

Để tiện cho việc so sánh sau này giữa các loại móng với nhau, đầu tiên chúng ta cần nắm khái niệm chung về mỗi kết cấu đó.



**Hình 1. Sơ đồ móng trụ cầu**  
1- Kết cấu phần trên; 2- Móng;  
3- Mặt trên móng; 4- Đáy móng; 5- Nền.

## KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CÁC LOẠI KẾT CẤU MÓNG

Trong ngành xây dựng cầu, cống hiện nay móng thường chia ra làm hai loại: Móng nông và móng sâu.

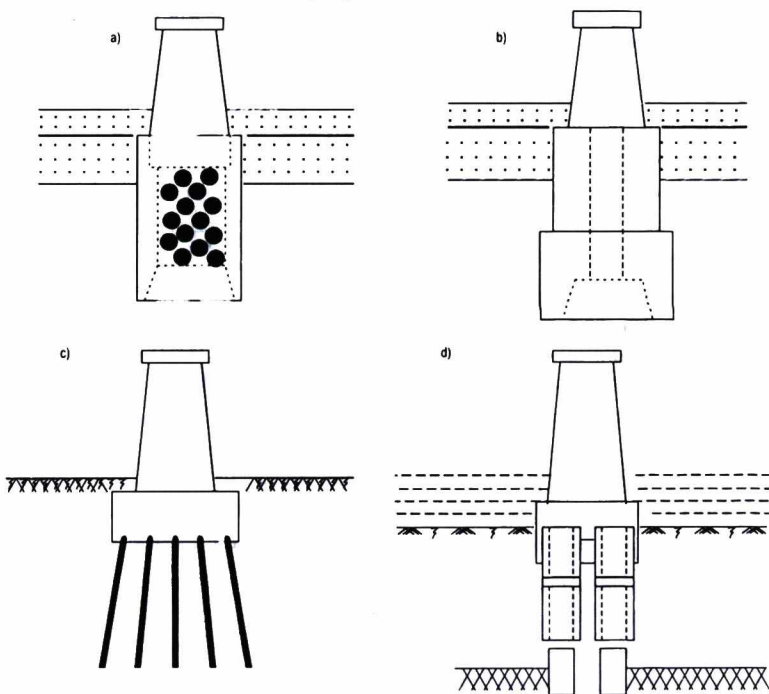
Móng nông là các loại móng có độ chôn sâu kể từ mặt đất đến đáy móng nhỏ hơn 5 - 6m, móng nông của trụ cầu thường có cấu tạo như hình 1.

Đối với những vị trí xây dựng mà tầng đất mặt có cường độ chịu lực nhỏ hoặc thể nằm không ổn định, móng bắt buộc phải đặt xuống các tầng đất sâu.

Móng đặt càng sâu thì thi công càng khó khăn hơn, phải có các biện pháp thi công đặc biệt để ngăn nước mặt và nước ngầm chảy vào hố móng trong quá trình đào đất và xây móng.

Móng sâu gồm có mấy loại:

- Móng giếng chìm: Móng được cấu tạo như một cái giếng đúc sẵn trên mặt đất, dùng máy móc hoặc nhân lực đào đất bên trong giếng để nổ tụt dần vào trong nền đất đến độ sâu thiết kế. Sơ đồ cấu tạo loại móng này xem hình 2a.



Hình 2

- Móng giếng chìm hơi ép: có cấu tạo và nguyên lý cơ bản giống móng giếng chìm thường, nhưng do móng đặt quá sâu hoặc địa chất xung quanh không cho phép hút nước để đào và xây, người ta phải bịt mặt trên các giếng tạo thành một buồng kín, sau đó dùng hơi ép bơm vào buồng này để đẩy nước ra mà tiến hành đào đất, hạ nó xuống tầng đặt móng (xem sơ đồ hình 2b).

Một loại móng khác cũng có thể coi là móng sâu nhưng nguyên lý cấu tạo khác các loại trên đó là móng cọc. Móng cọc là loại móng dùng cọc làm bộ phận truyền tải bên trên xuống cho các tầng đất sâu chịu. Trong móng cọc hiện nay có thể chia hai loại chính là móng cọc nhỏ và móng cọc đường kính lớn.

- Móng cọc nhỏ là loại móng dùng cọc đường kính hoặc kích thước tiết diện nhỏ, (hình 2c). Đường kính của cọc thường nhỏ hơn 0,6m.

