

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11823-12:2017

**THIẾT KẾ CẦU ĐƯỜNG BỘ -
PHẦN 12: KẾT CẤU VÙI VÀ ÁO HÀM**

Highway bridge design specification - Part 12: Buried structures and tunnel liners

HÀ NỘI - 2017

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	7
1 PHẠM VI ÁP DỤNG.....	8
2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN.....	8
3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA.....	10
4 TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT VÀ VẬT LIỆU.....	11
4.1 XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT.....	11
4.1.1 Tổng quát.....	11
4.1.2 Đất nền.....	11
4.1.3 Đất lấp bao kết cấu vùi.....	11
4.2 VẬT LIỆU.....	11
4.2.1 Cống nhôm và kết cấu bản mỏng nhôm.....	11
4.2.2 Bê tông.....	12
4.2.3 Ống cống bê tông đúc sẵn.....	12
4.2.4 Kết cấu bê tông đúc sẵn.....	12
4.2.5 Ống cống thép và kết cấu bản mỏng thép.....	12
4.2.6 Cốt thép.....	12
4.2.7 Ống nhựa dẻo nóng.....	12
5 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN VÀ HỆ SỐ SỨC KHÁNG.....	13
5.1 TỔNG QUÁT.....	13
5.2 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG.....	13
5.3 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ.....	13
5.4 ĐIỀU CHỈNH TẢI TRỌNG VÀ HỆ SỐ TẢI TRỌNG.....	14
5.5 HỆ SỐ SỨC KHÁNG.....	14
5.6 GIỚI HẠN ĐỘ UỐN VÀ ĐỘ CỨNG THI CÔNG.....	16
5.6.1 Ống cống bằng kim loại gợn sóng và kết cấu bản mỏng.....	16
5.6.2 Ống cống bằng dải kim loại uốn vòng xoắn ốc và vòm cung tròn.....	16
5.6.3 Ống nhựa dẻo nóng.....	17
5.6.4 Bản vách hầm bằng thép.....	17
6 QUY ĐỊNH THIẾT KẾ CHUNG.....	17
6.1 TẢI TRỌNG.....	17
6.2 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG.....	18
6.2.1 Chuyển vị cho phép.....	18
6.2.2 Độ lún.....	18
6.2.2.1 Tổng quát.....	18
6.2.2.2 Chênh lệch lún theo chiều dọc.....	18
6.2.2.3 Chênh lệch độ lún giữa kết cấu và đất đắp.....	18
6.2.2.4 Độ Lún của móng.....	18
6.2.2.5 Tải trọng không cân bằng.....	19
6.2.3 Lực đẩy nổi.....	19
6.3 THIẾT KẾ KẾT CẤU VÙI THEO ĐIỀU KIỆN ĐẤT NỀN.....	19
6.3.1 Sức kháng ép và ổn định.....	19
6.3.2 Đất lấp ở góc của vòm ống kim loại.....	19
6.4 THIẾT KẾ THUYẾT LỰC.....	19
6.5 XÓI LỖ.....	19
6.6 ĐẤT ĐÁP BAO.....	20
6.6.1 Lấp đặt cống trong hào đào qua nền đường.....	20
6.6.2 Lấp đặt cống trước khi đắp nền đường.....	20
6.6.3 Lớp đất phủ tối thiểu.....	20
6.7 CỤ LY TỐI THIỂU GIỮA CÁC ỐNG CỦA CỐNG CÓ NHIỀU CỬA.....	21
6.8 XỬ LÝ ĐẦU CỐNG.....	22
6.8.1 Tổng Quát.....	22

6.8.2	Cổng mềm xây chéo	22
6.9	CÁC ĐIỀU KIỆN GIỚI HẠN VÀ BẢO MÀN	22
7	CÔNG TRÌNH KIM LOẠI, CÔNG TRÌNH CUNG TRÒN VÀ KẾT CẤU VÒNG	22
7.1	TỔNG QUÁT	22
7.2	SỨC KHÁNG CỦA KẾT CẤU	23
7.2.1	Các đặc trưng mặt cắt	23
7.2.2	Lực nén	23
7.2.3	Sức kháng của vách	23
7.2.4	Sức kháng oằn	24
7.2.5	Sức kháng của mối nối	24
7.2.6	Các yêu cầu về vận chuyển và lắp đặt	24
8.2	TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG	26
8.3	SỨC KHÁNG CỦA KẾT CẤU	26
8.3.1	Đặc trưng mặt cắt	26
8.3.1.1	Mặt cắt	26
8.3.1.2	Kiểm soát hình dạng	27
8.3.1.3	Các yêu cầu về cơ học và hoá học	27
8.3.2	Lực nén tính toán	28
8.3.3	Diện tích vách	28
8.3.4	Sức kháng của mối nối	28
8.3.5	Yêu cầu thiết kế với các chi tiết đặc biệt	28
8.3.5.1	Các thanh tăng cường dọc liên tục	28
8.3.5.2	Sườn tăng cường	28
8.4	THIẾT KẾ NỀN MÓNG KẾT CẤU VÒNG	28
8.4.1	Giới hạn lún	28
8.4.2	Các phản lực tại móng của kết cấu vòng	29
8.4.3	Thiết kế bề mặt móng	30
8.5	THIẾT KẾ ĐẤT LẤP BAO XUNG QUANH KẾT CẤU VÒNG	30
8.5.1	Tổng quát	30
8.5.2	Các yêu cầu thi công	30
8.5.3	Các yêu cầu sử dụng	30
8.6	THIẾT KẾ XỬ LÝ PHẦN ĐẦU KẾT CẤU VÒNG	31
8.6.1	Tổng quát	31
8.6.2	Các loại cấu tạo đầu kết cấu có vỏ tiêu chuẩn	32
8.6.3	Chống đỡ cân bằng	33
8.6.4	Bảo vệ kết cấu chịu tác động thủy lực	33
8.6.4.1	Tổng quát	33
8.6.4.2	Bảo vệ đất lấp	33
8.6.4.3	Các tường chân khay	34
8.6.4.4	Lực nâng thủy lực	34
8.6.4.5	Xói lở	34
8.7	BẢN BỀ TỔNG GIÁM TÀI	34
8.8	THI CÔNG VÀ LẮP ĐẶT	34
9	KẾT CẤU HỘ BÀN MÓNG	34
9.1	TỔNG QUÁT	34
9.2	TẢI TRỌNG	35
9.3	TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG	35
9.4	SỨC KHÁNG CỦA KẾT CẤU	35
9.4.1	Tổng quát	35
9.4.2	Mô men do tải trọng tính toán	36
9.4.3	Sức kháng mô men dẻo	37
9.4.4	Hệ số đất phủ ở đỉnh C_H	38
9.4.5	Phản lực móng	38
9.4.6	Bản bề tổng giám tài	38

