

Chương 6 THIẾT KẾ

6.1 Thiết kế đường

6.1.1 Tổng quan về thiết kế

(1) Tiêu chuẩn thiết kế

Điều kiện thiết kế của từng đoạn đường được thực hiện dựa trên phân cấp đường được thể hiện trong phần 5.3.2 ở Chương 5.

(2) Lưu lượng giao thông trong tương lai

Bảng sau thể hiện lưu lượng giao thông trong tương lai đối với nghiên cứu về độ dày áo đường. Lưu lượng giao thông vào năm 2035 sau 15 năm đi vào hoạt động từ năm 2020, được áp dụng cho nghiên cứu.

Chi tiết về lưu lượng giao thông trong tương lai được đề cập trong một chương riêng.

Bảng 6.1-1 Lưu lượng giao thông năm 2035

Cầu Nguyễn Trãi Giao thông trung bình ngày (số phương tiện/ngày)									
Năm	Xe đạp	xe ô tô	xe con	xe bus nhỏ	xe bus to	xe tải đơn	xe tải 2 trục	xe tải 3 trục	xe đầu kéo
2035	4.468	36.110	42.462	2.579	3.092	1.340	3.115	525	648

Đoạn Đông Bắc Đường Vành đai 3 Giao thông trung bình ngày (số phương tiện/ngày)									
Năm	Xe đạp	xe ô tô	xe con	xe bus nhỏ	xe bus to	xe tải đơn	xe tải 2 trục	xe tải 3 trục	xe đầu kéo
2035	658	13.308	8.254	579	1.125	99	1.460	398	1.211

Đoạn phía Bắc Đường Vành đai 3 (tính cả cầu Vũ Yên) Giao thông trung bình ngày (số phương tiện/ngày)									
Năm	Xe đạp	xe ô tô	xe con	xe bus nhỏ	xe bus to	xe tải đơn	xe tải 2 trục	xe tải 3 trục	xe đầu kéo
2035	945	12.996	6.468	599	1.162	96	1.403	382	1.164

Đối với quan điểm về an toàn, giá trị của đoạn Đông Bắc được áp dụng trong nghiên cứu độ dày áo đường của Đường vành đai 3, phần lớn trong số đó lớn hơn giá trị của đoạn phía Bắc.

(3) Hạn chế bởi địa hình và điều kiện khu vực.

- Tại những vị trí giao cắt với đường hiện hữu, tuyến chính sẽ là cầu vượt (Nút giao khác mức số 1, nút giao khác mức số 2 và nút giao khác mức số 3).
- Nếu khoảng cách giữa các điểm giao cắt được nói đến ở trên là lớn, công hộp (cao 3.2m và rộng 4m) sẽ được lắp đặt trên đường hiện hữu dành cho xe máy, xe đạp và người đi bộ lưu thông (Công hộp 1, Công hộp 2).
- Đối với đoạn vượt sông, tuyến chính sẽ là cầu (Cầu Ruột Lợn và cầu Vũ Yên).
- Những khu vực có nền đường đắp cao hơn 4m ở khu vực đất yếu trên đảo Vũ Yên, công nghệ bắc thăm thẳng đứng PVD sẽ được áp dụng.

(4) Khu vực giao cắt

1) Đường

- Đường vành đai 3 hiện hữu (quanh khu vực No.0)
- Đường hiện hữu (No4+90, Nút giao số 1) (No.55+0, Nút giao số No.2) (No.81+0, Cống hộp số 1)(NO.112+75, Cống hộp số 2)
- Đường KCN VSIP (quanh khu vực No.97+0, Nút giao số No.3)
- TL 356 (xung quanh khu vực No.169+50, Nút giao khu vực phía Nam cầu Vũ Yên)

2) Sông

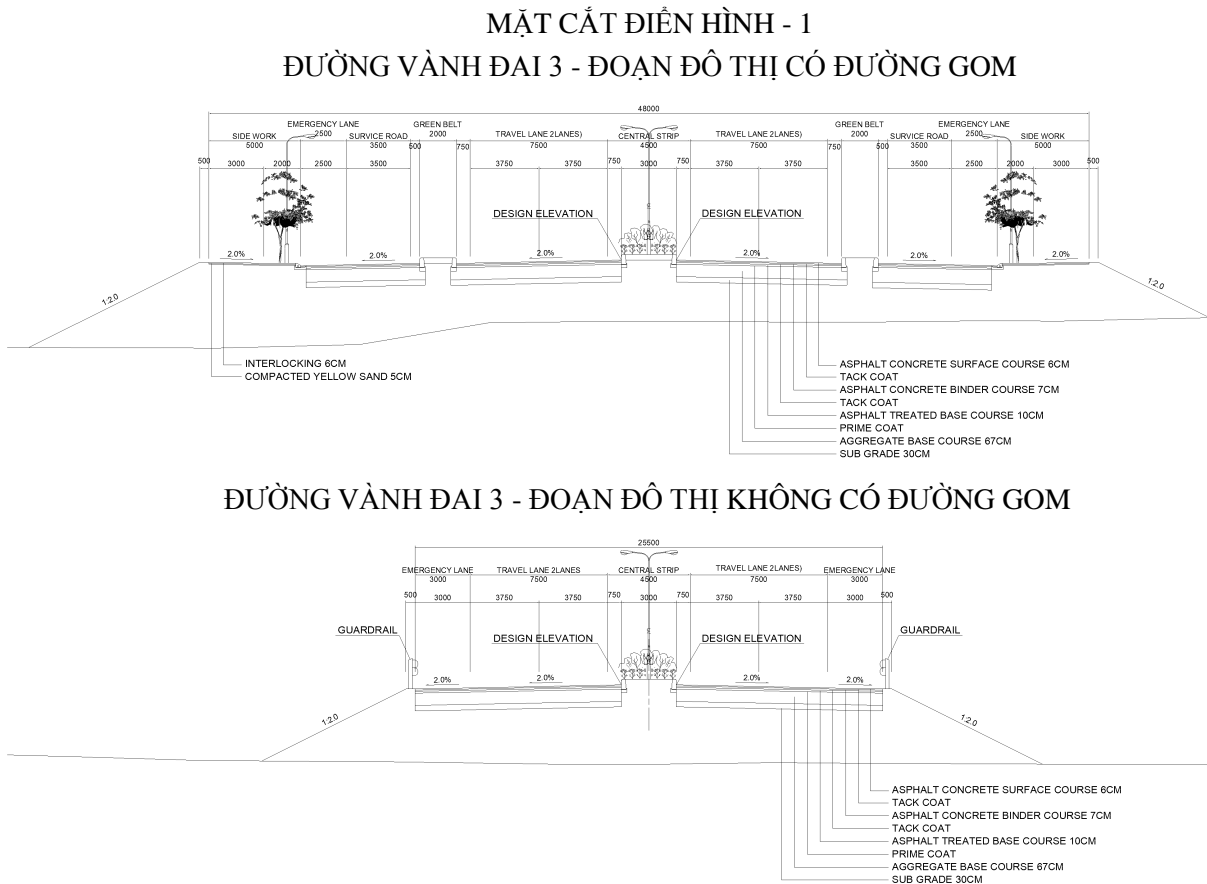
- Sông Ruột Lợn (No128+70, Cầu Ruột Lợn)
- Sông Cấm (No159+20, Cầu Vũ Yên)

3) Đường sắt

Không có đường sắt giao cắt với đường Vành Đai 3.

(5) Mặt cắt ngang đặc trưng

Mặt cắt ngang đặc trưng được thể hiện trong Hình 6.1-1.



(6) Tiêu chuẩn thiết kế hình học

Tiêu chuẩn thiết kế hình học được thể hiện trong Bảng 6.1-2 đến 6.1-4.

**Bảng 6.1-2 Tiêu chuẩn thiết kế hình học cho nút giao khác mức
(TCVN5729:2012, Đường gom: V=40km/h)**

		TCVN5729:2012 Đường cao tốc - Yêu cầu thiết kế		
Loại đường				
Tốc độ thiết kế cầu dẫn	km	40		
				Ref.
Bán kính đường cong nằm nhỏ nhất	m	Tiêu chuẩn 60	Ngoại lệ 45	Bảng 9
Tham số nhỏ nhất	m	35		Bảng 10
Bán kính đoạn không cần đường cong chuyển tiếp	m			
Mở rộng làn xe chạy	m	1 làn	2 làn	Bảng 16
		Cần thiết mở rộng đối với R<72	Cần thiết mở rộng đối với R<47	
Siêu cao lớn nhất	%	% %		Bảng 11
Siêu cao	% %	R(m)	%	Bảng 13
		45~70	8	
		70~90	7~8	
		90~130	6~7	
		130~160	5~6	
		160~210	4~5	
		210~280	4	
280~400	3			
400~	2			
Bán kính siêu cao không liên tục	m	600		
Tỷ lệ của đường cong chuyển tiếp siêu cao		1 làn, biên ngang	1 làn, trung tâm	Bảng 14
		1/100	1/150	
		2 làn, biên ngang	2 làn, trung tâm	
Tỷ lệ nhỏ nhất của đường cong chuyển tiếp siêu cao		1/100	1/150	Bảng 15
		1 làn, biên ngang	1 làn, trung tâm	
		1/500	1/800	
		2 làn, biên ngang trung tâm	2 làn, trung tâm	
Dốc dọc lớn nhất	% %	1/300	1/500	Bảng 11
		6.0%		
Bán kính nhỏ nhất của đường cong đứng	凸	m	900	Bảng 12
	凹		900	
Chiều dài nhỏ nhất của đường cong đứng	m	40	35	
Dốc ngang kết hợp	%			
Tầm nhìn	m	45		Bảng 17

Bảng 6.1-3 Tiêu chuẩn thiết kế hình học cho làn gia tốc

(TCVN5729:2012, Tuyên chính: V=80km/h)

		TCVN 5792:2012 Đường cao tốc – Yêu cầu thiết kế				
Loại đường						
Tốc độ thiết kế tuyến chính		km	80 (60)*			
			Ref			
Độ dài vượt		m	50 (40)			
Chiều dài làn tăng tốc	Cầu dẫn 1 làn	m	160 (120)			
	Cầu dẫn 1 làn		220 (160)			
Hiệu chỉnh dốc	Dốc trung bình của tuyến chính	%	$0 < i \leq 2$	$2 < i \leq 3$	$3 < i \leq 4$	$4 < i \leq 6$
Hệ số hiệu chỉnh dài làn tăng tốc nâng cấp			1.00	1.20	1.30	1.40
Chiều dài làn giảm tốc	Cầu dẫn 1 làn	m	80 (70)			
	Cầu dẫn 1 làn		110 (90)			
Hiệu chỉnh dốc	Dốc trung bình của tuyến chính	%	$0 < i \leq 2$	$2 < i \leq 3$	$3 < i \leq 4$	$4 < i \leq 6$
Hệ số hiệu chỉnh dài làn giảm tốc nâng cấp			1.00	1.10	1.20	1.30

Bảng 6.1-4 Tiêu chuẩn thiết kế hình học của đầu vào đường gom

(TCVN5729:2012, Tuyên chính: V=80km/h)

		TCVN5729:2012 Đường cao tốc - Yêu cầu thiết kế		
Loại đường				
Tốc độ thiết kế tuyến chính		km	80	
			Ref.	
Bán kính đường cong nằm nhỏ nhất	m	Tiêu chuẩn	Ngoại lệ	
		1100	700	
Dốc dọc lớn nhất		%	3.0	4.0
Bán kính đường cong đứng lớn nhất	凸	m	12000	6000
	凹		8000	4000

(7) Dự kiến công tác đất

Qua nghiên cứu phần 6.1.6 “Xử lý đất yếu”, độ dốc đắp là 1:2.0.

(8) Thiết kế nút giao khác mức

Một nút giao khác mức theo 3 chiều sẽ được xây dựng quanh khu vực số No.169+50, tại đó, tuyến đường thiết kế sẽ giao cắt với đường chính là TL356.

6.1.2 Thiết kế đường Vành đai 3

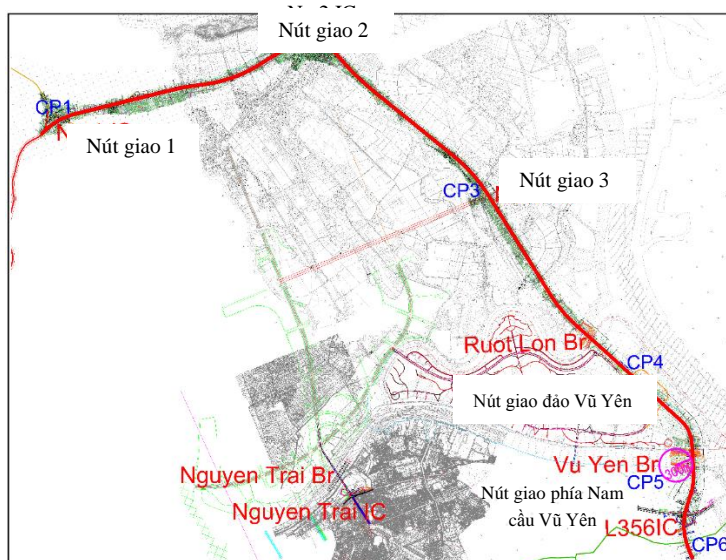
(1) Mặt bằng tuyến

1) Các yếu tố của mặt bằng tuyến

- Bán kính đường cong nằm cần phải lớn hơn giá trị $R=2500$ nhiều nhất có thể, bán kính ngắn nhất phần siêu cao.
- Nếu có hạn chế về mặt địa hình, bán kính đường cong nằm nhỏ nhất sẽ lấy bằng giá trị tiêu chuẩn, $R=400$ hoặc lớn hơn.
- Ở khu vực lân cận của nút giao khác mức, bán kính đường cong nằm sẽ lấy bằng giá trị tiêu chuẩn, $R=1100$ hoặc lớn hơn.

2) Điểm khống chế trên mặt bằng tuyến

Các điểm khống chế trên mặt bằng tuyến được thể hiện trong Hình 6.1-2.



Hình 6.1-2 Điểm khống chế trên mặt bằng tuyến

Các điểm khống chế (ĐKC): Các con sông và cột điện tại các vị trí.

ĐKC 1: Thống nhất với đường vành đai hiện hữu tại khu vực điểm bắt đầu No.0.

ĐKC 2: Tại vị trí điểm No.57 là phần ranh giới của 2 làng mà hướng tuyến đi qua. Đoàn nghiên cứu JICA đã thảo luận với cộng đồng dân cư địa phương và quyết định vị trí hướng tuyến.

ĐKC 3: Hướng tuyến tại vị trí đường quy hoạch của VSIP tại vị trí điểm No.97.

ĐKC 4: Hướng tuyến chạy song song với đường điện cao thế để tránh giao cắt trên đảo Vũ Yên.

ĐKC 5: Tại vị trí điểm No.160, hướng tuyến được dời đi nhằm đảm bảo khoảng cách hơn 300m đến cầu Cảng xăng dầu.

ĐKC 6: Tại đoạn cuối ở phía Nam đảo Vũ Yên, hướng tuyến phải dời đi để giảm sự ảnh hưởng đến đường trong quy hoạch.

(2) Trắc dọc tuyến

1) Các yếu tố của trắc dọc tuyến

- Chiều cao của tuyến chính đường Vành đai 3 không thấp hơn 3.14m (5.0m từ cao độ hải đồ) đã được xác định..
- Chiều cao dốc dọc lớn nhất là $i = 4\%$, đã tính đến khả năng leo dốc của xe đầu kéo.
- Chiều dài lớn nhất của đoạn dốc $i = 4\%$ cần nhỏ hơn $L=900m$ theo tiêu chí. Dốc dọc ở những đoạn sau không được vượt quá $i=2.5\%$ theo tiêu chí.
- Chiều dài đoạn nhỏ nhất có cùng độ dốc dọc cần nhỏ hơn $L=150m$ theo tiêu chí.
- Độ dốc dọc nhỏ nhất không được vượt quá giá trị tiêu chuẩn $i = 0.5\%$ theo tiêu chí.