- Móng cọc vừa và lớn là móng cọc có đường kính từ 0,6m trở lên. Đường kính của cọc có thể lớn 3 ÷ 4m, hoặc có thể lớn như giếng chìm có đường kính tới 5 - 6m (hình 2d).

Trên đây là một số loại móng cơ bản, với mỗi loại này còn có nhiều hình dáng, cấu tạo, kích thước khác nhau, chúng ta sẽ đi sâu hơn trong từng chương cụ thể.

## LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG NỀN VÀ MÓNG

Có thể nói rằng sự phát triển của ngành xây dựng phụ thuộc một phần không nhỏ vào các tiến bộ kỹ thuật trong thi công và thiết kế móng. Đối với ngành Cầu đường, không phải từ trước đến nay bất cứ chỗ nào cũng có thể làm cầu. Vì vậy chúng ta không lấy làm lạ rằng trong thời cổ và trung đại cầu phao được sử dụng rất nhiều để vượt các sông lớn phục vụ cho các yêu cầu quân sự hoặc kinh tế.

Cùng với sự phát triển khoa học nói chung của loài người qua từng thời đại, trong ngành xây dựng móng, các công cụ thi công cũng như các kiến thức về nền đất ngày càng tiến bộ cho phép con người xây dựng các công trình ngày càng lớn với các yêu cầu ngày càng trở nên phức tạp hơn.

Thời thượng cổ, kinh nghiệm cũng như nhận thức của con người về xây dựng còn rất ít ỏi và thô sơ, các công trình xây dựng được làm ngay trên mặt đất. Lâu dần người ta thấy rằng muốn cho công trình ổn định và bền lâu cần phải đặt móng xuống sâu hơn.

Thời gian xa xưa con người chỉ có thể xây dựng các công trình nhỏ trên các móng nông. Sau đó do yêu cầu xây dựng những công trình lớn hơn người ta đã biết dùng móng giếng chìm. Các công trình tháp thờ tự xây trên giếng chìm thời cổ đã được tìm thấy ở Ấn Độ.

Năm 1841 một kỹ sư người Pháp là Trize lần đầu tiên đã dùng phương pháp giếng chìm hơi ép để thi công móng thành cọc và đã mở ra một thời kỳ mới cho công tác xây dựng cầu. Cho đến những năm 30 của thế kỷ XX, phương pháp giếng chìm hơi ép còn sử

dụng rộng rãi và coi như một biện pháp chính để xây móng trụ các cầu lớn. Các máy móc thi công giếng chìm hơi ép cũng ngày càng được cải tiến hơn.

Móng giếng chìm hơi ép mới đầu được chế tạo bằng gỗ, sau chuyển thành bê tông cốt gỗ và bê tông cốt thép. Cho đến nay phương pháp này được sử dụng ở một số nơi tùy theo điều kiện đặc biệt. Xu hướng hiện nay của loại móng này là tự động hoá toàn bộ quá trình thi công. Nhược điểm chính của nó là phương pháp thi công phức tạp, công kênh, khó đảm bảo an toàn lao động.

Móng cọc được sử dụng trong xây dựng cầu cũng đã từ lâu. Vào thế kỷ VII trước Công nguyên ở La Mã đã xây một chiếc cầu gỗ trên móng cọc gỗ qua sông Tibre. Khoảng giữa thế kỷ XVIII, cọc gỗ được dùng rất nhiều để làm móng cho cầu vòm đá ở Châu Âu.

Sự phát triển của móng cọc tùy thuộc vào các phương tiện thi công. Trước đó cọc gỗ chỉ dài đến  $7 + 8\text{m}$  vì được đóng bằng các loại búa kéo tay. Năm 1845 một kỹ sư người Anh là Nesmitom đã phát minh ra búa hơi nước đơn động và từ đó ngày càng được cải tiến, đã cho phép đóng những cọc có đường kính lớn và sâu hơn.

Cuối thế kỷ XIX, ở Mỹ người ta đã chế tạo ra loại búa hơi song động, loại này có trọng lượng búa nhỏ hơn mà hiệu suất đóng cọc lại cao hơn. Năm 1856 một chiếc cầu được xây dựng qua sông Loire ở Nantes người ta đã dùng móng cọc gỗ dài 30m. Cũng khoảng thời gian này, một chiếc cầu qua sông Columbia ở Mỹ dùng cọc gỗ đường kính  $D = 0,5\text{m}$  và dài 40m.