9.5 THI CÔNG VÀ LẮP ĐẶT	40
10 CÔNG BÊ TÔNG CỐT THÉP	40
10.1 TỔNG QUÁT	40
10.2 TẢI TRỌNG	40
10.2.1 Các cách lắp đặt chuẩn.....	40
10.2.2 Trọng lượng của chất lỏng trong ống	45
10.2.3 Các hoạt tải.....	45
10.3 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG	45
10.4 SỨC KHÁNG CỦA KẾT CẤU	45
10.4.1 Tổng quát	45
10.4.2 Phương pháp thiết kế trực tiếp	45
10.4.2.1 Tải trọng và phân bố áp lực	45
10.4.2.2 Phân tích hiệu ứng lực vòng ống	46
10.4.2.3 Hệ số chế tạo và vật liệu.....	46
10.4.2.4 Sức kháng uốn ở trạng thái giới hạn cường độ.....	47
10.4.2.5 Sức kháng cắt không có cốt đai hướng tâm.....	50
10.4.2.6 Sức kháng cắt có cốt đai hướng tâm	51
10.4.2.7 Neo cốt thép đai.....	52
10.4.3 Phương pháp thiết kế gián tiếp.....	53
10.4.3.1 Sức kháng ép.....	53
10.4.3.2 Hệ số nền	53
10.4.4 Khai triển lưới cốt thép vòng bổ sung tại vùng chịu kéo	55
10.4.4.1 Lồng cốt thép tối thiểu.....	55
10.4.4.2 Chiều dài khai triển của lưới cốt sợi hàn	56
10.4.4.3 Khai triển lưới cốt thép vòng bổ sung vùng chịu kéo bằng lưới cốt sợi trơn hàn	56
10.4.4.4 Khai triển lưới cốt thép vòng bổ sung vùng chịu kéo bằng các thanh có gờ, sợi thép có gờ hay lưới cốt sợi có gờ.....	56
10.5 THI CÔNG VÀ LẮP ĐẶT	56
11 CÔNG HỢP BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐÚC TẠI CHỖ VÀ ĐÚC SẴN VÀ VÒM BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐÚC TẠI CHỖ	57
11.1 TỔNG QUÁT.....	57
11.2 CÁC TẢI TRỌNG VÀ PHÂN BỐ HOẠT TẢI	57
11.2.1 Tổng Quát	57
11.2.2 Điều chỉnh tải trọng đất do sự làm việc tương tác đất - kết cấu	57
11.2.2.1 Trường hợp thi công theo phương pháp lắp đặt trước đắp nền và đào hào	57
11.2.2.2 Các biện pháp thi công khác.....	59
11.2.3 Phân bố các tải trọng tập trung lên bản đáy của công hộp	60
11.2.4 Phân bố của các tải trọng tập trung trong các công hộp chéo	60
11.3 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG	60
11.4 THIẾT KẾ KẾT CẤU	60
11.4.1 Tổng quát	60
11.4.2 Mômen thiết kế cho công hộp.....	60
11.4.3 Cốt thép tối thiểu	60
11.4.3.1 Kết cấu đúc tại chỗ.....	60
11.4.3.2 Kết cấu hộp đúc sẵn	60
11.4.4 Lớp bảo vệ tối thiểu cho kết cấu hộp đúc sẵn.....	60
11.5 THI CÔNG VÀ LẮP ĐẶT	61
12 ỐNG NHỰA DẪO NÓNG	61
12.1 TỔNG QUÁT.....	61
12.2 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG	61
12.3 THIẾT KẾ SỨC KHÁNG KẾT CẤU	61
12.3.1 Tổng quát	61