2) Điểm khống chế trên trắc dọc tuyến

- Tại vị trí cầu cạn, tính không cần lớn hơn giá trị $PH = 3.14m +$ giới hạn tính không $4.75m +$ chiều cao kết cấu + chiều cao độ dốc mũi lượn.
- Chiều cao của cầu vượt sông được xác định bằng tính không đứng và chiều cao kết cấu.
- Để bảo vệ kết cấu đường do ngập lụt trên Đảo Vũ Yên, chiều cao thấp nhất của đường là 4.2m.
- Điểm kết thúc của cầu Nguyễn Trãi ở phía bờ Bắc có cao độ giống như đường trong KCN VSIP là 2.34m (4.2 m theo cao độ hải đồ).
- Đoạn chuyển tiếp được thiết kế từ điểm kết thúc ở phía bờ Nam cầu Nguyễn Trãi đến cao độ đường hiện hữu..

Các điểm khống chế chính trên mặt bằng tuyến của Đường Vành Đai 3 được thể hiện như sau.

ĐKC 1: Tại khu vực điểm No.4+90, Tuyến vượt qua đường hiện hữu (Nút giao số 1).

ĐKC 2: Tại khu vực điểm No.55+00, Tuyến vượt qua đường hiện hữu (Nút giao số 2).

ĐKC 3: Tại khu vực điểm No.81, một cống hộp được lắp đặt để vượt đường hiện hữu (Cống số 1).

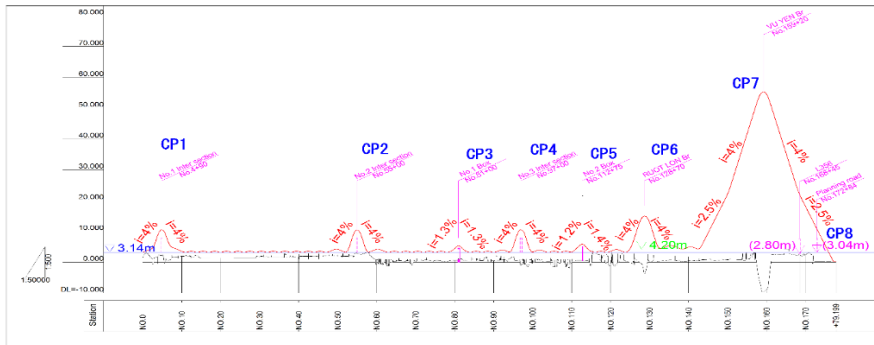
ĐKC 4: Tại khu vực điểm No.97+00, tuyến vượt qua đường trong KCN VSIP (Nút giao số 3).

ĐKC 5: Tại khu vực điểm No.112+75, một cống hộp được lắp đặt để vượt đường hiện hữu (Cống số 2).

ĐKC 6: Tại khu vực điểm No.128+70, một cầu vượt sông sẽ được xây dựng bắc qua sông Ruột Lợn có tính đến chiều cao tính không thông thuyền (Cầu Ruột Lợn).

ĐKC 7: Tại khu vực điểm No.159+20, một cầu vượt sông sẽ được xây dựng bắc qua sông Cấm có tính đến chiều cao tính không thông thuyền (Cầu Vũ Yên.).

ĐKC 8: Tại khu vực điểm No.172+84, đường theo quy hoạch cần được di chuyển nhằm đảm bảo yêu cầu giới hạn tính không.



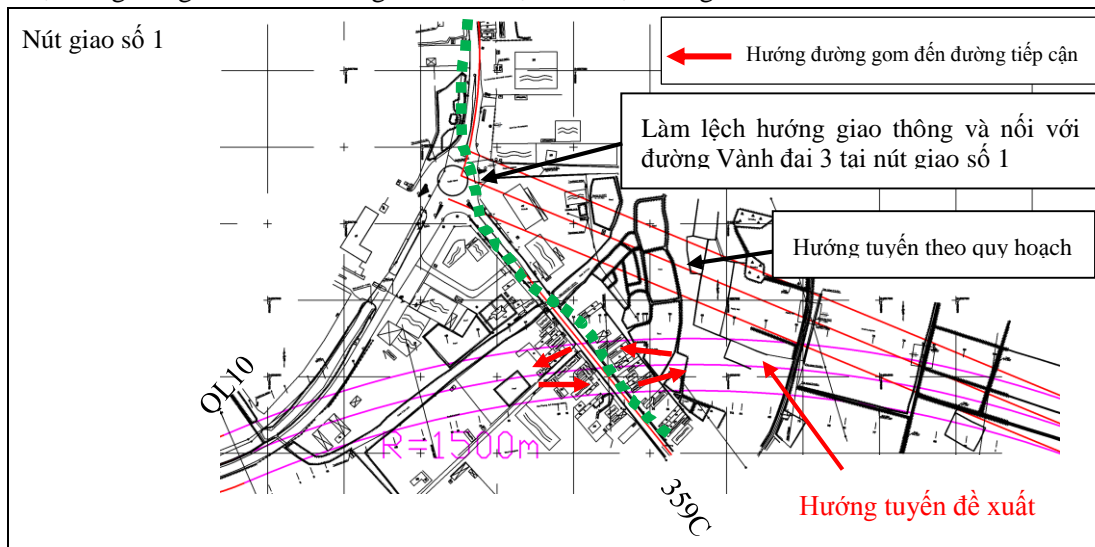
Hình 6.1-3 Điểm khống chế trên trắc dọc tuyến

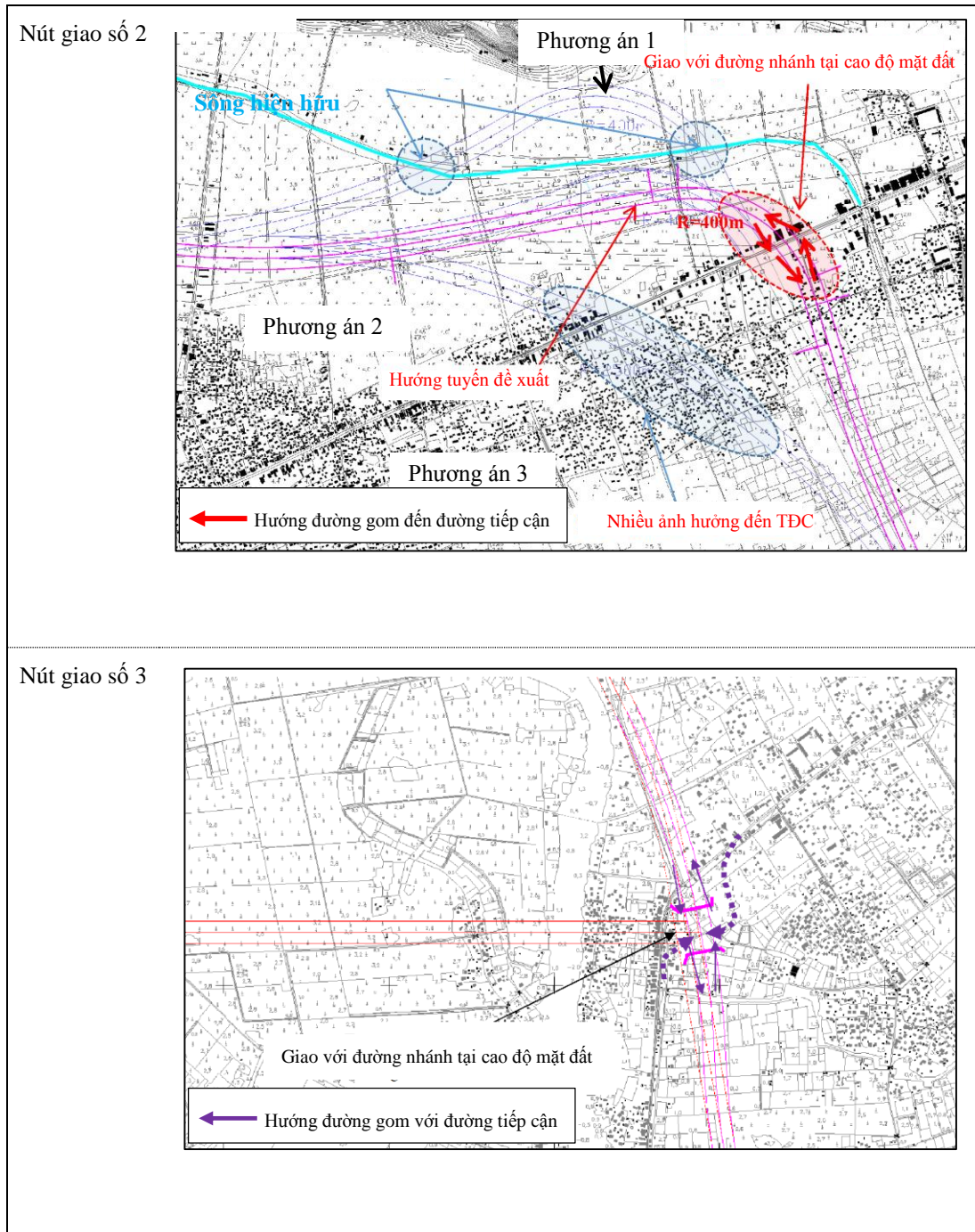
Trắc dọc tuyến được thiết kế một cách an toàn và hợp lý đối với Dự án có tính đến kết nối hệ thống đường. Trắc dọc tuyến cần được bố trí dựa theo công văn phát hành bởi Viện Quy hoạch Hải Phòng (Số 162 CV/QH-KT2, ngày 26/11/2015) và thảo luận phương án kết nối với đường hiện hữu và công hợp với UBND Tp Hải Phòng và các cơ quan liên quan trong giai đoạn Thiết kế chi tiết.

(3) Thiết kế nút giao

1) Thiết kế nút giao số 1 và nút giao số 3

Mặt bằng nút giao số 1 và nút giao số 3 được thể hiện trong Hình 6.1-4.





Hình 6.1-4 Mặt bằng nút giao số 1 và nút giao số 3 đường Vành đai 3

2) Thiết kế nút giao khác mức trên đảo Vũ Yên

Trên Đảo Vũ Yên, nút giao khác mức đẳng hướng sẽ được thiết kế để kết nối với đường quy hoạch trong tương lai. Nút giao sẽ được thiết kế theo dạng “hệ thống chữ Y phẳng” vì lưu lượng giao thông thiết kế ở khu vực này tương đối nhỏ. Làn gia tốc và làn giảm tốc sẽ được thiết kế trong phần công tác đất của tuyến chính. Đường gom phía Đông sẽ được xây dựng với chiều cao PH=4.2m dưới cầu Vũ Yên.

Mặt bằng nút giao khác mức trên đảo Vũ Yên được thể hiện trong Hình 6.1-5.



Hình 6.1-5 Mặt bằng nút giao khác mức trên Đảo Vũ Yên

3) Thiết kế nút giao khác mức phía Nam đảo Vũ Yên (Kết nối với TL356)

Ở phía Nam Cầu Vũ Yên, nút giao khác mức 4 hướng sẽ được xây dựng để kết nối với TL356 (đang thi công mở rộng) Dốc dọc của đường gom cho hướng lưu thông từ cầu ra TL356 sẽ ở mức $i=6\%$ như trong Quy hoạch tổng thể. Dốc dọc của đường gom cho hướng lưu thông vào cầu sẽ hạn chế ở mức $i=4\%$, có tính đến khả năng leo dốc của xe đầu kéo.

Mặt bằng của nút giao bờ Nam cầu Vũ Yên được so sánh với Quy hoạch tổng thể được thể hiện trong Hình 6.1-6.

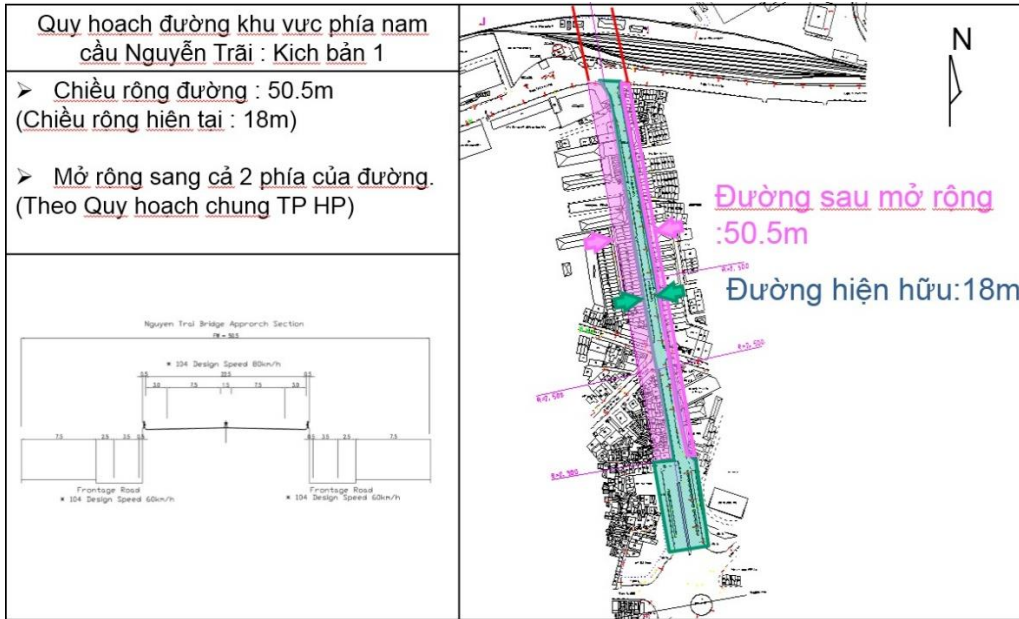
<p>Đoàn nghiên cứu JICA</p>	<p>Quy hoạch tổng thể Tp. Hải Phòng</p>
<p>Đường gom xuống : $R=60, i=6\%$ Đường gom lên : $R=70, 90, i=4\%$</p>	<p>Đường gom xuống : $R=60, i=6\%$ Đường gom lên : $R=60, i=6\%$</p>

Hình 6.1-6 Nút giao phía Nam cầu Vũ Yên: So sánh với Quy hoạch tổng thể

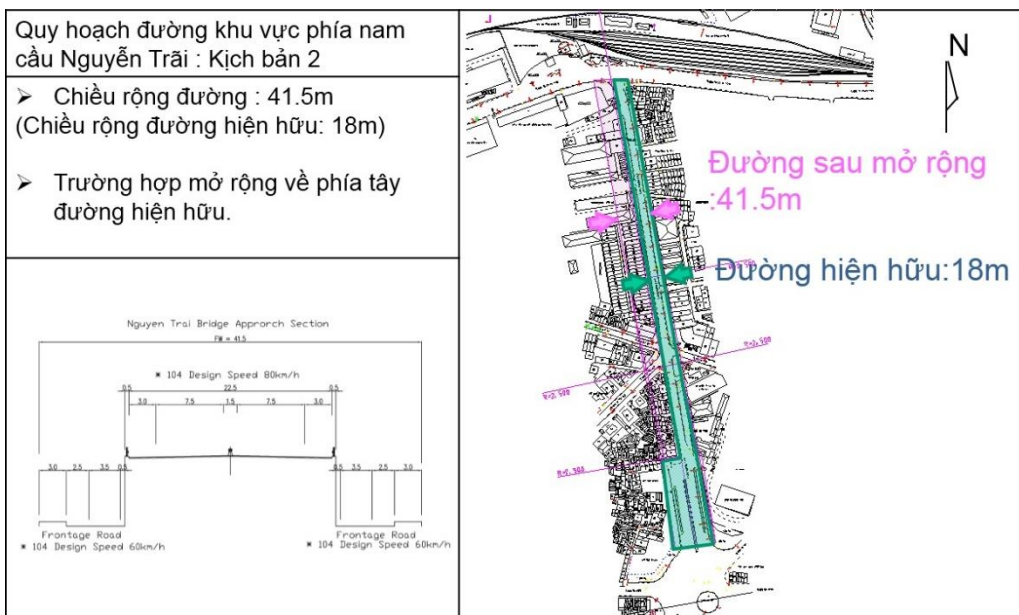
6.1.3 Thiết kế đường Nguyễn Trãi

(1) Mở rộng đường Nguyễn Trãi

2 Kế hoạch mở rộng đường Nguyễn Trãi được thể hiện trong Hình 6.1-7 và Hình 6.1-8. Qua thảo luận với UBND Tp Hải Phòng, kế hoạch mở rộng về phía Tây đã được chấp thuận với ảnh hưởng ít nhất đến khu vực xung quanh ví dụ như các tòa nhà.