Năm 1887, lúc này vật liệu bê tông cốt thép bắt đầu được dùng trong xây dựng, kỹ sư Hennebique là người đầu tiên đã sử dụng loại cọc bằng bê tông cốt thép. Cho đến nay loại cọc bằng vật liệu này còn được sử dụng rất rộng rãi trong nhiều ngành công trình. Ngoài cọc bê tông cốt thép, ở Mỹ còn hay dùng loại cọc ống thép, ruột bằng bê tông.

Móng cọc là loại móng có nhiều ưu điểm thích hợp với ngành xây dựng cầu. Phần lớn công tác thi công làm ở nơi khô, lại có khả năng chịu tải lớn vì các cọc có thể đóng xuống các lớp đất rất sâu. Vì vậy trong nhiều năm qua người ta đã tập trung nghiên cứu để nâng cao khả năng chịu tải của móng cọc, cải tiến biện pháp thi công, cho tới nay có tới trên 120 loại cọc đã nghiên cứu và sử dụng. Trong số các loại cọc đó, một loại có cấu tạo đặc biệt gọi là cọc xoắn, loại cọc này có mũi cấu tạo tương tự như mũi khoan và dùng phương pháp xoắn để hạ cọc vào trong đất. Năm 1836, người đầu tiên sử dụng loại cọc này là một kỹ sư người Anh tên là Michel. Khoảng những năm 50 ở Liên Xô (cũ) có tiến hành nghiên cứu loại cọc này, hiện nay còn một số công trình cầu trên móng cọc xoắn ở các nước như Liên Xô (cũ), Trung Quốc, Pháp, Anh, Ấn Độ v.v...

Cũng khoảng những năm 1950 - 1952 ở Liên Xô (cũ) đã nghiên cứu thành công phương pháp hạ cọc bằng búa chấn động và từ đó đã mở ra khả năng mới cho việc hạ cọc có đường kính lớn từ  $1 \div 2\text{m}$  và các loại giếng vò móng có đường kính  $3 \div 6\text{m}$ .



Cọc ống có thể chế tạo bằng bê tông dự ứng lực, vật liệu này cho phép cọc có thể làm dài và chịu lực tốt trong nhiều trường hợp. Đối với cọc rỗng, hiện nay người ta đã dùng biện pháp khoan để mở rộng chân cọc tựa trên đất, đá. Biện pháp này cho phép tăng sức chịu của cọc lên được  $10 \div 20\%$ .

Khoảng vài chục năm gần đây, kỹ thuật thi công móng giếng chìm cũng được cải tiến nhiều, nhất là trong khâu đào đất hạ giếng nhờ dùng các dụng cụ xói đất và hút bùn. Đối với móng giếng chìm đường kính lớn để giảm bớt ma sát lên thành giếng và tăng nhanh quá trình hạ, người ta đã dùng kết cấu giếng chìm ao bùn, nguyên tắc chủ yếu của nó là tạo ra khe chung quanh chu vi giếng và đất để đổ bùn sét vào đó. Bùn sét có tác dụng làm ổn định vách đất và giảm ma sát khi hạ giếng.

Một kỹ thuật nữa có dùng đến vữa sét thường được dùng để thi công các công trình ngầm có kích thước lớn hoặc dài như đường xe điện ngầm, các khu nhà cao tầng là phương pháp "tường trong đất". Nguyên tắc cơ bản của phương pháp này là dùng các dụng cụ đào đất thành các hào xung quanh công trình, quá trình đào hào dùng vữa sét để ổn định vách. Sau khi đào hào xong người ta dùng phương pháp đổ bê tông dưới nước hoặc các kết cấu đúc sẵn ghép thành tường.

## VÀI NÉT VỀ CÔNG TÁC XÂY DỰNG MÓNG CẦU Ở VIỆT NAM

Việc tìm hiểu về công tác xây dựng của nhân dân ta trong lịch sử trước đây là rất cần thiết. Hiện nay chưa có tài liệu nào nói về các công trình xây dựng cầu dưới các thời đại phong kiến ở nước ta.

Trong thời gian bị thực dân Pháp xâm lược, nhân dân ta đã xây dựng một số tuyến đường, trong đó có xây dựng nhiều công trình cầu, cống. Nói chung, móng của các cầu xây dựng trong thời kỳ này còn lại đến nay thường thấy là loại móng nông, móng cọc và móng giếng chìm, có đôi chỗ dùng móng giếng chìm hơi ép như móng cầu Hàm Rồng, Long Biên.