12.3.2 Đặc trưng mặt cắt.....	61
12.3.3 Các yêu cầu hóa học và cơ học.....	61
12.3.4 Lực nén.....	62
12.3.5 Sức kháng của vách ống cống.....	65
12.3.5.1 Tổng quát.....	65
12.3.5.1 Ổn định oằn.....	65
12.3.5.3 Sức kháng oằn cục bộ của vách ống.....	66
12.3.5.4 Ứng biến kết hợp.....	68
12.3.6 Các yêu cầu về vận chuyển và lắp đặt.....	69
13 TẤM ÁO HÀM BẢNG THÉP.....	70
13.1 TỔNG QUÁT.....	70
13.2 TẢI TRỌNG.....	70
13.2.1 Tải trọng đất.....	70
13.2.3 Hoạt tải.....	71
13.2.3 Áp lực phun vữa.....	71
13.3 THIẾT KẾ KẾT CẤU.....	71
13.3.1 Các đặc trưng mặt cắt.....	71
13.3.2 Diện tích vách.....	71
13.3.3 Ổn định oằn.....	71
13.3.4 Sức kháng của mối nối.....	72
13.3.5 Độ cứng trong thi công.....	72
14 CÁC KẾT CẤU CÓ BA MẶT BÀN BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐÚC SẴN.....	73
14.1 TỔNG QUÁT.....	73
14.2 VẬT LIỆU.....	73
14.2.1 Bê tông.....	73
14.2.2 Cốt thép.....	74
14.3 LỚP BÊ TÔNG BẢO VỆ CỐT THÉP.....	74
14.4 CÁC ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC.....	74
14.5 THIẾT KẾ.....	74
14.5.1 Tổng quát.....	74
14.5.2 Sự phân bố các hiệu ứng của tải trọng tập trung tại bản nắp hộp và các bản mặt bên.....	74
14.5.3 Sự phân bố của các tải trọng tập trung trong các cống đặt chéo.....	74
14.5.4 Sự truyền lực cắt tại các mối nối ngang giữa các phân đoạn cống.....	74
14.5.5 Chiều dài nhịp.....	75
14.5.6 Các hệ số sức kháng.....	75
14.5.7 Kiểm soát nứt.....	75
14.5.8 Cốt thép tối thiểu.....	75
14.5.9 Kiểm soát độ võng ở trạng thái giới hạn sử dụng.....	75
14.5.10 Thiết kế bề móng.....	75
14.5.11 Lắp đặt kết cấu.....	75
14.5.12 Bảo vệ chống xói lở và các vấn đề liên quan với đường thủy.....	75
PHỤ LỤC A.....	
ĐẶC TRƯNG CỦA MỘT SỐ LOẠI CỐNG VÀ KẾT CẤU BẢN MỎNG.....	76

LỜI NÓI ĐẦU

TCVN 11823 - 12: 2017 được biên soạn trên cơ sở tham khảo Tiêu chuẩn thiết kế cầu theo hệ số tải trọng và sức kháng của AASHTO (AASHTO, LRFD Bridge Design Specification). Tiêu chuẩn này là một Phần thuộc Bộ tiêu chuẩn Thiết kế cầu đường bộ bao gồm 12 Phần như sau:

- TCVN 11823-1:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 1: Yêu cầu chung
- TCVN 11823-2:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 2: Tổng thể và đặc điểm vị trí
- TCVN 11823-3:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 3: Tải trọng và Hệ số tải trọng
- TCVN 11823-4:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 4: Phân tích và đánh giá kết cấu
- TCVN 11823-5:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 5: Kết cấu bê tông
- TCVN 11823-6:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 6: Kết cấu thép
- TCVN 11823-9:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 9: Mặt cầu và Hệ mặt cầu
- TCVN 11823-10:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 10: Nền móng
- TCVN 11823-11:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 11: Mố, Trụ và Tường chắn
- TCVN 11823-12:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 12: Kết cấu vùi và Áo hàm
- TCVN 11823-13:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 13: Lan can
- TCVN 11823-14:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 14: Khe co giãn và Gối cầu

Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công tương thích với Bộ tiêu chuẩn này là Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công cầu AASHTO LRFD (*AASHTO LRFD Bridge construction Specifications*)

TCVN 11823 - 12: 2017 do Bộ Giao thông vận tải tổ chức biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Thiết kế cầu đường bộ - Phần 12: Kết cấu vùi và áo hầm

Highway Bridge Design Specification - Part 12: Buried Structures and Tunnel Liners

1 PHẠM VI ÁP DỤNG

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu thiết kế kết cấu vùi như các loại cống và bản thép làm áo hầm (vách hầm), dùng để chống đỡ khi đào hầm trong đất.

Hệ thống kết cấu vùi được đề cập trong tiêu chuẩn này là: cống ống kim loại, kết cấu bản mỏng, kết cấu bản mỏng có khẩu độ lớn, kết cấu hộp bản mỏng, ống bê tông cốt thép, vòm bê tông cốt thép đúc tại chỗ và đúc sẵn, kết cấu hộp và e líp, ống cống bằng nhựa dẻo nóng.

Loại bản áo hầm (vách hầm) được xem xét là các pa nen thép uốn nguội.

2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

Các tài liệu dưới đây là rất cần thiết đối với việc áp dụng tiêu chuẩn này. Các tài liệu viện dẫn được trích dẫn từ những vị trí thích hợp trong văn bản tiêu chuẩn và các ấn phẩm được liệt kê dưới đây. Đối với các tài liệu có đề ngày tháng, những sửa đổi bổ sung sau ngày xuất bản chỉ được áp dụng cho bộ Tiêu chuẩn này khi bộ Tiêu chuẩn này được sửa đổi, bổ sung. Đối với các tiêu chuẩn không đề ngày tháng thì dùng phiên bản mới nhất.

- TCVN 2737:1995 Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế
- TCVN 4954:05 Đường ô tô- Yêu cầu thiết kế
- TCVN 5408:2007 Lớp phủ kẽm nhúng nóng trên bề mặt sản phẩm gang và thép- Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử
- TCVN 1651: 2008 – Thép cốt bê tông và lưới thép hàn
- TCVN 5664:2009 – Tiêu chuẩn quốc gia, Phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa
- TCVN 9386:2012- Thiết kế công trình chịu động đất
- TCVN 9392:2012- Thép cốt bê tông- Hàn hồ quang
- TCVN 9393: 2012- Cọc- Phương pháp thử nghiệm hiện trường bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục
- TCVN 10307:2014- Kết cấu cầu thép – Yêu cầu kỹ thuật chung về chế tạo, lắp ráp và nghiệm thu

- ASTM D 5261 Standard Test Method for Measuring Mass per Unit Area of Geotextile (Tiêu chuẩn phương pháp thí nghiệm để đo trọng lượng trên một đơn vị diện tích của vải địa kỹ thuật)
- ENV ISO 13438: Geotextiles And Geotextile-related Products - Screening Test Method For Determining The Resistance To Oxidation (Phương pháp thí nghiệm xác định sức kháng chịu o xi hóa của vải địa kỹ thuật)

3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

3.1 Bào mòn (Abrasion) - Phần mặt cắt hoặc lớp phủ của cống bị mất đi do tác động cơ học của nước truyền tải trọng lòng lơ lửng của cát, sỏi và các hạt cỡ sỏi cuội ở tốc độ cao với sự chảy rối đáng kể.