Hình 6.1-7 Kế hoạch mở rộng đường Nguyễn Trãi về 2 phía (W=50.5m)

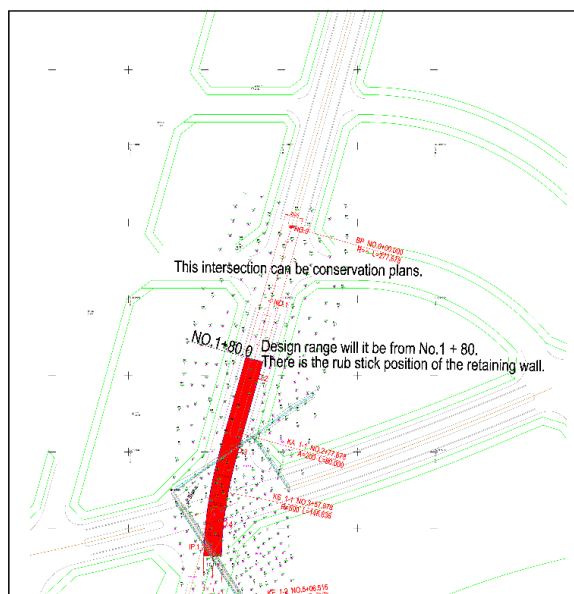


Hình 6.1-8 Kế hoạch mở rộng đường Nguyễn Trãi về hướng Tây (W=41.5m)

(2) Thiết kế bờ Bắc cầu Nguyễn Trãi

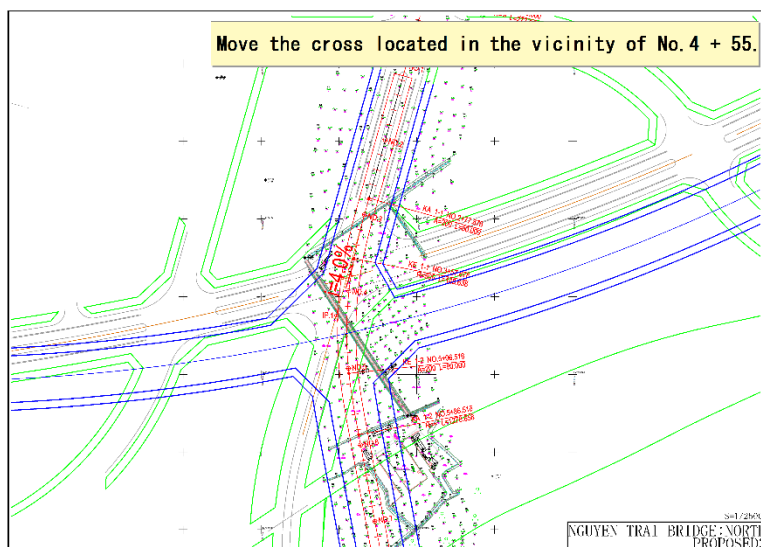
- Điểm bắt đầu của tuyến này từ đềm No.1+80.0 ở bờ Bắc cầu Nguyễn Trãi.
- Có thể thiết kế đường trong quy hoạch của VSIP mà không gây ảnh hưởng đến sự thay đổi quy hoạch nút giao hiện hữu.

Mặt bằng điểm bắt đầu của bờ Bắc cầu Nguyễn Trãi được thể hiện trong Hình 6.1-9.



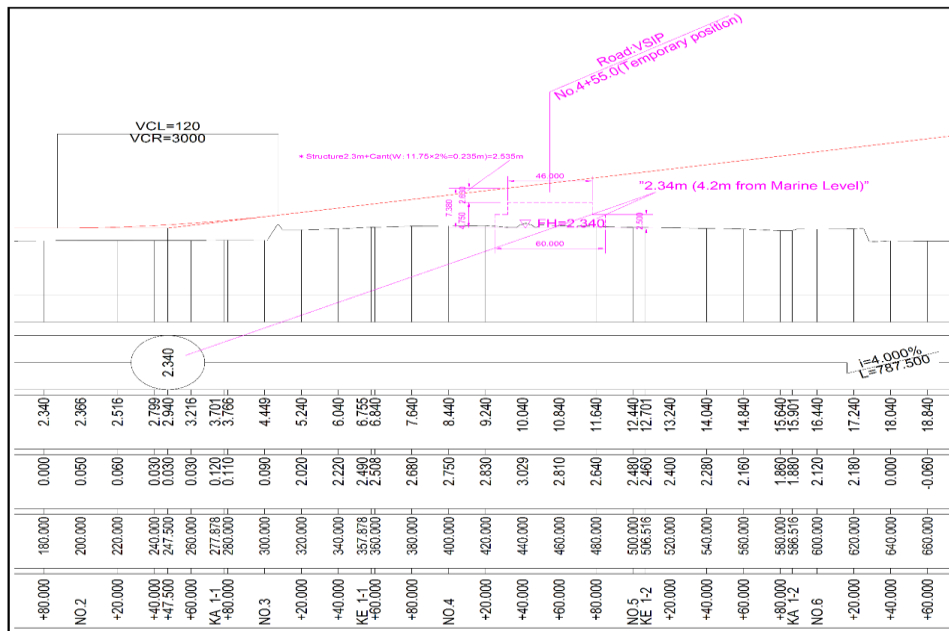
Hình 6.1-9 Mặt bằng điểm bắt đầu ở bờ Bắc cầu Nguyễn Trãi

- Vị trí giao cắt với đường Đông Tây ở phía Nam KCN VSIP được di dời đến khu vực điểm No4+55 để đảm bảo giới hạn tĩnh không dưới cầu Nguyễn Trãi.



Hình 6.1-10 Kế hoạch di dời đường Đông – Tây của KCN VSIP

Trắc dọc tuyến ở bờ Bắc Nguyễn Trãi được thể hiện trong Hình 6.1-11.



Hình 6.1-11 Trắc dọc bờ Bắc cầu Nguyễn Trãi

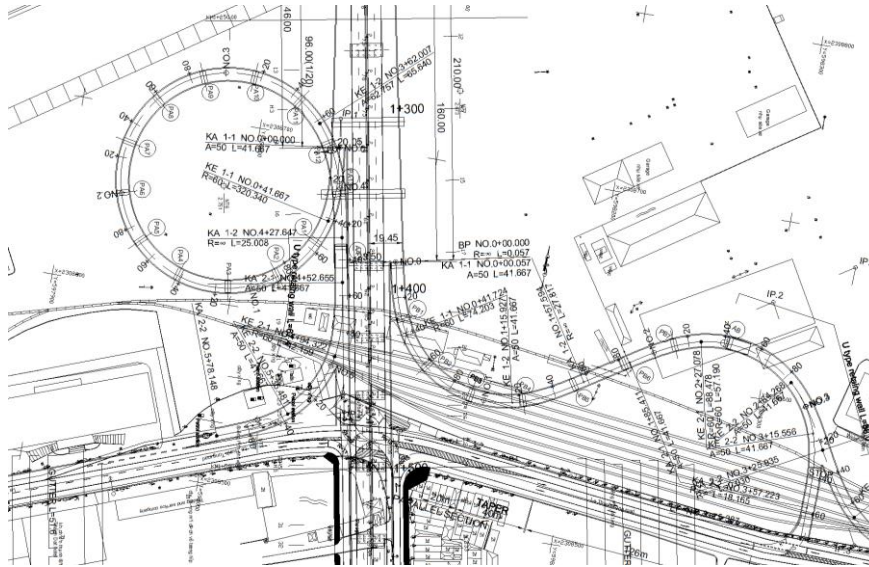
(3) Thiết kế nút giao phía Nam cầu Nguyễn Trãi

2) Nghiên cứu hướng tuyến cầu nhánh

Ở phía Nam cầu Nguyễn Trãi, đường gom lên và xuống sẽ được thiết kế để kết nối với đường Lê Thánh Tông. Qua tính toán lưu lượng giao thông và thảo luận với các cơ quan liên quan, hệ thống tách/nhập, chứ không đơn thuần là nút giao đồng mức, đã được chấp nhận thiết kế dòng nhập từ phía Đông và dòng tách đến phía Tây.

Trong thiết kế ban đầu, theo điều kiện tiên quyết là đường sắt sẽ được di dời dựa trên quy hoạch chung, hướng tuyến sẽ kết nối với phía đường Lê Thánh Tông tại vị trí gần tuyến chính được thiết kế như trong Hình 6.1-12.

Tuy nhiên, vào tháng 08 năm 2016 sau khi trình bày báo cáo tiền-cuối kỳ, vì điều kiện tiên quyết thay đổi, hệ thống đường sắt sẽ không được di dời trong tương lai, kể cả khi cảng Hoàng Diệu được di dời. Vì thế, hướng tuyến cầu nhánh được chỉnh sửa lại tránh hệ thống đường sắt như trong Hình 6.1-14 theo điều kiện không vi phạm khu vực ga đường sắt và tuyến đường sắt chính.



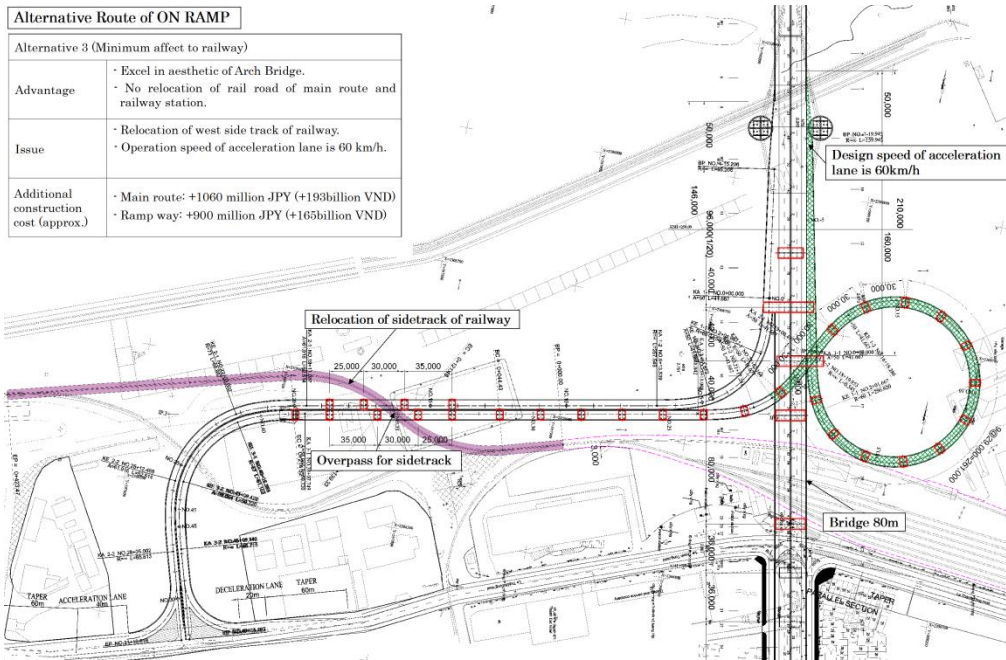
Hình 6.1-12 Nút giao phía Nam cầu Nguyễn Trãi, thiết kế ban đầu

Hướng tuyến sửa đổi được quyết định như phương án trong Hình 6.1-13, từ các quan điểm sau:

- Phần cầu nhánh vòng tròn theo hướng lên không vi phạm vào khu vực ga đường sắt (được yêu cầu bởi Tổng Công ty Đường sắt Việt Nam).
- Tốc độ thiết kế của làn gia tốc sẽ được thiết kế là 60 km/h như vận tốc vận hành. Vì thế sẽ không phải mở rộng bản mặt cầu ở phần nhịp vòm chính.
- Phần đường sắt ở phía Tây của tuyến chính sẽ được cải tuyến và giao cắt khác mức với phần cầu nhánh.



Hình 6.1-13 Nút giao phía Nam cầu Nguyễn Trãi, các phương án sửa đổi



Hình 6.1-14 Nút giao phía Nam cầu Nguyễn Trãi, Phương án cuối cùng

6.1.4 Thiết kế áo đường

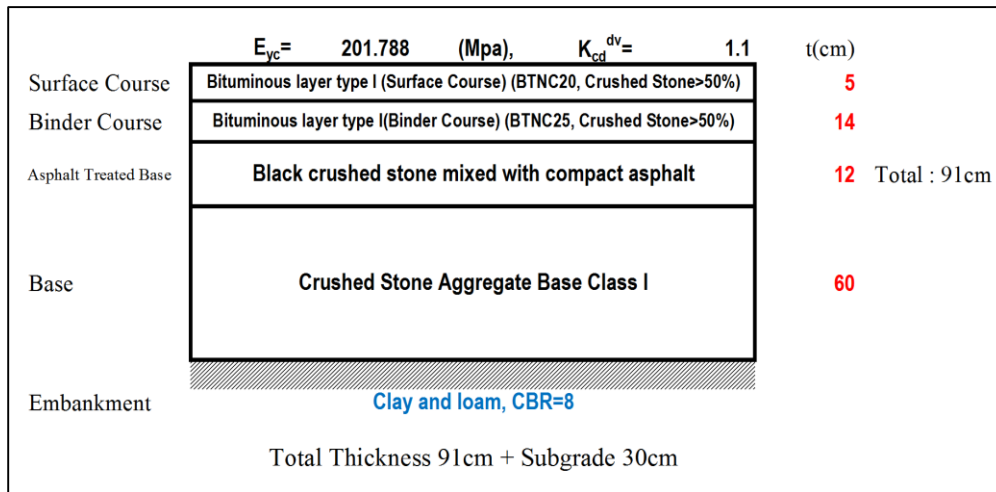
Bảng giá trị CBR giả định của vật liệu đắp và lưu lượng giao thông trong tương lai, độ dày lớp áo đường sẽ được chọn như dưới đây.

- Đường Vành đai 3: Giá trị CBR giả định = 6, độ dày tổng thể là 90cm

	$E_{vc} = 188.413333$ (Mpa), $K_{cd}^{dr} = 1.1$	t(cm)
Lớp mặt	Lớp bitum loại 1 (lớp mặt) (BTNC20, đá nghiền>50%)	6
Lớp dính kết	Lớp bitum loại 1 (lớp kết dính) (BTNC25, đá nghiền>50%)	7
Lớp xử lý BTAP	Đá đen nghiền trộn cùng á tphan đầm chặt	10
Móng	Móng cốt liệu đá nghiền cấp 1	67
Nền đắp	Đất sét và sét pha, CBR=6	
Tổng chiều dài 90cm + lớp móng 30cm		Tổng 90cm

Hình 6.1-15 Độ dày áo đường Vành đai 3

- Đường Nguyễn Trãi: Giá trị CBR giả định = 8, tổng độ dày 91cm



Hình 6.1-16 Độ dày áo đường Nguyễn Trãi

6.1.5 Thiết kế kết cấu

Kết cấu đường, tường chắn và công sẽ được thi công trên tuyến.

- Tường chắn hình chữ L sẽ được thiết kế cho phần cầu dẫn. Bản đáy tường chắn sẽ được chôn ở vị trí 0.5m dưới mặt đất móng thi công. Với kết quả khảo sát địa chất, chiều dài cọc sẽ được xác định bằng phần chôn xuống ở lớp chịu lực với chiều sâu là 1m.
- Tường chắn hình chữ U sẽ được thiết kế cho phần đường gom của cầu dầm. Phần đáy tường chắn và chiều dài cọc sẽ được chôn theo cách giống như tường chắn hình chữ L.