Sau khi cuộc kháng chiến chống Pháp của nhân dân ta thành công, chỉ sau một thời gian ngắn khôi phục và phát triển kinh tế cũng như trong thời gian quá độ tiến lên xây dựng xã hội chủ nghĩa, cán bộ và công nhân trong ngành giao thông vận tải của chúng ta đã khôi phục và xây dựng thêm rất nhiều công trình cầu, cống, trong đó có nhiều cầu lớn.

Riêng về công tác thiết kế cũng như thi công móng, chúng ta đã có nhiều tiến bộ. Công nhân và cán bộ kỹ thuật của ta đã xây dựng nhiều cầu có móng giếng chìm như cầu Đa Phúc, cầu Thăng Long, cầu Làng Giàng v.v...

Trên cầu Làng Giàng, điều kiện địa chất cũng như yêu cầu độ sâu hạ giếng chìm tương đối lớn, thiết kế đã bắt buộc đổi sang móng giếng chìm hơi ép và như vậy lần đầu

tiên chúng ta đã tiến hành thi công thành công cùng với sự giúp đỡ của chuyên gia Trung Quốc, trong quá trình thi công đã đảm bảo an toàn lao động rất tốt.

Về móng cọc chúng ta đã sử dụng nhiều loại móng từ bệ thấp đến bệ cao như các cầu: cầu Tế Tiêu, cầu Ba Thá, cầu Chương Dương và gần đây là cầu Sông Gianh hoặc cầu trên các trụ cọc mềm như những cầu trên quốc lộ 1 ở Nghệ An, Hà Tĩnh v.v...

Năm 1963 - 1964 lần đầu tiên chúng ta đã thi công thành công trong điều kiện địa chất phức tạp của cầu Hàm Rồng loại móng cọc ống, đây là điều mà trước đây người ta đã bó tay không thể thực hiện được việc xây trụ giữa dòng nước sâu của sông Mã, và phải chuyển phương án cầu sang dạng phức tạp của kết cấu vòm 3 chốt mặt cầu chạy dưới.

Từ năm 1966 trở đi, khi đế quốc Mỹ mở rộng chiến tranh phá hoại bằng không quân ra miền Bắc, chúng tập trung đánh phá giao thông của ta hòng ngăn chặn sự phát triển kinh tế và văn hoá cũng như sự chi viện cho miền Nam. Nhưng những mưu đồ của họ đã thất bại, tất cả các tuyến đường dù đánh phá dữ dội đến đâu chúng ta vẫn đảm bảo giao thông. Nhiều kết cấu tạm bằng cọc, bằng đá xếp, bằng tre gỗ đã được sáng tạo và đã giữ cho các cầu lượn luôn thông xe, các mạch máu giao thông không lúc nào ngừng hoạt động. Sau khi giải phóng Miền Nam 1975, nước ta thống nhất hoàn toàn, hệ thống đường sá của ta bị phá hoại nghiêm trọng trong chiến tranh. Để phục hồi giao thông, nhiều cầu, cống lớn nhỏ đã được sửa chữa hoặc xây dựng mới. Các cầu lớn có thể kể như cầu Thăng Long trên móng giếng chìm và cọc ống, cầu Chương Dương trên móng giếng chìm và cọc thép. Cầu Bến Thủy trên cọc thép bê tông v.v.. Ngoài ra còn rất nhiều cầu lớn, nhỏ khác do các ngành, các tỉnh đầu tư xây dựng đã khắc phục rất nhiều khó khăn và đảm bảo sự lưu thông ngày càng tốt hơn trong cả nước.

Trên đây là một vài nét về công tác xây dựng móng cầu của nhân dân ta trong thời gian qua. Về mặt này các ngành xây dựng cũng đã có rất nhiều tiến bộ, nhiều loại móng mới cũng như những phương pháp thi công, phương pháp gia cố nền đã được tiến hành đạt những yêu cầu kỹ thuật cao. Ở đây chúng tôi chưa có điều kiện đánh giá chung và thu thập tài liệu để giới thiệu thêm cùng bạn đọc. Mong rằng trong thời gian tới sẽ thành lập các tổ chức đúc kết lại kinh nghiệm thiết kế và xây dựng nền móng trong các ngành giao thông, xây dựng, thủy lợi ở nước ta.