3.2 Kết cấu vùi (Buried Structure) - Thuật ngữ chung chỉ kết cấu được xây dựng bằng phương pháp đắp nền hoặc đào hào.

3.3 Sự ăn mòn, gỉ (Corrosion) - Phần mặt cắt và lớp phủ của kết cấu vùi bị mất đi do các quá trình hoá học và/hoặc điện-hoá học.

3.4 Cống (Culvert) - Một kết cấu vùi mặt cắt ngang hình cong hoặc hình chữ nhật để thoát nước, hoặc cho xe cộ, tiện ích công cộng hay người đi bộ đi qua.

3.5 Tấm lượn sóng sâu (Deep Corrugated Plate) - Tấm lượn sóng theo tiêu chuẩn AASHTO M167 có đường tên uốn cong sóng lớn hơn 123 mm

3.6 FEM (Finite Element Method) - Phương pháp phần tử hữu hạn

3.7 Chiều rộng của hào hẹp (Narrow Trench Width) - Mặt ngoài của ống cứng cộng 300 mm.

3.8 Tỷ lệ chiếu (Projection Ratio) - Tỷ lệ giữa cự ly thẳng đứng từ đỉnh phía ngoài của ống đến mặt đất hoặc mặt móng với chiều cao thẳng đứng của mép ngoài của ống, chỉ áp dụng cho ống bê tông cốt thép.

3.9 Bán kính bên (Side Radius) - Kết cấu cống bằng tôn lượn sóng có bán kính lượn gần với mặt cắt đỉnh cống. Trong kết cấu hộp thì thường gọi là bán kính vuốt góc

3.10 Lớp bọc bằng đất (Soil Envelope) - Vùng đất được lấp lại một cách có kiểm tra xung quanh kết cấu cống để đảm bảo sự làm việc cần thiết dựa trên những xem xét về sự tương tác đất - kết cấu.

3.11 Hệ tương tác đất - kết cấu (Soil-Structure Interaction System) - Kết cấu vùi có thuộc tính kết cấu bị ảnh hưởng bởi sự tương tác với lớp bọc bằng đất.

3.12 Hầm (Tunnel) - Khoảng trống nằm ngang hoặc gần như nằm ngang trong đất được đào theo hình đã thiết kế trước bằng phương pháp đào hầm, không phải phương pháp cắt-và-phủ (đào hào).

- TCVN 10309:2014- Hàn cầu thép - Quy định kỹ thuật
- AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications (Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công cầu AASHTO)
- AASHTO M 36 - Standard Specification for Corrugated Steel Pipe, Metallic-Coated, for Sewers and Drains (Tiêu chuẩn ống cống bằng thép mạ gợn sóng dùng cho công trình thoát nước)
- AASHTO T 99 - Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 2.5-kg (5.5-lb) Rammer and a 305-mm (12-in.) Drop (Tiêu chuẩn phương pháp thí nghiệm xác định quan hệ giữa độ ẩm - tỷ trọng đất bằng búa nặng 2,5Kg rơi từ độ cao 305 mm)
- AASHTO M 145 - Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes (Tiêu chuẩn phân loại đất và chọn cấp phối đất trong xây dựng đường bộ)
- AASHTO M167M- Standard specification for corrugated steel structural plate, zinc coated, for field-bolted pipe, pipe-arches, and Arches (Tiêu chuẩn kết cấu bản mỏng các dạng ống, vòm cung tròn, và vòm bằng thép mạ gợn sóng lắp nối bu lông tại hiện trường)
- AASHTO M170M - Standard Specification for Reinforced Concrete Culvert (Tiêu chuẩn cống bê tông cốt thép)
- AASHTO M 219 Standard Specification for Corrugated Aluminum Alloy Structural Plate for Field-Bolted Pipe, Pipe-Arches, and Arches (Tiêu chuẩn kết cấu bản mỏng dạng ống, vòm cung tròn và vòm bằng nhôm gợn sóng lắp nối bu lông tại hiện trường)
- AASHTO M 304 - Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Profile Wall Drain Pipe and Fittings Based on Controlled Inside Diameter. (Tiêu chuẩn ống cống có vách định dạng và chi tiết nối kiểm soát theo đường kính trong bằng nhựa tổng hợp)
- ASTM C507 - Standard Specification for Reinforced Concrete Elliptical Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe (Tiêu chuẩn ống cống thoát nước bê tông cốt thép dạng elip)
- ASTM D3350 - Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials. (Tiêu chuẩn ống cống và chi tiết nối bằng nhựa dẻo)
- ASTM D1784 - Standard Specification for Rigid Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Compounds and Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds (Tiêu chuẩn thành phần hợp chất nhựa PVC và CPVC)
- ASTM F894 - Standard Specification for Polyethylene (PE) Large Diameter Profile Wall Sewer and Drain Pipe (Tiêu chuẩn ống cống có vách định dạng đường kính lớn bằng nhựa)
- ASTM D3966 Standard Test Methods for Deep Foundations Under Lateral Load (Tiêu chuẩn phương pháp thí nghiệm móng sâu chịu tải trọng ngang)
- ASTM D5818 Standard Practice for Exposure and Retrieval of Samples to Evaluate Installation Damage of Geosynthetics (Tiêu chuẩn thực hành phương pháp rải và thu hồi để đánh giá sự hư hỏng do thi công vải địa kỹ thuật)

4 TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT VÀ VẬT LIỆU

4.1 XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT

4.1.1 Tổng quát

Phải tiến hành thăm dò địa chất để xác định sự hiện diện và ảnh hưởng của các điều kiện địa chất và môi trường đến sự làm việc của kết cấu vùi. Với kết cấu vùi tựa trên móng và với cống vòm dạng ống và ống đường kính lớn cần tiến hành khảo sát móng để đánh giá sức kháng của đất nền dưới móng chịu tác động của tải trọng và thỏa mãn các yêu cầu về chuyển vị của kết cấu.