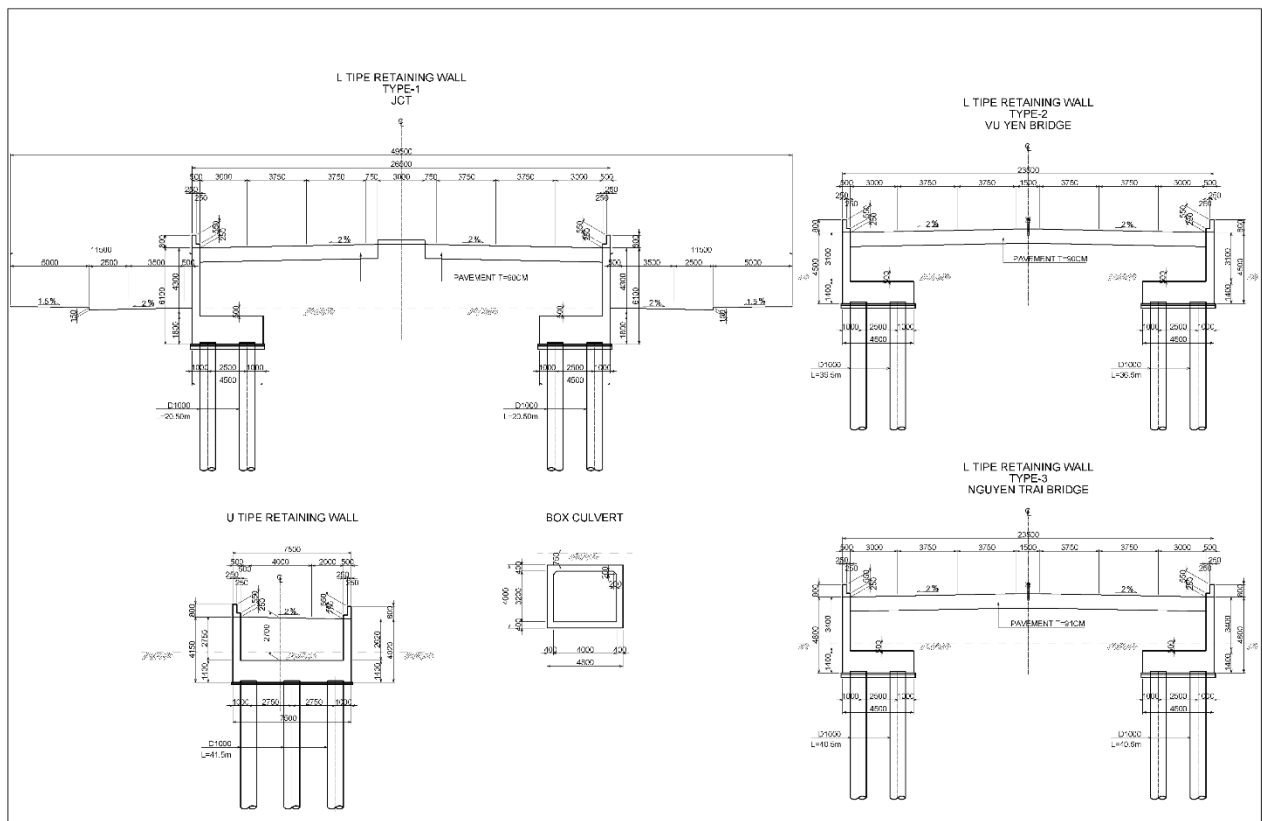
Danh mục của tường chắn được thể hiện trong Bảng 6.1-5.

Bảng 6.1-5 Danh mục phần tường chắn

	Hạng mục	Loại	Bề rộng m	Đoạn			Chiều dài		Vị trí	Tổng chiều dài	
							1 m	2 đầu		L m	
1	Mô A1 nút giao số 1	Tường chắn hình chữ L	26.5	No.2+30	-	No.3+10.35	80.35	2 đầu		80.35	
2	Mô A2 nút giao số 1	Tường chắn hình chữ L	26.5	No.6+69.65	-	No.7+35	65.65	2 đầu		131.3	
3	Mô A1 nút giao số 2	Tường chắn hình chữ L	26.5	No.52+00	-	No.53+60.35	160.35	2 đầu		320.7	
4	Mô A2 nút giao số 2	Tường chắn hình chữ L	26.5	No.56+39.65	-	No.58+00	160.35	2 đầu		320.7	
5	Mô A1 nút giao số 3	Tường chắn hình chữ L	26.5	No.94+00	-	No.95+40.35	140.35	2 đầu		280.7	
6	Mô A1 nút giao số 3	Tường chắn hình chữ L	26.5	No.98+59.65	-	No.100+00	140.35	2 đầu		280.7	
7	Mô A1 cầu Ruột Lợn	thi công nền đắp	26.5								
8	Mô A2 cầu Ruột Lợn	thi công nền đắp	26.5								
9	Mô A1 cầu Vũ Yên (VY)	thi công nền đắp	23.5								
10	Mô A2 cầu Vũ Yên (VY)	Tường chắn hình chữ L	23.5	No.175+3.65	-	No.177+10	206.35	2 đầu		412.7	
11	Mô A1 cầu Nguyễn Trãi	Tường chắn hình chữ L	23.5	No.1+80	-	No.3+35.35	155.35	2 đầu		310.7	
12	Mô A2 cầu Nguyễn Trãi	Tường chắn hình chữ L	23.5	No.17+36.65	-	No.18+60	123.35	2 đầu		246.7	
13	Cầu dẫn A nút giao Nam VY	Tường chắn chữ U	7.5-8.0	No.2+34.394	-	No.3+30	95.61	-		95.6	
14	Cầu dẫn B nút giao Nam VY	Tường chắn chữ U	7.5-8.0	No.2+94.830	-	No.3+61.972	67.14	-		67.1	
15	Cầu dẫn C nút giao Nam VY	Tường chắn chữ U	7.5-8.0	No.4+94.000	-	No.6+15	121.00	-		121.0	
16	Cầu dẫn D nút giao Nam VY	Tường chắn chữ U	7.5-8.0	No.2+93.294	-	No.4+10	116.71	-		116.7	
17	Cầu dẫn nút giao Nam Nguyễn Trãi	Tường chắn chữ U	7.5-8.0	No.4+32.625	-	No.5+0	67.38	-		67.4	
18	Cầu dẫn nút giao Nam Nguyễn Trãi	Tường chắn chữ U	7.5-8.0	No.2+42	-	No.3+30	88.00	-		88.0	

	Chiều cao lớn nhất	Chiều cao nhỏ nhất	Chiều cao trung bình	Cọc			Số lượng R*L/C each
	Chôn sâu=0.5m			Độ sâu cọc TB	Hàng cọc	Cột cọc	
	m	m	m	m	R each	C m	
1	4.9	3.6	4.3	0.0	2	2.5	105
2	5.9	4.5			2	2.5	257
3	5.6	1.6			2	2.5	257
4	5.2	0.5			2	2.5	225
5	6.2	2.7			2	2.5	225
6	8.7	3.2			2	2.5	225
7							
8							
9							
10	5.6	0.5	3.1	0.0	2	5.0	165
11	5.3	2.3	3.4	0.0	2	5.0	124
12	5.2	0.5			2	5.0	99
13	5.5	0.5	2.7	0.0	3	5.0	57
14	4.2	0.5			3	5.0	40
15	4.8	0.5			3	5.0	73
16	5.4	0.5			3	5.0	70
17	5.6	0.5			3	5.0	40
18	4.2	0.5			3	5.0	53

Bản vẽ thiết kế kết cấu tổng thể của tường chắn được thể hiện trong Hình 6.1-17.



Hình 6.1-17 Bản vẽ kết cấu tổng thể của tường chắn

Có tính đến tiện nghi lưu thông cho xe ô tô, xe máy và người đi bộ, công sẽ có chiều cao 3.2m và rộng 4m.

Vị trí của công được thể hiện trong Bảng 6.1-6.

Bảng 6.1-6 Công dự kiến

	Vị trí	B - H - L		
		m		
1	No.81+00	4.0	3.2	26.5
2	No.122+75	4.0	3.2	26.5

6.1.6 Xử lý đất yếu

(1) Phân tích những đoạn đại diện

Những đoạn đại diện được phân tích và lựa chọn dựa trên chiều cao của nền đắp và kết quả phân tích địa chất.

Bảng 6.1-7 Các đoạn đường phân tích

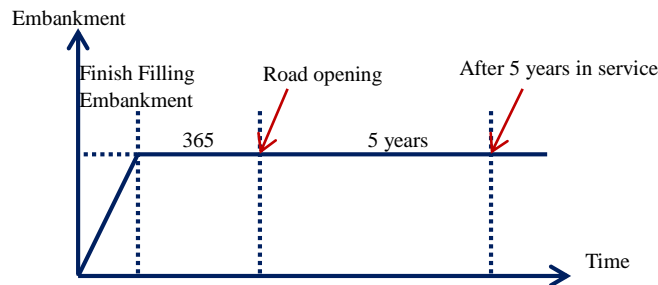
Đoạn	Vị trí	Chiều cao nền đắp (m)	Lỗ khoan	Lưu ý
1	No 54 + 0.000	7.50	BH RR 04	
2	No 19 + 0.000	2.00	BH RR 02	Không có mẫu không phá hoại
3	Vu Yen Bridge No 135+0.000	4.5	BH VY 06	

(2) Tiêu chí thiết kế

Sự điều chỉnh phân tích tuân theo tiêu chuẩn Việt Nam: “22TCN – 262 –Thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu”. Giả sử thời gian thông xe của Dự án là 365 ngày sau khi hoàn thành công tác đất, độ lún dư ở tim đường khi thông xe như sau:

Bảng 6.1-8 Độ lún dư ở tim đường

Loại đường	Vị trí gần móng	Vị trí gần hệ thống thoát nước	Nền đắp thường
Đường cao tốc (V>80 m/h)	≤ 10 cm	≤ 20 cm	≤ 30 cm
Đường bộ (V>60 km/h)	≤ 20 cm	≤ 30 cm	≤ 40 cm



Hình 6.1-18 Độ lún dư tại tim đường

(3) Kết quả đầu ra

Kết quả phân tích được thể hiện trong bảng 6.1-9 bao gồm:

- Ổn định mái dốc (Bishop) Min FS
- Độ lún dư (không dùng PVD)
- Độ lún dư (dùng PVD)

Bảng 6.1-9 Phân tích kết quả

Chiều cao nền đắp (m)	Tốc độ thi công (m/ngày)	Thời gian thi công nền đắp (ngày)	Số lượng lớp vải địa kỹ thuật	Ôn định mái dốc Min FS	Thời gian hoàn thành	Tổng lún (m)	Độ lún dư cho phép (cm)	Không có PVD	
					Thông xe			Lún dư khi thông xe (cm)	Điều chỉnh
Đoạn 1									
7.50	0.05	150	0	2.296	515	66.94	20.00	45.985	NG
Đoạn 2									
2.00	0.05	40	0	2.083	405	33.54	30.00	24.492	OK
Đoạn 3									
4.50	0.05	90	0	1.872	455	103.51	30.00	59.45	NG

Chiều cao nền đắp (m)	Không có PVD						Ghi chú
	Chiều dài PVD (m)	Dạng	Độ nghiêng (m)	Thời gian thi công (ngày)	Độ lún dư (m)	Độ cố kết %	
Đoạn 1							
7.50	9.00	Hình vuông	1.50	525	8.38	87.50	Tại tim đường
Đoạn 2							
2.00	-	-	-	-	-	-	Tại tim đường
Đoạn 3							
4.50	5.00	Hình vuông	1.50	525.00	14.23	86.25	Tại tim đường

(4) Kết luận

Trong trường hợp chiều cao nền đắp lớn hơn 5m, việc áp dụng các biện pháp xử lý đất yếu là điều bắt buộc vì độ lún dư ở tim đường nếu không tiến hành các biện pháp tăng cường là lớn hơn 10 cm. Biện pháp khuyến cáo được sử dụng là bắc thấm thẳng đứng (PVD) với chiều dài từ 9 – 10m tùy thuộc vào vị trí và trạng thái của đất yếu (từ yếu đến rất yếu). Số lượng PVD cần lắp đặt đối với mỗi đoạn cho một mặt cắt ngang được thể hiện trong Bảng 6.1-10.

Bảng 6.1-10 Số lượng PVD đối với mỗi đoạn

Đoạn	Hình dạng	Khoảng cách (m)	Chiều dài (m)
Đoạn 1	Hình vuông	1.5 x 1.5	10.0 (9.0)
Đoạn 3 (Cầu Vũ Yên)	Hình vuông	1.5 x 1.5	5.0

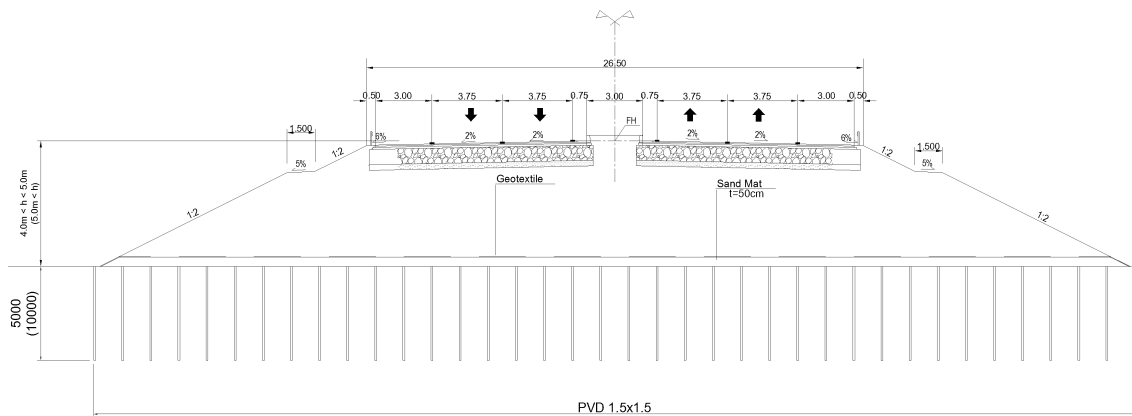
Đối với nền đắp bình thường (cao trung bình 2m), độ lún dư thấp hơn 30 cm, các biện pháp xử lý đất yếu không cần thiết phải áp dụng.

Ở giai đoạn Thiết kế chi tiết, biện pháp xử lý đất yếu cần phải được đánh giá lại căn cứ theo các dữ liệu đầy đủ về khảo sát địa chất.

(5) Chi tiết xử lý đất yếu (PVD)

Bảng 6.1-11 Chi tiết xử lý đất yếu

	Main Location	Area		Length	PVD Pitch	PVD Depth	Height
1	Box1	No 80+17.000	No 81+50.000	133.000 m	1.5m x 1.5m	5m	4m<h<5m
2	Box2	No 111+34.000	No 114+00.000	266.000 m	1.5m x 1.5m	5m	4m<h<5m
3	Ruot Lon Br	No 124+75.000	No 125+15.000	40.000 m	1.5m x 1.5m	5m	4m<h<5m
		No 125+15.000	No 125+80.350	65.350 m	1.5m x 1.5m	10m	5m<h
		No 131+59.650	No 132+06.660	47.010 m	1.5m x 1.5m	10m	5m<h
		No 132+06.660	No 132+55.000	48.340 m	1.5m x 1.5m	5m	4m<h<5m
4	Vu Yen Island	No 132+55.000	No 143+56.500	1,101.500 m	1.5m x 1.5m	5m	4m<h<5m



Hình 6.1-19 Mặt cắt ngang điển hình xử lý đất yếu

6.2 Thiết kế cầu

6.2.1 Tổng quan phần cầu

Chiều dài cầu và cầu vượt, vị trí và loại cầu của mỗi gói thầu được thể hiện trong bảng sau.

Bảng 6.2-1 Danh sách cầu trên tuyến chính cầu Nguyễn Trãi

	Tên cầu	Lý trình	L (m)	Sơ đồ nhịp	Loại kết cấu
1	Cầu dẫn phía Bắc	Từ KM0+332.35 Đến KM0+800.00	467.65	39.65+3@40+2@34+6@40	Dầm Super T
2	Cầu Nguyễn Trãi	Từ KM0+800.00 Đến KM1+264.00	464.00	92+280+92	Cầu vòm
3	Cầu dẫn phía Nam	Từ KM1+264 Đến KM1+735.65	471.65	3@40+80+2@36+4@40+3 9.65	Dầm Super T

Bảng 6.2-2 Danh sách cầu trên đường gom bờ Nam cầu Nguyễn Trãi

Đường gom	Loại cầu	Sơ đồ nhịp	Bề rộng (m)	Kết cấu kết nối với tuyến chính	Bán kính đường cong nằm
A	Bản rộng	32.755+6@30+35+30+2 5+2@30=422.755m	7	Làn giảm tốc	R=60
B	Bản rộng	10@29+2@30+30.322+9 @30+25+30+35+30+28. 889=799.221m	7	Làn gia tốc	R=60

Bảng 6.2-3 Danh sách cầu trên tuyến chính của Đường Vành Đai 3

	Tên cầu	Lý trình	L (m)	Sơ đồ nhịp	Loại kết cấu
1	Cầu vượt nút giao số 1	Từ KM0+310.35 Đến KM0+669.65	359.30	39.65+7@40+39.65	Dầm Super T
2	Cầu vượt nút giao số 2	Từ KM5+360.35 Đến KM5+639.65	279.30	39.65+5@40+39.65	Dầm Super T
3	Cầu vượt nút giao số 3	Từ KM9+540.35 Đến KM9+859.65	319.30	39.65+6@40+39.65	Dầm Super T
4	Cầu Ruột Lợn	Từ KM12+580.35 Đến KM13+159.65	579.30	39.65+4@40+50+80+50+4@40+39.65	Dầm hộp Dầm Super T
5	Cầu dẫn phía Bắc	Từ KM14+356.35 Đến KM15+556.00	1199.65	39.65+29@40	Dầm Super T
6	Cầu Vũ Yên	Từ KM15+556.00 Đến KM16+284.00	728.00	40+154+340+154+40	Cầu dây văng
7	Cầu dẫn phía Nam	Từ KM16+284.00 Đến KM17+503.35	1219.65	13@40+4@35+13@40+39.65	Dầm Super T

Bảng 6.2-4 Danh sách cầu trên đường gom phía Nam cầu Vũ Yên

Đường gom	Loại cầu	Sơ đồ nhịp	Bề rộng (m)	Kết cấu kết nối với tuyến chính	Bán kính đường cong nằm
A	Bản rộng	7@30=210m	7	Gia tốc	R=60
B	Bản rộng	9@30=270m	7	Gia tốc	R=60
C	Bản rộng	15@30=450m	7	Giảm tốc	R=90
D	Bản rộng	9@30=270m	7	Giảm tốc	R=70

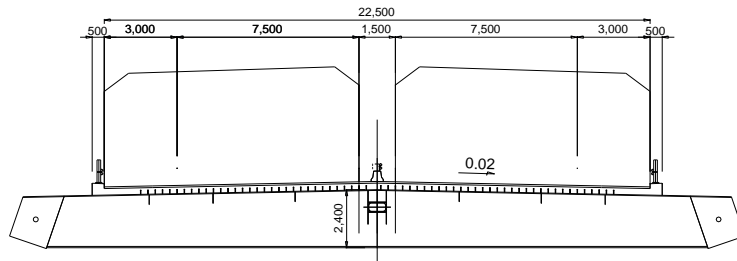
6.2.2 Điều kiện thiết kế

(1) Thông tin chung

Thông tin chung cầu Nguyễn Trãi và cầu Vũ Yên và mặt cắt ngang được thể hiện trong Bảng 6.2-5 và Hình 6.2-1.

Bảng 6.2-5 Thông tin chung cầu Nguyễn Trãi

	Nguyen Trai Bridge	Vu Yen Bridge
Tiêu chuẩn thiết kế đường	TCXDVN 104-2007 (Đường đô thị - yêu cầu thiết kế)	TCXDVN 4054-2005 (Đường ô tô - Yêu cầu thiết kế)
Tốc độ thiết kế	V=80km/h	V=80km/h, Đường tỉnh cấp III
Số làn	4 làn, mỗi làn rộng 3.75m	4 làn, mỗi làn rộng 3.75m
Độ dốc dọc	4% (thiết kế cho khu vực đô thị)	4% (Thiết kế cho khu vực đô thị)
Sơ đồ nhịp	L=92+280+92m=464m	L=40+159+340+159+40m=738m



Hình 6.2-1 Bề rộng cầu Nguyễn Trãi

Nguồn: Đoàn nghiên cứu

(2) Tiêu chuẩn thiết kế cầu

Tiêu chuẩn Việt Nam, TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ CẦU 22TCN-272-05, sẽ được áp dụng cho thiết kế cầu.

Hệ số tải trọng và tổ hợp tải trọng cần phải thỏa mãn tiêu chuẩn Việt Nam (22 TCN-272-05), AASHTO LRFD, và khuyến cáo của PTI về cầu dây văng.

Khi kiểm tra các giá trị, công thức và các tham số sau sẽ được sử dụng:

$$\sum \eta_i r_i Q_i \leq \varphi R_n = R_r$$

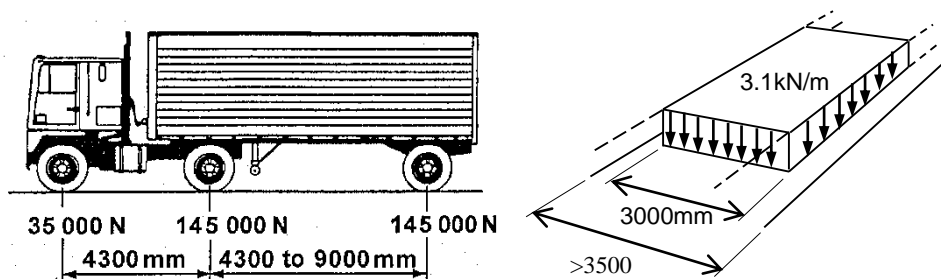
Trong đó;

φ : Hệ số sức kháng = 0.9 (để kiểm toán cấp và dầm)

$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I$: Hệ số điều chỉnh tải trọng = 1.0 (để kiểm toán cấp và dầm)

(3) Hoạt tải

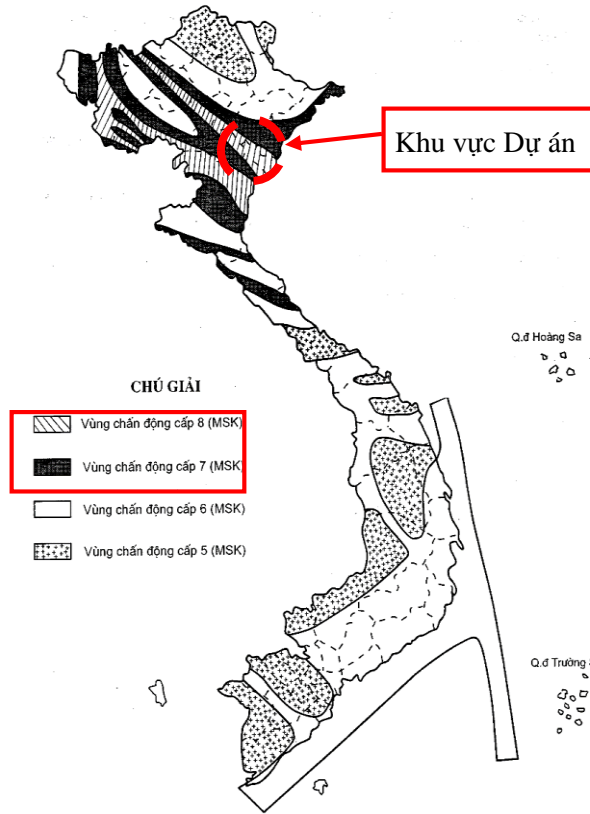
Cầu có 3 làn xe theo mỗi hướng. Vì những cầu này có nhiều hơn 3 làn nên hệ số làn được chọn là 0.65.



Hình 6.2-2 Xe tải thiết kế và tải trọng làn

(4) Tải trọng động đất

Tiêu chuẩn Việt Nam (22TCN-272-05) được áp dụng cho thiết kế động đất của kết cấu. Dựa vào hệ số động đất ngang, khu vực dự án được phân loại theo Vùng Động đất 2, như trong Hình 6.2-3. Phương pháp thiết kế hệ số tải trọng được sử dụng cho hệ số liên quan đến vận tốc sóng đàn hồi của mặt đất và đặc tính tắt dần của mỗi kết cấu.



Hình 6.2-3 Bản đồ phân bố động đất

Nguồn: Tiêu chuẩn Việt Nam – TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ CẦU 22 TCN-272-05

Hệ số gia tốc được thể hiện trong Bảng 6.2-6, và vùng động đất “2” thỏa mãn với Điều 3.10.4 của 22 TCN-272-05. Vì trắc dọc địa chất trong khu vực là cấp “IV”, hệ số thuộc tính địa chất được lấy là “2.0” phù hợp với Điều 3.10.5.1 của 22TCN-272-05.

Bảng 6.2-6 Hệ số gia tốc (TCXDVN 375 2006)

Tên cầu	Quận	Thời kỳ quay vòng gia tốc 475 năm
Cầu Nguyễn Trãi	Quận Ngô Quyền	A=0.1276
Cầu Vũ Yên	Quận Hải An	A=0.1291

Bảng 6.2-7 Hệ số thuộc tính địa chất

Hệ số thuộc tính địa chất	Loại thuộc tính địa chất			
	I	II	III	IV
S	1.0	1.2	1.5	2.0

A=0.1276 (Cầu Nguyễn Trãi)

Hệ số gia tốc: A=0.1276 x 2.0= 0.2552

$$C_{sm} = \frac{1.2AS}{T_m^{2/3}} \leq 2.5A \quad (T \leq 4.0)$$

$$= \frac{3AS}{T_m^{4/3}} \quad (T \geq 4.0)$$

Trong đó;

T_m = Giai đoạn của hình thức rung động m th theo đơn vị s.

(5) Tải trọng gió

1) Tải trọng gió thiết kế

a. Tốc độ gió lớn nhất ghi lại được từ số liệu quan trắc và đưa ra trong Chương 3 là 47.2m/s (Tốc độ gió trung bình trong 2 phút, chiều cao từ mặt đất là H=12m, cao độ mặt đất là 115m). Đối với thiết kế, tốc độ gió được chuyển đổi có tính đến độ cao và môi trường của khu vực Dự án. Số liệu quan trắc và đánh giá tốc độ gió thiết kế được đưa ra trong Phụ lục A3-2. Công thức sau đây được sử dụng trong thiết kế tải trọng gió cho cầu Nguyễn Trãi và cầu Vũ Yên.

$$p = 0.5\rho(V_d)^2 C_d G$$

Trong đó:

p = áp lực gió

ρ = khối lượng mật độ không khí = 0.125 [kg s²/m⁴]

C_d = hệ số kéo

G = hệ số giật

V_d = tốc độ gió thiết kế 37.9 [m/s]

2) Hệ số giật và hệ số kéo

Hệ số giật G được định nghĩa là tỷ lệ giữa gió giật mạnh nhất và tốc độ gió trung bình, và hệ số giật đối với mỗi loại kết cấu sử dụng giá trị mặc định của tiêu chuẩn Nhật Bản. Hệ số giật và hệ số kéo sẽ được xác định bằng việc phân tích gió giật và thí nghiệm hầm gió ở giai đoạn thiết kế kỹ thuật.

Hệ số kéo giả định được thể hiện trong bản vẽ.

(6) Tải trọng nhiệt độ (TU, TG)

1) Dải nhiệt độ

Dải nhiệt độ (Điều 3.12.2 of 22TCN-272-05) của mỗi loại vật liệu được thể hiện trong bảng sau. Nhiệt độ cơ bản (Thời điểm lắp đặt) là 23.2 độ*.

*Nhiệt độ trung bình lấy theo Niên giám thống kê Hải Phòng 2012.

Bảng 6.2-8 Nhiệt độ môi trường xung quanh của thép và bê tông

Bê tông	Bản bê tông trên dầm thép	Bản thép trên dầm thép
+5°C đến 47 °C (-18.2, +23.8 °C)	+1 °C đến 55 °C. (-22.2, +31.8 °C)	-3 °C đến 63 °C (-26.2, +39.8 °C)

(7) Tính không thông thuyền cầu Nguyễn Trãi và cầu Vũ Yên

1) Tàu thuyền trên sông Cấm

Theo thông báo số 63/TB-UBND phát hành bởi UBND Tp. Hải Phòng ngày 10/03/2015, tính không thông thuyền của cầu Nguyễn Trãi được chọn ở mức 25m. Cảng Hoàng Diệu ở vị trí thượng lưu của cầu sẽ di dời đến vị trí hạ lưu trên sông Cấm trước khi thi công cầu Nguyễn Trãi. Vì thế cầu Nguyễn Trãi sẽ lựa chọn tính không thông thuyền là 25m.

Dựa trên thống kê tàu thuyền neo đậu trên sông Cấm, tàu lớn nhất đã từng đi qua là tàu chở hàng 47,377 cặp bến cảng Hải Phòng (Hoàng Diệu). Mặc dù cảng có kế hoạch di dời trong tương lai, vẫn có 1 bến cảng lớn gần cầu Vũ Yên nhưng vẫn chưa rõ ràng việc bến cảng này sẽ di dời vào thời điểm khởi công xây dựng cầu. Theo lộ trình, tàu 48,000 DWT vẫn sẽ lưu thông được qua cầu.

Trong Bảng 6.2-11, tàu lớn nhất neo đậu ở phía thượng lưu cảng Hoàng Diệu, khu vực cầu Nguyễn Trãi sẽ được xây dựng có trọng tải 6,920 DWT.

Giới hạn vận tốc hiện tại 8 nautical dặm/h (14.816 km/h) của tàu thuyền lưu thông trên sông Cấm sẽ được sử dụng trong thiết kế.