4.1.2 Đất nền

Cần xem xét loại đất và thuộc tính liên quan của đất nền đối với sự ổn định của nền và lún dưới tác dụng của tải trọng.

4.1.3 Đất lấp bao kết cấu vùi

Phải kiểm soát và xác định loại đất, tỷ trọng sau đầm nén và các đặc tính cường độ của đất bao quanh kết cấu vùi. Đất lấp bao gồm đất bao quanh cần phù hợp các yêu cầu của AASHTO M 145 như sau:

- Đối với ống mềm tiêu chuẩn và kết cấu bê tông: A-1, A-2 hoặc A-3 (GW, GP, SW, SP, GM, SM, SC, GC)
- Đối với cống hộp kim loại và kết cấu bản mỏng có nhịp lớn với lớp phủ nhỏ hơn 3600 mm: A-1, A-2-4, A-2-5 hoặc A-3 (GW, GP, SW, SP, GM, SM, SC, GC)
- Và đối với kết cấu kim loại nhịp lớn có lớp phủ không nhỏ hơn 3600 mm: A-1 hoặc A-3 (GW, GP, SW, SP, GM, SM).
- Đối với ống cống nhựa dẻo nóng, vật liệu nền, đất đắp bao: đất A1, A-2-4, hoặc A-3. Nhiều nhất có 50% cỡ kích thước hạt qua sàng 100 và 20% cỡ hạt qua sàng 200.

4.2 VẬT LIỆU

4.2.1 Cống nhôm và kết cấu bản mỏng nhôm

Nhôm làm ống cống kim loại gợn sóng và vòm cung tròn phải theo quy định về vật liệu của AASHTO M 196 (ASTM B 745M). Nhôm làm kết cấu bản mỏng, vòm cung tròn, vòm và kết cấu hộp cần thỏa mãn các yêu cầu của Quy định về vật liệu AASHTO M 219 (ASTM B 746M).

CHÚ THÍCH:

Trong tiêu chuẩn này đề cập đến kết cấu bản mỏng là loại kết cấu vùi được chế tạo uốn từ các tấm kim loại lượn sóng thành các kết cấu có mặt cắt ngang hình dạng tròn, enlip đứng,

enlip nằm ngang có khẩu độ đến 3000 mm hoặc 7000 mm với chiều cao đến 4500 mm làm kết cấu thoát nước hoặc hầm chui qua đường cho người và phương tiện giao thông

4.2.2 Bê tông

Bê tông theo qui định của Điều 4 Phần 5 bộ tiêu chuẩn này trừ f'_c có thể dựa vào thí nghiệm mẫu.

4.2.3 Ống cống bê tông đúc sẵn

Ống cống bê tông đúc sẵn phải phù hợp với các yêu cầu của AASHTO M170M (ASTM C 76M).

Có thể sử dụng bề dày thiết kế của vách không giống kích thước vách tiêu chuẩn với điều kiện phải thiết kế theo qui định của Tiêu chuẩn này.

4.2.4 Kết cấu bê tông đúc sẵn

Vòm, kết cấu e-líp và hộp bê tông đúc sẵn phải phù hợp các yêu cầu của AASHTO M 206 M (ASTM C 506), M207M (ASTM C507), M 259 M (ASTM C 789 M) và M 273 M (ASTM C 850M)

4.2.5 Ống cống thép và kết cấu bản mỏng thép

Thép gợn sóng làm ống cống và vòm cung tròn cần phù hợp các yêu cầu của Quy định về vật liệu AASHTO M 36M (ASTM A 760M). Thép làm kết cấu bản mỏng, vòm cung tròn, vòm và kết cấu hộp cần thỏa mãn các yêu cầu của AASHTO M167M (ASTM A 761M).

4.2.6 Cốt thép

Cốt thép phải có đặc tính cơ lý và thành phần hóa chất phù hợp với các yêu cầu của Điều 4.3 Phần 5 bộ tiêu chuẩn này.

Với sợi trơn và tấm lưới sợi hàn trơn, cường độ chảy có thể lấy bằng 450 MPa. Với tấm lưới sợi hàn có gờ, cường độ chảy có thể lấy bằng 480 MPa.

4.2.7 Ống nhựa dẻo nóng

Ống nhựa có các loại vách dạng vách cứng, gợn sóng hoặc định dạng (profin) và có thể làm bằng polyetylen – (PE) hoặc polyvinyl clorit (PVC).

Ống PE cần phù hợp với các yêu cầu của ASTM F 714 cho ống vách cứng, của AASHTO M294 cho ống gợn sóng và ASTM F 894 cho ống vách định dạng.

Ống PVC cần phù hợp với các yêu cầu của AASHTO M 278 cho ống vách cứng, ASTM F 679 cho ống vách cứng và AASHTO M 304 cho ống vách định dạng.

5 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN VÀ HỆ SỐ SỨC KHÁNG

5.1 TỔNG QUÁT

Kết cấu vùi và móng của nó phải được thiết kế bằng phương pháp thích hợp được quy định ở các Điều 7 đến 12 sao cho chúng chịu được các tải trọng tính toán theo các tổ hợp tải trọng quy định ở các Điều 5.2 và 5.3.

Sức kháng tính toán R_r , cần được tính toán cho mỗi trạng thái giới hạn như sau :

$$R_r = \varphi R_n \quad (1)$$

ở đây :

- R_n = sức kháng danh định
- φ = hệ số sức kháng quy định trong Bảng 1.