Bảng 6.2-9 Những tàu lớn nhất trên sông Cấm năm 2014

STT	Tên tàu	LOA	Mớn nước	GT	DWT	Ngày	Bến
1	Tai Shun Hai	189.9m	7.2m	27,598	47,378	29/7/2014	Cảng HP
2	Tai Hua Hai	189.9m	6.7m	27,598	47,377	26/2/2014	Cảng HP
3	Emerald	185.7m	6.9m	26,028	45,588	7/10/2014	Cảng HP

* Theo thống kê của Cảng vụ Hàng Hải Hải Phòng

Bảng 6.2-10 Thống kê số lượng tàu thuyền ở Hạ Lưu Cảng Hoàng Diệu

Năm	Tải trọng tàu ≤ 5,000 DWT (Chiều cao tính không 12 - 25m)		Tải trọng tàu 5,000 DWT - 7,000 DWT (Chiều cao tính không 25 - 30m)		Tải trọng tàu 7,000 DWT - 15,000 DWT (Chiều cao tính không 30 - 45m)		Tải trọng tàu 15,000 DWT - 40,000 DWT (Chiều cao tính không 45 - 75m)	
	Tổng tàu	Tổng khối lượng (triệu tấn)	Tổng tàu	Tổng khối lượng (triệu tấn)	Tổng tàu	Tổng khối lượng (triệu tấn)	Tổng tàu	Tổng khối lượng (triệu tấn)
2010	544	1.7	232	1.4	459	3.9	48	1.2
2011	467	1.4	205	1.3	465	4.0	64	1.5
2012	370	1.2	149	1.0	415	3.7	58	1.4
2013	267	0.9	109	0.7	351	3.2	62	1.7
2014	250	0.8	95	0.7	256	2.5	64	1.8
-03/2015	55	0.2	30	0.2	80	0.8	18	0.5

* Theo thống kê của Cảng vụ Hàng Hải Hải Phòng

Bảng 6.2-11 Thống kê tàu thượng lưu cảng Hoàng Diệu

Năm	Tên tàu	DWT	Số lượng/năm	Cảng
2014	(-5,000DWT)	4,000-5,000	38	Nam Ninh, Vật Cách, Quỳnh Cự
	Việt Thắng 36	5,050	14	Nam Ninh, Vật Cách
	Thái Bình 88	5,200		
	Phú An 36	5,200		
	Phương Nam 68	5,299		
	Nashico 08	5,374		
	Quang Minh 126	5,386		
	Royal 88	5,604		
2015-Mar	(-5,000DWT)	4,000-5,000	20	Nam Ninh, Vật Cách, Mipec, Tiến Mạnh
	Phương Nam 68	5,299	10	Nam Ninh, Vật Cách
	Victoria 01	5,200		
	Đại Tây Dương 36	5,164		
	Đại Tây Dương 25	5,173		
	Trường Minh Glory	6,920		

* Theo thống kê của Cảng vụ Hàng Hải Hải Phòng

2) Cao độ thiết kế cầu và tải trọng tàu thiết kế

Cầu Nguyễn Trãi

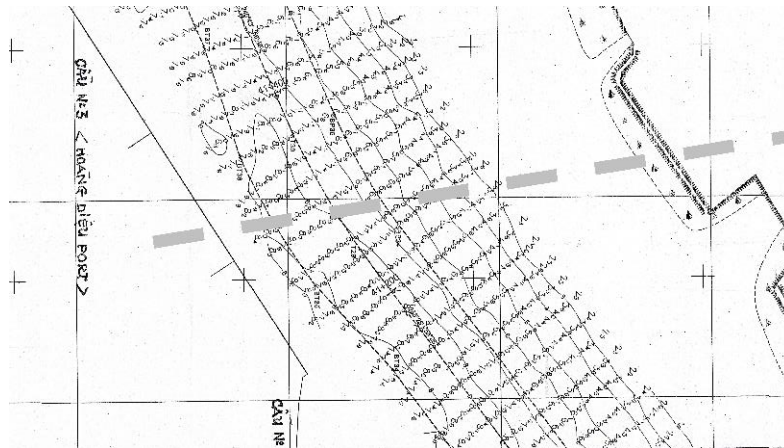
a. Chiều cao tĩnh không

Dựa trên thông báo số 63/TB-UBND của UBND Tp. Hải Phòng thông báo kết luận của Chủ tịch UBND Tp. Hải Phòng trong cuộc họp với Đoàn nghiên cứu JICA về Cầu Nguyễn Trãi và Cầu Vũ Yên, Cầu Nguyễn Trãi sẽ có chiều cao tĩnh không 25m tính từ mực nước H5%, E+2.37m.

b. Bề rộng tĩnh không

Bề rộng tĩnh không sẽ thống nhất với bản vẽ vị trí luồng cung cấp bởi Cảng vụ Hàng hải Hải Phòng về tuyến luồng Hải Phòng số HP_122013_05_06, đoạn từ Km33+000 đến Km42+000. (xem Hình 6.2-4)

Bề rộng tĩnh không sẽ đảm bảo khoảng cách an toàn 30m từ luồng hàng hải theo Nghị định số 109/2014/ND-CP, điểm d Khoản 3 Điều 5 Chương II ngày 20/11/2014 của Chính Phủ Việt Nam.

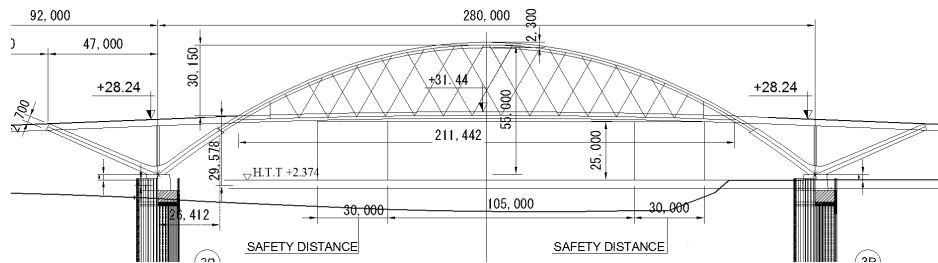


Hình 6.2-4 Tính không thông thuyền

Theo Cảng vụ Hàng hải Hải Phòng

c. Phương án kết cấu

Căn cứ theo thư số 1126/SGTVT-TDXD ngày 22/06/2015 của Sở GTVT Tp. Hải Phòng, thư số 1210/SXD-QLQH ngày 23/06/2015 của Sở Xây dựng Tp. Hải Phòng, kết cấu cầu vòm thép sẽ được lựa chọn cho cầu Nguyễn Trãi. Sau khi tính toán các yếu tố về điều kiện tĩnh không, kinh tế và điều kiện tự nhiên, chiều dài nhịp đợc chọn là 280m. Chúng tôi đề ra phương án cầu bao gồm điều kiện tĩnh không như dưới đây.



Hình 6.2-5 Điều kiện của cầu Nguyễn Trãi

d. Thiết kế chống va xô cho trụ cầu trên sông Cấm

Đối với cầu Nguyễn Trãi, chiều cao tĩnh không 25m sẽ ngăn không cho các tàu có trọng tải lớn hơn 7,000 DWT đi qua và tàu có trọng tải lớn nhất ở thượng lưu cảng Hoàng Diệu là 6,920 DWT. Vì thế tàu có tải trọng 7,000 DWT được chọn để thiết kế chống va xô cho trụ cầu trên sông Cấm.

Cầu Vũ Yên

e. Chiều rộng tĩnh không

Căn cứ thư số 2921/CHHVN-KHTC ngày 23/10/2012 về vị trí cầu Bạch Đằng của Cục Hàng Hải Việt Nam (VMA) gửi UBND Tỉnh Quảng Ninh và thư số 2649/CHHVN-KHTC ngày 14/11/ 2011 về tĩnh không thông thuyền của VMA gửi TEDI, đơn vị Tư vấn thiết kế cầu Bạch Đằng, chiều cao tĩnh không đợc lựa chọn cho cầu Bạch Đằng là 52m tính từ +/-0,0m hải đồ căn cứ theo chiều cao của tàu thuyền trên sông Cấm. Theo nghiên cứu của TEDI, vì hệ cao độ

Quốc gia (cao độ 0) cao hơn cao độ +/-0,0m hải đồ là 1.86m và mực nước cao tần suất giờ H5% ở khu vực cầu Bạch Đằng là 1.75m nên tính không cầu Bạch Đằng tính từ mực nước H5% sẽ là $52\text{m} - 1.86\text{m} - 1.75\text{m} = 48.39\text{m}$, TEDI làm tròn là 48.4m.

Cầu Vũ Yên sẽ chọn chiều cao tính không là 52m tính từ mực nước Hải đồ nhằm không gây ảnh hưởng đến lưu thông của tàu thuyền lưu thông trên sông Cấm.

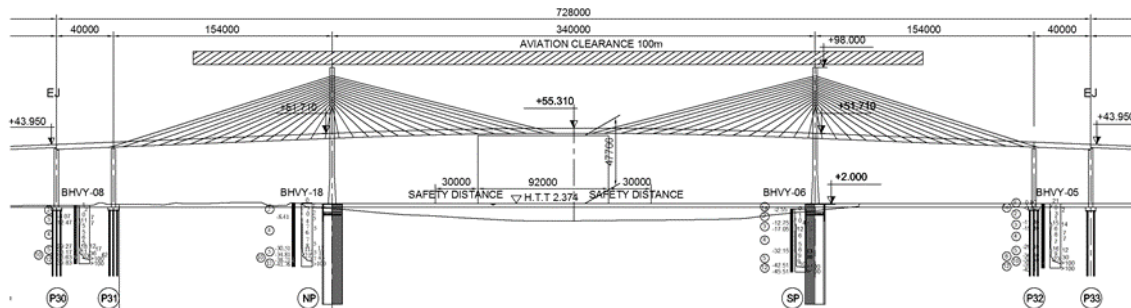
f. Bề rộng tính không

Chiều rộng tính không sẽ được tuân theo luồng hàng hải được cung cấp bởi Cảng vụ Hàng hải Hải Phòng trong bản vẽ Luồng Hải Phòng đoạn từ Km33+000 đến Km42+000, bản vẽ số HP_122013_05_06.

Thiết kế cầu sẽ đảm bảo khoảng cách an toàn 30m đến luồng hàng hải theo điểm d Khoản 3 Điều 5 Chương II Quy chế bảo vệ công trình cảng biển và luồng hàng hải được ban hành kèm theo Nghị định số 109/2014/NĐ-CP ngày 20/11/2014 của Chính phủ.

g. Phương án kết cấu

Căn cứ Công văn số 1126/SGTVT-TĐXD ngày 22/06/2015 của Sở Giao thông vận tải Thành phố Hải Phòng, Công văn số 1210/SXD-QLQH ngày 23/06/2015 của Sở Xây dựng Thành phố Hải Phòng, kết cấu cầu dây văng được khuyến cáo cho cầu Vũ Yên. Dựa trên điều kiện tính không và an toàn hàng hải trên sông Cấm, chúng tôi đề xuất phương án trụ cầu sẽ ở vị trí cách xa luồng hàng hải như nghiên cứu trong phần 5.2.1(2).



Hình 6.2-6 Điều kiện cầu Vũ Yên

h. Thiết kế chống va xô cho trụ cầu trên sông Cấm

Việc thiết kế chống va xô cho trụ cầu Vũ Yên được tính đến nhằm giảm tối đa rủi ro gây ra do tàu va vào trụ trong trường hợp có sự cố. Dựa trên nghiên cứu thủy văn của Đoàn nghiên cứu, độ sâu lòng sông tại vị trí gần trụ là 5.7m, trong đó 5.7m bao gồm 2.37m mực nước H5%, 1m xói lòng sông, và 2.3m độ sâu lòng sông quanh khu vực trụ cầu.

Căn cứ thống kê về một số loại tàu trên sông Cấm và mớn nước như trong bảng dưới, với cao độ mặt nước tại vị trí gần trụ là 5.7m, Đoàn nghiên cứu sẽ dùng tàu có trọng tải 4000 DWT để thiết kế chống va xô cho trụ cầu Vũ Yên trên sông Cấm.

Bảng 6.2-12 Tình không thông thuyền của Dự án

Cầu	Nguyễn Trãi	Vũ Yên
Tàu thiết kế	7,000 DWT	4,000DWT
Vận tốc tàu	8 knots (14.816 km/h)	8 knots (14.816 km/h)
Chiều cao tĩnh không (H)	Hmax5% (+2.37m) + 25.0m	Hmax5% (+2.37m) + 47.77m
Chiều rộng tĩnh không (B)	80m + hiệu ứng đường cong, và 30m an toàn về mỗi bên	80m + hiệu ứng đường cong, và 30m an toàn về mỗi bên

Cầu Ruột Lợn

Sông Ruột Lợn hiện tại là sông cấp III, nhưng căn cứ thông tư số 36/2012/TT-BGTVT ngày 13 tháng 09 năm 2012 quy định cấp kỹ thuật đường thủy nội địa của Bộ Giao thông vận tải, sông Ruột Lợn sẽ trở thành sông cấp II vào năm 2020. Tình không thông thuyền được quy định trong thông tư sẽ được chọn cho cầu Ruột Lợn.

Bảng 6.2-13 Tình không thông thuyền cầu Ruột Lợn

	Cấp II (Ruột Lợn, sau 2020)	Cấp III (hiện tại)
Chiều rộng tĩnh không	>50m	>40m
Chiều cao tĩnh không	9.5m	7m

(8) Giới hạn chiều cao

Theo luật Việt Nam, Cầu Vũ Yên có vị trí nằm trong vùng phễu bay của sân bay Cát Bi. Vì thế cầu Vũ Yên được Yêu cầu giới hạn chiều cao là 45m. Tuy nhiên, UBND Tp. Hải Phòng đã có thư số 4531/TC-QC ngày 24/12/2013 về vấn đề này, trong đó không gian giới hạn chiều cao được hiểu là 100m:

"Cục Tác chiến chấp thuận chiều cao tối đa của trụ tháp Cầu Vũ Yên là 100m so với mực nước biển."

Thư này cũng yêu cầu có một hệ thống cảnh báo bay tuân theo quy định trong Phụ lục 4 Nghị định 20.

Vì lý do trên, chiều cao trụ tháp là 98m, 2m còn lại là chiều cao của cột chống sét.

Bảng 6.2-14 Giới hạn chiều cao của Dự án

Cầu	Nguyễn Trãi	Vũ Yên
Chiều cao (H)	145m	100m

(9) Khoảng cách đến các cơ sở xăng dầu

Nghị định 13/2011/ND-CP quy định khoảng cách an toàn đến các cơ sở xăng dầu.

Các cơ sở xăng dầu này thuộc Tổng Công ty xăng dầu quân đội (MIPECORP) và Xí nghiệp

xăng dầu PETEC, ảnh hưởng đến vị trí cầu Vũ Yên như thể hiện trong Bảng 6.2-15 và Hình 6.2-7.

Ở Nhật Bản, khoảng cách an toàn yêu cầu giữa cầu và cơ sở xăng dầu là 90m, ví dụ như cầu Great Seto được xây dựng ở vị trí cách 230m so với cầu cảng xăng dầu.

Vì thế, như đã đề cập trong Chương 5, vị trí cầu được đề xuất cách cầu cảng xăng dầu PETEC 300m. Vị trí trụ được thiết kế 30m cách mép nước, tại vị trí này không tính đến việc va xô của tàu thuyền.

Bảng 6.2-15 Khoảng cách an toàn đến cơ sở xăng dầu

	MIPECORP	PETEC
Cấp cầu cảng	Cấp II	Cấp IV
Khoảng cách an toàn đến cầu cảng *	500m	300m
Tải trọng tàu cập cảng	Khoảng 15,000 DWT	Khoảng 8,000 DWT (4-10 tàu/tháng)

*Nghị định 13/2011/ND-CP



Hình 6.2-7 Các cơ sở xăng dầu gần vị trí đề xuất của Cầu Vũ Yên

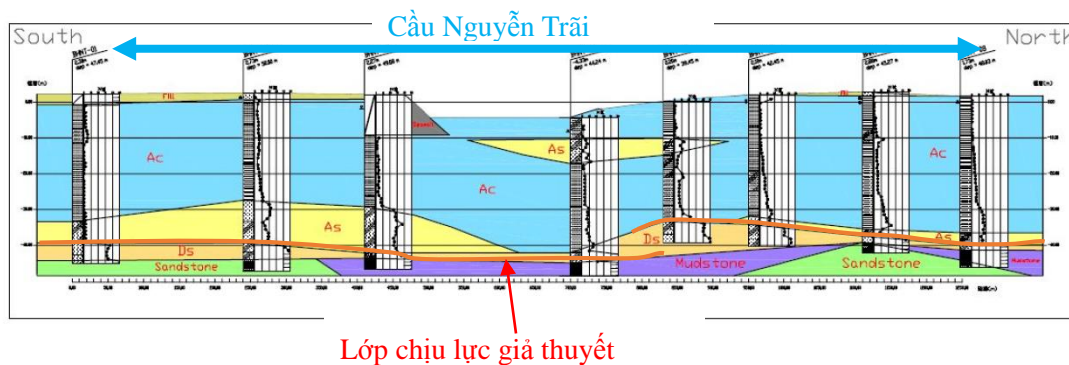
(10) Lớp chịu tải cho móng sâu

1) Cầu Nguyễn Trãi

Cấu tạo địa chất ở khu vực cầu được phân bố theo thứ tự từ lớp trên cùng: lớp đất dính bồi tích (Ac), lớp đất cát bồi tích (As), lớp đất cát lũ tích (Ds), và đá gốc (đá bùn, đá cát).

Giữa các lớp này, lớp đất cát lũ tích (Ds, $N > 50$) và lớp đá gốc nằm ở dưới có thể thỏa mãn yêu cầu của lớp chịu lực cho cầu về độ cứng và độ dày. Nhìn chung, cọc ngắn được chú ý hơn vì có chi phí thấp, và vì thế, lớp Ds sẽ được lựa chọn làm lớp chịu lực nếu lớp này phân bố đúng. Tuy nhiên, khảo sát địa chất được chỉ được thực hiện ở một vài vị trí, kết quả này có độ chính xác không cao để xác định lớp chịu lực này. Ngoài ra, độ dày của lớp Ds và giá trị N có xu

hướng phân tán. Vì các lý do này, lớp đá gốc được chọn làm lớp chịu lực và phải đảm bảo chiều sâu chôn cọc không thấp hơn đường kính cọc. Các tính toán chi tiết sẽ được thực hiện trong khảo sát sau này.

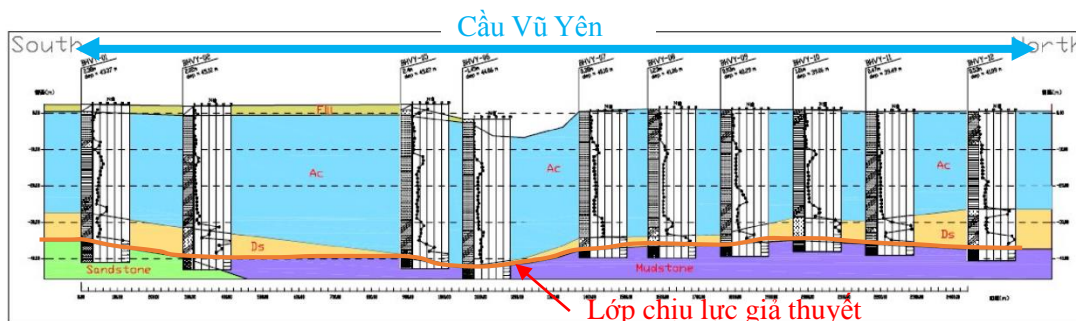


Hình 6.2-8 Mặt cắt địa chất khu vực cầu Nguyễn Trãi

2) Cầu Vũ Yên

Cấu tạo địa chất ở khu vực cầu được phân bố theo thứ tự từ lớp trên cùng: lớp đất dính bồi tích (Ac), lớp đất cát lũ tích (Ds), và đá gốc (đá bùn, đá cát).

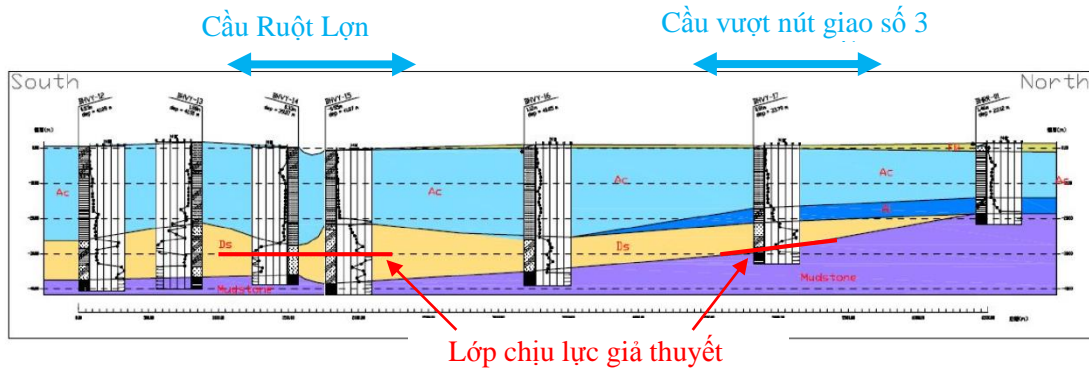
Trong những lớp này, lớp đá gốc thỏa mãn yêu cầu về lớp chịu lực của cầu căn cứ theo độ cứng và độ dày. Mặt khác, độ dày của lớp Ds và giá trị N có xu hướng phân tán. Việc khảo sát địa chất cũng chỉ được tiến hành ở một số địa điểm vì thế kết quả này có độ chính xác không cao để xác định lớp chịu lực. Vì những lý do này, lớp Ds không được lựa chọn làm lớp chịu lực.



Hình 6.2-9 Mặt cắt địa chất khu vực cầu Vũ Yên

3) Cầu Ruột Lợn và Cầu vượt nút giao số 3

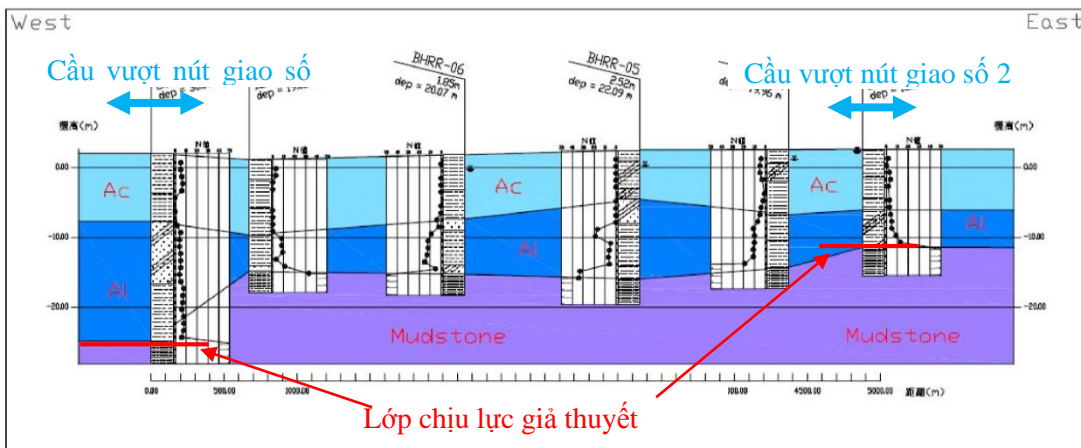
Cấu tạo địa chất ở vị trí cầu được phân bố theo thứ tự từ lớp trên cùng như sau: lớp đất dính bồi tích (Ac), lớp đất cát lũ tích (Ds), và đá gốc (đá bùn, đá cát). Giá trị N và lớp Ds phân bố trong khoảng 20-50 hoặc lớn hơn. Ở vị trí cao độ EL-30.0m cầu Ruột Lợn, giá trị N của lớp Ds có giá trị trung bình lớn hơn 30; lớp này được chọn làm lớp chịu lực vì có đủ độ dày cần thiết. Tuy nhiên, theo khoan khảo sát tại vị trí cầu, lớp Ds dưới cao độ EL-30.0m có giá trị N tương đối nhỏ. Vì thế, việc khảo sát địa chất tại từng vị trí trụ được khuyến cáo để xác định chính xác lớp chịu lực. Mặt khác, lớp đá gốc được chọn làm lớp chịu lực ở vị trí nút giao số 3.



Hình 6.2-10 Lớp chịu lực giả thuyết của cầu Ruột lợn và cầu vượt nút giao số 3

4) Cầu vượt nút giao số 1 và cầu vượt nút giao số 2

Cấu tạo địa chất ở khu vực cầu được phân bố theo thứ tự từ lớp trên cùng: lớp đất dính bồi tích (Ac và Al) và đá gốc (đá bùn). Lớp đá gốc được chọn làm lớp chịu lực của cầu.



Hình 6.2-11 Lớp chịu lực giả thuyết của cầu vượt nút giao số 1 và cầu vượt nút giao số 2

(11) Cao độ móng cầu

Cao độ móng cầu được xác định thông qua ổn định của nền đất và yêu cầu về chiều cao tối thiểu tại mực nước cao nhất.

Như trong Bảng 6.2-16, chiều cao nhỏ nhất của cầu là 5.2m. Vị trí móng được xác định bằng xác định chiều cao nền đất nhỏ nhất lớn hơn chiều cao thấp nhất của móng.

Bảng 6.2-16 Chiều cao nhỏ nhất của móng

	Chiều cao (m)
1% HWL	2.7m
Chiều cao lề	0.5m
Chiều cao kết cấu	2.0m
Chiều cao móng	Lớn hơn 5.2m

(12) Cao độ mặt đất và bề mặt bệ cọc của cầu

Trụ chính của cầu Nguyễn Trãi và cầu Vũ Yên được đề xuất xây dựng lần lượt ở khu vực Cảng Hoàng Diệu và Cảng Hải An. Không chỉ về vị trí trụ đề xuất, mà cao độ mặt trên bệ cọc (bản trên hệ thống móng) cần được phê duyệt của các cơ quan liên quan.

Trong thiết kế, cao độ mặt trên đề xuất là EL+1.0m hoặc sâu hơn nhằm đảm bảo không gian đứng cho kết cấu áo đường (bản trên), chôn các loại ống tiện ích,...

Bảng 6.2-17 Cao độ mặt đất (sàn bến) và bản trên hệ thống móng

Cầu	Bến cảng	Cao độ sàn bến		Cao độ bản trên móng
		Hiện tại	Tương lai	
Nguyễn Trãi	Cảng Hoàng Diệu	EL+2.30	EL+2.30	EL+1.00
Vũ Yên	Cảng Hải An	EL+2.30	EL+2.30	EL+1.00

Chú ý:- Cao độ sàn bến ở trên dựa trên giả thuyết của Đoàn nghiên cứu

- Cao độ bản trên của móng đề xuất cần phê duyệt của các cơ quan có thẩm quyền

Trong báo cáo này, cao độ bản trên của đầu cọc được đề xuất là 2m dưới cao độ tương tại nhằm đảm bảo không gian đứng cho kết cấu áo đường (bản trên), các ống tiện ích,... trong khu vực đô thị. Đối với các kết cấu phần dưới nằm ở khu vực ngoại thành, cao độ mặt trên của bệ cọc là 0.5m phía dưới của cao độ mặt đất hiện tại.

Bảng 6.2-18 Cao độ mặt đất và bản trên bệ trụ của cầu chính

Vị trí	Hướng	Cao độ mặt đất hiện tại	Cao độ mặt đất tương lai	Cao độ bệ cọc
Nguyễn Trãi	Bờ Bắc sông Cấm	EL-1.50~EL+0.00m (đầm thủy sản, vùng ngập nước)	EL+2.30m (khu vực đô thị tương lai)	2.0m thấp hơn cao độ mặt đất tương lai
		EL+2.30m (đất cải tạo)	EL+2.30m (khu vực đô thị tương lai)	
	Bờ Nam sông Cấm	EL+2.30m (khu đô thị)	EL+2.30m (Khu vực đô thị)	2.0m thấp hơn cao độ mặt đất tương lai
Vũ Yên	Bờ Bắc Sông Cấm	EL+0.50 ~ EL+1.00m (đầm cá, đất ngập nước)	EL+0.50 ~ EL+1.00m (khu vực ngoại thành)	Tại cao độ mặt đất hiện tại (0.5m dưới cao độ mặt đất)
	Bờ Nam sông Cấm	EL+2.30m (khu vực đô thị)	EL+2.30m (khu vực đô thị)	2.0m dưới cao độ mặt đất trong tương lai
		EL+0.50~EL+1.0m (đầm cá, đất ngập nước)	EL+2.30m (khu vực đô thị)	2.0m dưới cao độ mặt đất trong tương lai

Chú ý:- Cao độ nền ở trên theo giả định của Đoàn nghiên cứu

- Yêu cầu xác nhận của các bên liên quan.

Bảng 6.2-19 Cao độ nền và bản trên bộ cọc đường vành đai 3

Vị trí	Cao độ mặt đất hiện tại	Cao độ mặt đất tương lai	Cao độ bộ cọc
Cầu Ruột Lợn	EL0.00~EL+0.50m (đầm cá, đất ngập nước)	EL+0.00 ~ EL+0.50m (khu vực ngoại thành)	Tại cao độ mặt đất hiện tại (0.5 dưới cao độ mặt đất)
Cầu vượt qua TL359C	EL+1.40 ~ EL+2.30m (non-urban area)	EL+0.50 ~ EL+1.00m (khu vực ngoại thành)	
Cầu vượt qua TL359	EL+1.80 ~ EL+2.70m (khu vực ngoại thành)	EL+1.80 ~ EL+2.70m (khu vực ngoại thành)	
Cầu vượt qua đường VD2	EL+0.40 ~ EL+0.60m (khu vực ngoại thành)	EL+0.40 ~ EL+0.60m (khu vực ngoại thành)	
Cầu dẫn kết nối với TL356	EL+2.10~EL+2.50m (đất cải tạo)	EL+2.10~EL+2.50m (khu vực ngoại thành)	

Chú ý:- Cao độ nền ở trên theo giả định của Đoàn nghiên cứu
- Yêu cầu xác nhận của các bên liên quan.

(13) Chương ngại vật

Dựa trên khảo sát địa vật được tiến hành bởi Đoàn nghiên cứu, các hạng mục dưới đây được xác nhận tại hiện trường thông qua tham vấn cơ quan quản lý. Các chương ngại vật chính được thể hiện trong bản vẽ. Vị trí cầu được thiết kế tránh cắt qua đường điện cao thế. Khoảng cách nhỏ nhất đến cầu từ đường điện cao thế là 45m đối với cầu Ruột Lợn.

Bảng 6.2-20 Các cơ sở khảo sát của khảo sát địa vật

Các vật thể chôn dưới đất/ Các đường dây trên không
Nhà ở, tòa nhà, đường, hàng rào, đền chùa, nghĩa địa
Kênh, thoát nước, kết cấu áo đường
Đường dây điện cao thế và trung thế, trên mặt đất, chạy ngầm (cáp quang, điện thoại, cấp nước, đường điện)

6.2.3 Thiết kế cầu Nguyễn Trãi

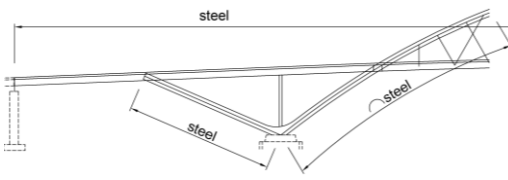
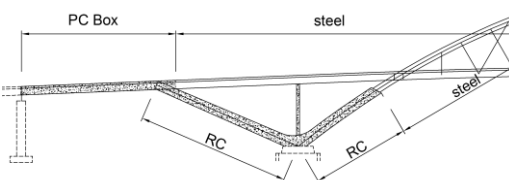
(1) Nghiên cứu loại kết cấu

Kết quả so sánh phương án kết cấu cầu Nguyễn Trãi được thể hiện ở Chương 5, kết cấu vòm được lựa chọn làm phương án thích hợp của Cầu Nguyễn Trãi.

Đối với việc lựa chọn kết cấu vòm thích hợp, một so sánh giữa hai loại kết cấu đã được tiến hành: cầu vòm thép toàn bộ hoặc một kết cấu liên hợp giữa bê tông ở dầm nhịp biên và trụ chữ V của phần sườn vòm như trong Bảng 6.2-21.

Kết quả kiểm tra của góc nhìn hiệu quả kinh tế của việc sử dụng vật liệu, kết cấu thép được áp dụng cho phần sườn vòm nhịp chính và dầm ở vị trí chịu lực kéo lớn, và kết cấu BTCT được áp dụng cho phần trụ của nhịp biên và sườn vòm ở dưới dầm.