5.2 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG

Kết cấu vùi phải được tính thiết kế với Tổ hợp tải trọng sử dụng quy định trong Bảng 3 Phần 3 bộ tiêu chuẩn này cho các tiêu chí sau:

- Độ võng của kết cấu kim loại, bản vách hầm, ống nhựa dẻo nóng, và
- Chiều rộng vết nứt trong kết cấu bê tông cốt thép.

5.3 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ

Kết cấu vùi và vách hầm (áo hầm) phải được tính thiết kế với tải trọng thi công và tổ hợp tải trọng cường độ I và II qui định ở Bảng 3 Phần 3 bộ tiêu chuẩn này cho các hạng mục như sau:

- Với kết cấu kim loại:
 - + diện tích vách
 - + oằn
 - + độ bền của mối nối ghép tạo ống
 - + giới hạn độ uốn trong thi công
 - + uốn của kết cấu hộp
- Với kết cấu bê tông :
 - + uốn,
 - + cắt
 - + nén
 - + kéo hướng tâm

- Với ống nhựa dẻo nóng :
 - + diện tích vách
 - + oằn
 - + giới hạn độ uốn
- Với bản vách hầm :
 - + diện tích vách
 - + oằn
 - + cường độ mối nối
 - + độ cứng thi công

5.4 ĐIỀU CHỈNH TẢI TRỌNG VÀ HỆ SỐ TẢI TRỌNG

Phải áp dụng hệ số điều chỉnh tải trọng cho kết cấu vùi và vách hầm theo quy định ở Điều 4 Phần 1 bộ tiêu chuẩn này, trừ hệ số điều chỉnh tải trọng thi công lấy bằng 1,0. Với trạng thái giới hạn cường độ, kết cấu vùi phải được xem là không dư dưới tải trọng đất đắp và dư dưới hoạt tải và lực xung kích. Tính quan trọng trong khai thác cần được xác định theo điều kiện khai thác liên tục và an toàn của tuyến đường.

5.5 HỆ SỐ SỨC KHÁNG

Hệ số sức kháng cho kết cấu vùi phải lấy theo Bảng 1. Các giá trị về hệ số cường độ cho thiết kế nền đất của móng kết cấu vùi phải lấy theo quy định trong Phần 10 bộ tiêu chuẩn này.

Bảng 1- Hệ số sức kháng của kết cấu vùi

Loại hình kết cấu	Hệ số sức kháng
ống cống kim loại, vòm và kết cấu vòm cung tròn	
ống dạng uốn xoắn với mỗi nối ghép hoặc hàn hoàn toàn : • Diện tích vách tối thiểu và điều kiện oằn	1,0
ống tròn với mỗi nối hàn chằm, tán đỉnh hoặc bắt bu lông • Diện tích vách tối thiểu và ổn định do uốn • Cường độ mỗi nối dọc tối thiểu • Sức kháng ép của móng vòm ống	1,00 0,67
	Theo qui định Phần 10
kết cấu cống bằng thép bản uốn: • Diện tích vách tối thiểu và điều kiện oằn • Cường độ mỗi nối dọc tối thiểu • Sức kháng ép của móng vòm cung tròn	1,00 0,67
	Theo qui định Phần 10
kết cấu bản mỏng nhịp lớn và kết cấu bản vách hầm	
• Diện tích vách tối thiểu • Cường độ mỗi nối dọc tối thiểu • Sức chịu của móng vòm cung tròn	0,67 0,67
	Theo qui định Phần 10
kết cấu hộp bản mỏng	
• Cường độ mô men dẻo • Sức chịu của móng vòm cung tròn	1,0
	Theo qui định Phần 10
ống cống bê tông cốt thép	
Phương pháp thiết kế trực tiếp : Lắp đặt loại 1 • Uốn • Cắt • Kéo hướng tâm Các loại lắp đặt khác • Uốn • Cắt • Kéo hướng tâm	0,9 0,82 0,82 1,0 0,9 0,9
Kết cấu hộp bê tông cốt thép đổ tại chỗ	
• uốn • cắt	0,90 0,85
Kết cấu hộp bê tông cốt thép đúc sẵn	
• Uốn • Cắt	1,00 0,90
Các kết cấu 3 mặt hộp bằng bê tông đúc sẵn	
• Uốn • Cắt	0,95 0,90
ống nhựa dẻo nóng	
ống PE và PVC • Lực đẩy ϕ_T • Độ cứng của đất ϕ_S • Ổn định tổng thể, ϕ_{BK} • Uốn, ϕ_I	1,00 0,90 0,70 1,00

5.6 GIỚI HẠN ĐỘ UỐN VÀ ĐỘ CỨNG THI CÔNG

5.6.1 Ống cống bằng kim loại gợn sóng và kết cấu bản mỏng

Hệ số uốn của ống cống bằng kim loại gợn sóng và kết cấu bản mỏng không được vượt quá các trị số ở Bảng 2

Bảng 2 - Giới hạn về hệ số uốn

Loại vật liệu xây dựng	Kích cỡ gợn sóng (mm)	Hệ số uốn (mm/N)
Ống thép	6,35	0,25
	12,7	0,25
	25,4	0,19
Ống nhôm	6,35 và 12,7	
	Bề dày vật liệu 1,52	0,18
	Bề dày vật liệu 1,90	0,35
	Các chiều dày khác	0,53
Bản thép	25,4	0,34
	150 x 50	
	Ống	0,11
	Vòm cung tròn	0,17
Bản nhôm	Vòm	0,17
	230 x 64	
	Ống	0,14
	Vòm cung tròn	0,21
	Vòm	0,41

5.6.2 Ống cống bằng dải kim loại uốn vòng xoắn ốc và vòm cung tròn

Khi thi công đặt ống cống cùng đắp nền đường, theo các quy định của Điều 6.6.2 và 6.6.3, và đặt cống trong hào đào theo các quy định của Điều 6.6.1 và 6.6.3 thì hệ số độ uốn của ống cống bằng dải kim loại uốn vòng xoắn và vòm cung tròn không được vượt quá các trị số ghi trong Bảng 3.

Bảng 3 - Giới hạn về hệ số độ uốn

Vật liệu	Điều kiện	Kích thước gợn sóng (mm)	Hệ số độ uốn (mm/N)
Thép	Lắp cống trước đắp nền	19×19×190	0,039 $I^{1/3}$
		19×25×290	0,031 $I^{1/3}$
	Đào hào lắp cống	19×19×190	0,045 $I^{1/3}$
		19×25×290	0,037 $I^{1/3}$
Nhôm	Lắp cống trước đắp nền	19×19×190	0,056 $I^{1/3}$
		19×25×290	0,039 $I^{1/3}$
	Đào hào lắp cống	19×19×190	0,067 $I^{1/3}$
		19×25×290	0,048 $I^{1/3}$

Các trị số mô men quán tính I của ống thép và nhôm và vòm cung tròn lấy theo các Bảng A2 và A5 Phụ lục A.

5.6.3 Ống nhựa dẻo nóng

Hệ số độ uốn FF của ống nhựa không được vượt quá 0,54 mm/N.

5.6.4 Bản vách hầm bằng thép

Độ cứng thi công C_s (N/mm) của bản vách hầm bằng thép không được nhỏ hơn các trị số dưới đây:

- Bản vách hai gờ mặt bích: $C_s \geq 8,75$ (N/mm)
- Bản vách bốn gờ mặt bích: $C_s \geq 19,5$ (N/mm)

6 QUI ĐỊNH THIẾT KẾ CHUNG

6.1 TẢI TRỌNG

Kết cấu vùi phải được thiết kế chịu ứng lực do áp lực đất nằm ngang và thẳng đứng, tính tải mặt đường, hoạt tải và hiệu ứng xung kích gây nên. Tùy theo điều kiện hiện trường và biện pháp thi công, tải trọng chất thêm của đất, hoạt tải ở trên đỉnh, tải trọng kéo xuống (do ma sát âm), và áp lực thủy tĩnh bên ngoài cũng phải được tính toán. Lực nổi của nước phải được tính cho phần ở dưới mặt nước của kết cấu vùi theo qui định ở Điều 7.2 Phần 3 bộ tiêu chuẩn này. Tải trọng động đất chỉ cần xét khi kết cấu vùi cắt qua đứt gãy đang hoạt động.

Với áp lực đất thẳng đứng phải áp dụng hệ số tải trọng tối đa qui định ở Bảng 3 Phần 3 bộ tiêu chuẩn này.

Tải trọng bánh xe phải được phân bố qua đất đắp theo quy định của Điều 6.1.2.6 Phần 3 bộ tiêu chuẩn này.

6.2 TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG

6.2.1 Chuyển vị cho phép

Tiêu chuẩn chuyển vị cho phép của kết cấu vòm phải được xác định trên cơ sở chức năng và loại hình kết cấu, tuổi thọ phục vụ dự kiến và những hậu quả của các dịch chuyển vượt quá cho phép.

6.2.2 Độ lún

6.2.2.1 Tổng quát

Độ lún phải được xác định theo qui định ở Điều 6.2 Phần 10 bộ tiêu chuẩn này. Phải xem xét tới các chuyển vị có thể xảy ra do:

- Chênh lệch lún theo chiều dọc ống cống,
- Lún khác nhau giữa ống cống và đất lấp,
- Lún của móng và lún do tải trọng không cân bằng ở đoạn dưới mái ta luy nền đắp của cống chéo.

6.2.2.2 Chênh lệch lún theo chiều dọc

Độ lún khác nhau dọc theo chiều dài kết cấu vòm phải được xác định theo qui định của Điều 6.2.4 Phần 10 bộ tiêu chuẩn này. Ống cống và dạng cống khác dễ bị lún khác nhau theo chiều dọc phải được nối ghép bằng mối nối dương để ngăn ngừa lực làm tách rời mối nối theo các qui định của Phần 26 và 27, Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công cầu AASHTO LRFD.

Có thể quy định độ vòng thi công để đảm bảo thoát nước dòng chảy trong tuổi thọ khai thác của kết cấu.

6.2.2.3 Chênh lệch độ lún giữa kết cấu và đất đắp

Ở nơi có thể phát sinh lún khác nhau giữa kết cấu vòm và đất đắp ở bên của kết cấu vòm, móng cần được thiết kế phòng lún có chú ý tới đất lấp.

Ống có vòm ngược không được đặt trên móng có độ lún ít hơn độ lún của đất lấp bên cạnh, cần làm nền đồng nhất bằng vật liệu hạt được đầm nén vừa phải.

6.2.2.4 Độ Lún của móng

Móng phải được thiết kế cho lún đồng đều theo chiều dọc và chiều ngang. Lún của móng cần đủ lớn để bảo vệ chống lực kéo xuống có thể có do lún của đất lấp bên cạnh gây nên. Nếu

gặp phải vật liệu nền xấu cần xem xét việc đào tất cả hoặc một phần đất không thích hợp và thay bằng vật liệu đắp phù hợp và được đầm nén.

Thiết kế móng theo các quy định của Điều 6 Phần 10 bộ tiêu chuẩn này.

Phải xác định phản lực móng của kết cấu công hộp kim loại theo quy định trong Điều 9.4.5.

Các hiệu ứng của chiều sâu móng phải được xét đến trong thiết kế móng vòm. Phản lực móng phải được coi là tác dụng theo hướng tiếp tuyến với vòm tại điểm liên kết giữa vòm với móng và phản lực này phải bằng lực nén của vòm ở móng.

6.2.2.5 Tải trọng không cân bằng

Kết cấu vòm chéo góc với tuyến đường và kéo dài qua nền đắp phải được thiết kế có xét đến ảnh hưởng của tải trọng không đối xứng lên mặt cắt kết cấu.

6.2.3 Lực đẩy nổi

Phải xét lực đẩy nổi lên khi kết cấu được đặt dưới mức nước ngầm cao nhất có thể xuất hiện.

6.3 THIẾT KẾ KẾT CẤU VÙI THEO ĐIỀU KIỆN ĐẤT NỀN

6.3.1 Sức kháng ép và ổn định

Phải thiết kế các bộ phận chi tiết và móng của kết cấu vùi sao cho nền đất có đủ sức kháng ép và đất đắp xung quanh kết cấu không bị xói ngầm do gradient thủy lực.

6.3.2 Đất lấp ở góc của vòm ống kim loại

Đất lấp ở góc của vòm cung tròn kim loại phải được thiết kế có xét đến áp lực góc lấy bằng lực đẩy của vòm chia cho bán kính của góc vòm cung tròn. Lớp đất xung quanh các góc của vòm cung tròn phải chịu áp lực này. Có thể quy định việc lấp bằng đất kết cấu được đầm tới độ chặt cao hơn bình thường.

6.4 THIẾT KẾ THỦY LỰC

Áp dụng tiêu chuẩn thiết kế quy định ở Điều 6 Phần 2 bộ tiêu chuẩn này và Chương 10 của TCVN 4954:05 để thiết kế thủy lực

6.5 XÓI LỖ

Phải thiết kế kết cấu vùi sao cho không có bộ phận kết cấu nào phát sinh dịch chuyển do xói lỗ.

Khi dự tính có nguy cơ xói lỗ thì tường bản cánh phải được kéo đủ dài để bảo vệ bộ phận kết cấu của lớp đất bao quanh kết cấu. Với kết cấu đặt trên lớp trầm tích dễ bị xói cần dùng

tường ngăn đặt sâu dưới độ sâu xói tối đa có thể xảy ra hoặc lát lòng. Móng của kết cấu phải đặt thấp hơn độ sâu xói tối đa dự kiến, ít nhất 600mm.

6.6 ĐẤT ĐÁP BAO

6.6.1 Lắp đặt cống trong hào đào qua nền đường

Chiều rộng tối thiểu của hào cần có khoảng cách giữa ống cống và tường hào để đủ chỗ lắp đặt và đảm bảo vật liệu lấp thỏa đáng và an toàn.

Hồ sơ thiết kế phải qui định yêu cầu đảm bảo sự ổn định của hào hoặc làm tường hào dốc hoặc có chống đỡ tạm khi tường hào sâu, đảm bảo an toàn lao động theo Luật an toàn vệ sinh lao động và các qui định liên quan.

6.6.2 Lắp đặt cống trước khi đắp nền đường

Chiều dày tối thiểu của lớp đất bao cần đủ để đảm bảo giữ cố định chống chuyển dịch ngang cho kết cấu vùi. Tổng chiều dày lớp đất bao và nền đắp phía trên cần đủ dày để chịu tất cả các tải trọng trên cống và đảm bảo các yêu cầu về chuyển vị quy định ở Điều 6.2.

6.6.3 Lớp đất phủ tối thiểu

Chiều dày lớp đất phủ kể cả lớp nền đường bằng hạt được đầm chặt và lớp móng mặt đường không được nhỏ hơn quy định ở Bảng 4.

Bảng 4 - Lớp đất phủ tối thiểu

Loại hình	Điều kiện	Lớp phủ tối thiểu
ống kim loại gợn sóng	-	$S/8 \geq 300 \text{ mm}$
ống kim loại bằng dải kim loại cuộn xoắn	ống thép	$S/4 \geq 300 \text{ mm}$
	ống nhôm Khi $S \leq 1200 \text{ mm}$	$S/2 \geq 300 \text{ mm}$
	ống nhôm khi $S > 1200 \text{ mm}$	$S/2,75 \geq 600 \text{ mm}$
Kết cấu bản mỏng	-	$S/8 \geq 300 \text{ mm}$
Kết cấu bản mỏng nhịp lớn	-	Theo Bảng 5
Kết cấu bản mỏng hộp	-	430 mm như quy định ở Điều 9.1
ống cống bê tông cốt thép	Chỗ không thấm và dưới mặt đường mềm	$B_c/8$ hoặc $B'_c/8$ trị số nào $\geq 300 \text{ mm}$
	Đắp bằng vật liệu rời đảm bảo chặt dưới mặt đường cứng	230 mm
ống nhựa	-	$ID/8 \geq 300 \text{ mm}$
S = đường kính ống cống (mm) B_c = đường kính ngoài hoặc chiều rộng của kết cấu (mm) B'_c = chiều cao đứng từ mép đến mép ngoài ống (mm) ID = đường kính trong (mm)		

Nếu không có lớp đất phủ thì đỉnh của kết cấu hộp bằng bê tông đúc sẵn hoặc đúc tại chỗ phải được thiết kế chịu tác động trực tiếp của tải trọng xe.

Yêu cầu đối với lớp đất phủ trong khi xây dựng được lấy theo quy định của Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công cầu AASHTO LRFD.

6.7 CỰ LY TỐI THIỂU GIỮA CÁC ỐNG CỦA CỐNG CÓ NHIỀU CỬA

Cự ly giữa các ống của cống có nhiều đường ống phải đủ để có thể đặt ống cống và đảm bảo ở bên hông hoặc giữa các ống cống. Đối với ống cống đường kính nhỏ hơn 600 mm, cự ly này nên tối thiểu là 300mm; đối với ống cống đường kính từ 600mm đến 1800mm cự ly giữa các ống cống tối thiểu bằng một nửa đường kính ống cống, với ống cống đường kính lớn hơn 1800 mm, cự ly này nên là 900mm.