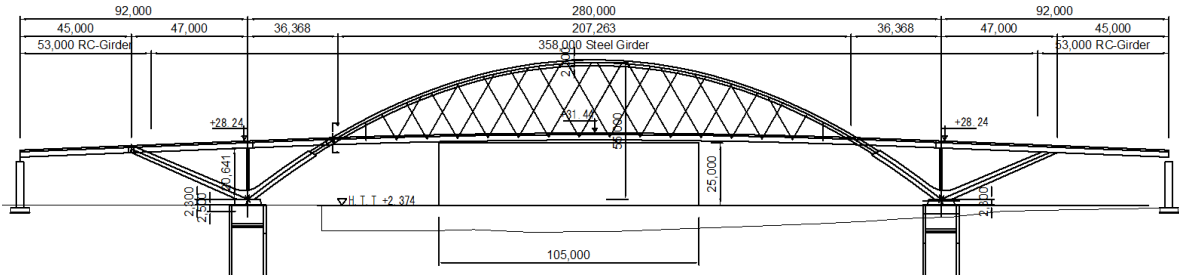
Bảng 6.2-21 So sánh loại kết cấu của cầu Vòm

	Trường hợp 1 (thép)	Trường hợp 2 (thép và bê tông)
Hình ảnh		
Tổng quan kết cấu	<ul style="list-style-type: none"> - Kết cấu thép được áp dụng cho cả dầm chính và dầm chữ V. - Vì nhịp biên khá nhẹ, lực ngang sẽ tác động lên móng 	<ul style="list-style-type: none"> - Kết cấu bê tông được áp dụng cho các thanh chịu nén cao (trụ V) và dầm nhịp biên nhằm đạt cân bằng về trọng lượng, kết cấu thép được áp dụng cho các thanh chịu kéo. - Phản lực ngang của móng ở nền đất yếu giảm đi so với trường hợp 1.
Chi phí kết cấu phần trên	<p>Thép = 4,984*</p> <p>Bê tông = 0</p> <p>Tổng = 4,984</p> <p>(1.000)</p> <p>* Triệu Yên</p>	<p>Thép = 3,758*</p> <p>Bê tông = 344</p> <p>Tổng = 4,102</p> <p>(0.82)</p> <p>* Triệu Yên</p>
Thi công	<ul style="list-style-type: none"> - Lắp đặt các thanh và khối lớn có thể được áp dụng. Trong trường hợp lắp đặt theo khối lớn, thời gian thi công có thể ngắn lại 	<ul style="list-style-type: none"> - Trụ tạm được áp dụng trong thi công trụ V bằng các giá đỡ - Sườn vòm sẽ được thi công cùng thời điểm với công tác lắp đặt khối nhịp chính - Yêu cầu thi công chính xác phần kết nổi
Hình thức	<ul style="list-style-type: none"> - Kết cấu có hình thức mềm mại nhờ vào vật liệu vòm liên tục 	<ul style="list-style-type: none"> - Kết cấu cho cảm giác ổn định vì có trụ V làm bằng bê tông
Bảo trì	<ul style="list-style-type: none"> - Kết cấu thép yêu cầu kiểm tra và sơn lại định kỳ 	<ul style="list-style-type: none"> - Kết cấu thép yêu cầu kiểm tra và sơn lại định kỳ - Các kết cấu bê tông yêu cầu kiểm tra thường xuyên
Đánh giá	Chi phí xây dựng cao hơn trường hợp 2	Có tính kết cấu và tính kinh tế hợp lý

Những điểm sau sẽ được chú ý trong thiết kế cầu

- Phản lực ngang phải được giảm vì cầu nằm trong khu vực nền đất yếu. Vì thế, loại vòm cân bằng được áp dụng và nhịp biên bằng bê tông được sử dụng để đối trọng với lực ngang của kết cấu vòm nhịp chính.
- Vì nhịp chính đủ dài để thỏa mãn tính không thông thuyền, việc va xô tàu thuyền sẽ không xảy ra ở điều kiện bình thường. Tuy nhiên, việc va xô có thể xảy ra nếu tàu đâm vào sườn vòm trong trường hợp có bão, kết cấu bê tông có độ cứng cao được áp dụng nhằm tăng cường khả năng chịu đựng của kết cấu.
- Để giảm mô men uốn ngang của dầm tăng cường và sườn vòm đối với cầu vòm nhịp lớn, hệ thống cáp loại Nielsen được áp dụng.
- Khu vực vòm chính được xây dựng sử dụng phương pháp lắp đặt khối lớn để giảm thiểu tối đa thời gian chiếm dụng lòng sông

- Khi tính đến tính kinh tế trong thi công ở điều kiện của Việt Nam, bản BTCT DUL sẽ được áp dụng, với hướng của nhịp được đặt theo trục dọc vì lực kéo của dầm tăng cường.

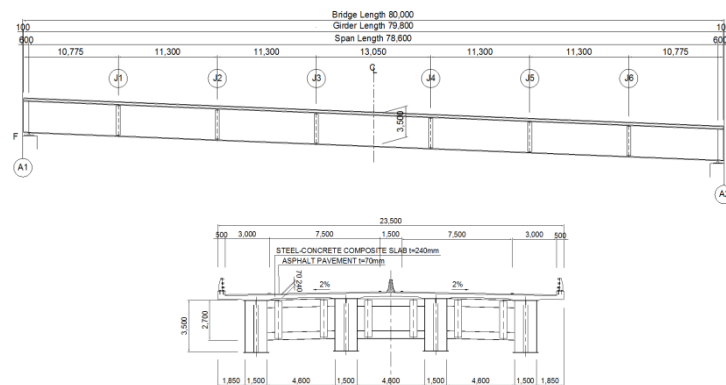


Hình 6.2-12 Bố trí chung cầu Nguyễn Trãi

(2) Kết quả thiết kế cầu Nguyễn Trãi và Cầu dẫn

Kết quả tính toán và thiết kế của cầu Nguyễn Trãi được mô tả trong hình vẽ.

Đối với phần cầu dẫn của cầu Nguyễn Trãi, dầm Super-T và dầm hộp thép với bản liên hợp nghiên cứu trong phần 5.1.1 được bố trí. Vị trí trụ dọc theo đường sắt cần được kiểm tra chi tiết trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật nhằm tính đến ảnh hưởng đến hệ thống đường sắt. Bố trí chung của dầm hộp thép được thể hiện trong Hình 6.2-13.



Hình 6.2-13 Bố trí chung cầu dẫn phía Nam đoạn vượt hệ thống đường sắt

6.2.4 Thiết kế cầu Vũ Yên

(1) Tổng quan

Sau khi so sánh loại kết cấu của Cầu Vũ Yên, cầu dây văng (sau đây gọi là CDV) được lựa chọn. Cầu bao gồm kết cấu bản liên hợp với dầm thép chữ I, trụ tháp bê tông chữ H, và 52 cáp cường độ cao.

Bởi vì các yêu cầu chặt chẽ về việc đảm bảo chiều cao, cầu Vũ Yên sẽ có một phần có chiều cao thấp tương đương 0.15. Vì thế, cầu này có các đặc điểm như sau:

- Khu vực có dây văng sẽ lớn hơn để đảm bảo cho phần có chiều cao thấp của cầu dây văng vì góc lệch nhỏ làm cho các thành phần đứng của lực cáo dây cáp nhỏ.
- Vì mô men uốn ở giữa nhịp chính lớn hơn cầu dây văng bình thường, một khu vực có tiết

diện lớn của dầm chính phải được bố trí ở gần các trụ tháp và cả ở giữa nhịp chính.

(2) Nghiên cứu kết cấu phân trên

Như kết quả so sánh về phương án kết cấu phân trên của cầu Vũ Yên như trong Chương 5, cầu dây văng được lựa chọn là phương án kết cấu thích hợp của cầu Vũ Yên.

Đối với nghiên cứu về loại kết cấu cầu dây văng thích hợp của cầu Vũ Yên, một nghiên cứu so sánh về hai loại kết cấu đã được thực hiện: cầu dây văng dầm liên hợp và cầu dây văng dầm BTCT DƯỠ. Kết quả so sánh được thể hiện trong bảng dưới.

Qua kết quả nghiên cứu và quan điểm về tính hiệu quả kinh tế cũng như tính ứng dụng của cầu dây văng tháp, dầm liên hợp được áp dụng cho cầu Vũ Yên.

Bảng 6.2-22 So sánh dầm thép liên hợp và dầm BTCT DƯL

Cao độ cửa cầu và mặt cắt ngang		Cầu dầm thép liên hợp		Cầu dầm thép BTCT DƯL	
Tổng quan	Cầu dầm thép có trọng lượng nhẹ nhờ dùng kết cấu dầm chính bằng thép Thiết kế có tính kinh tế vì dùng bản mặt cầu bằng bê tông Cầu có 2 mặt phẳng cấp vì 2 dầm chính là kết cấu dầm liên hợp	Cầu dầm thép với dầm bê tông đúc sẵn Thiết kế đạt được hiệu quả kinh tế vì đơn giá sản xuất thấp Đặc điểm của vật liệu bê tông không hợp lý đối với các kết cấu chịu lực kéo lớn	○	○	○
Kinh nghiệm thực tế	Cầu Bình (nhịp chính 260m) Cầu Nhật Tân (300m) Cầu cảng Thọ (550m; dầm hộp thép)	○	○	○	○
Chi phí thi công	Kết cấu phần trên cầu chính (dầm, cáp, trụ tháp) 5.63 tỷ yên Kết cấu phần dưới cầu chính (trụ, móng): 2.28 tỷ yên 7.91 tỷ Yên ~65.4 triệu USD ~1,418 tỷ VND (1.00)	Kết cấu phần trên cầu chính (dầm, cáp, trụ tháp) 5.62 tỷ yên Kết cấu phần dưới cầu chính (trụ, móng) 2.59 tỷ yên Cầu dẫn 8.21 tỷ Yên ~67.8 triệu USD ~1,471 tỷ VND (1.04)	○	○	○
Hình dáng	Tháp cầu có thể được thiết kế tạo điểm nhấn cảnh quan cho khu vực Tháp cầu thấp yêu cầu các giải pháp thiết kế sáng tạo	Tháp cầu có thể được thiết kế tạo điểm nhấn cảnh quan cho khu vực Tháp cầu thấp yêu cầu các giải pháp thiết kế sáng tạo	○	○	○
Khả năng ứng dụng cho cầu dầm thép thấp	Nhịp chính của cầu dầm thép thấp có mô men uốn lớn và vì thế yêu cầu các thanh thép DƯL Yêu cầu cấp với đường kính lớn nhất từ trước đến nay trên thế giới vì tính tải rất lớn tại vị trí góc xiên cấp nhỏ. Cần bố trí đủ cốt thép tại vị trí neo cáp	Nhịp chính của cầu dầm thép thấp có mô men uốn lớn và vì thế yêu cầu các thanh thép DƯL Yêu cầu cấp với đường kính lớn nhất từ trước đến nay trên thế giới vì tính tải rất lớn tại vị trí góc xiên cấp nhỏ. Cần bố trí đủ cốt thép tại vị trí neo cáp	○	○	○
Khả năng thi công	Dầm được lắp đặt theo phương pháp đúc sẵn Luồng hàng hải phải đóng trong vài giờ khi lắp đặt dầm Bảo quát thi công một cách toàn diện, không gặp các vấn đề đặc biệt	Lắp đặt dầm bằng phương pháp lắp sẵn Lực kéo của dây thép có thể được điều chỉnh lại khi thi công Bảo quát thi công một cách toàn diện, không gặp các vấn đề đặc biệt	○	○	○
Thời gian thi công	Dùng ván khuôn leo thi công phần trụ tháp BTCT giúp rút ngắn thời gian thi công Vì dầm chính được chế tạo sẵn, bản mặt cầu là các tấm bê tông đúc sẵn, thời gian thi công trên công trường sẽ được rút ngắn so với dầm BTCT DƯL	Dùng ván khuôn leo thi công phần trụ tháp BTCT giúp rút ngắn thời gian thi công Khoảng cách cấp hẹp hơn và lắp đặt các khối được rút ngắn so với dầm liên hợp và vì thế thời gian thi công sẽ ngắn hơn	○	○	○
Bảo trì	Dầm gia cường được làm bằng thép vì thế cần sơn lại định kỳ	Neo cáp trong dầm làm bằng thép, vì thế yêu cầu kiểm tra định kỳ Dầm cần được kiểm tra định kỳ đối với nút.	○	○	○
Đánh giá tổng quan	Khuyến cáo hơn phương án dầm BTCT DƯL vì chi phí thấp hơn và kết cấu có khả năng ứng dụng cho cao cầu dầm thép thấp		○	○	○

Cao độ cửa cầu và mặt cắt ngang

So sánh kết cấu

(3) Kết quả thiết kế cầu Vũ Yên

Kết quả thiết kế và tính toán của Cầu Vũ Yên được thể hiện trong bản vẽ.

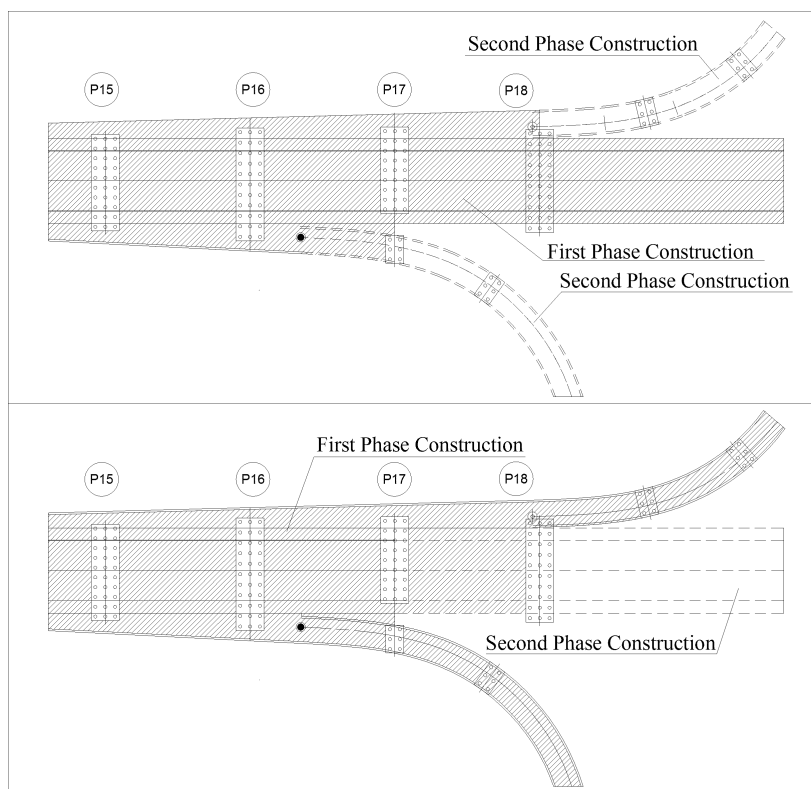
6.2.5 Thiết kế cầu vượt nút giao

(1) Nút giao cầu Nguyễn Trãi và đường Lê Thánh Tông

1) Kết cấu phần trên

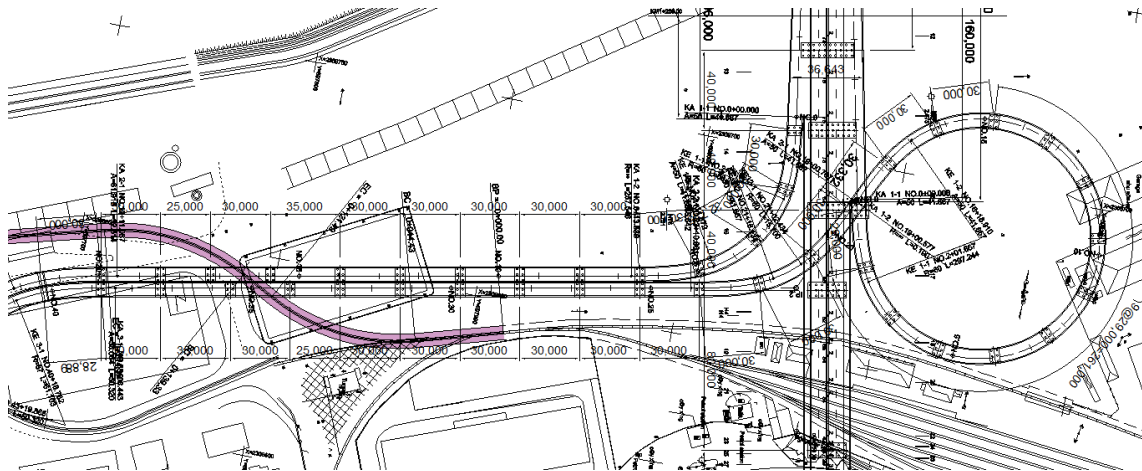
2 cầu dẫn được thiết kế ở bờ Nam cầu Nguyễn Trãi nhằm kết nối với đường Lê Thánh Tông.

Đã có những rủi ro về việc chậm tiến độ của công tác thi công do công tác thu hồi đất tiến hành chậm trong các dự án đã thực hiện tại Việt Nam. Vì thế, vị trí trụ tại điểm chãm của cầu dẫn được bố trí như trong hình vẽ dưới đây.

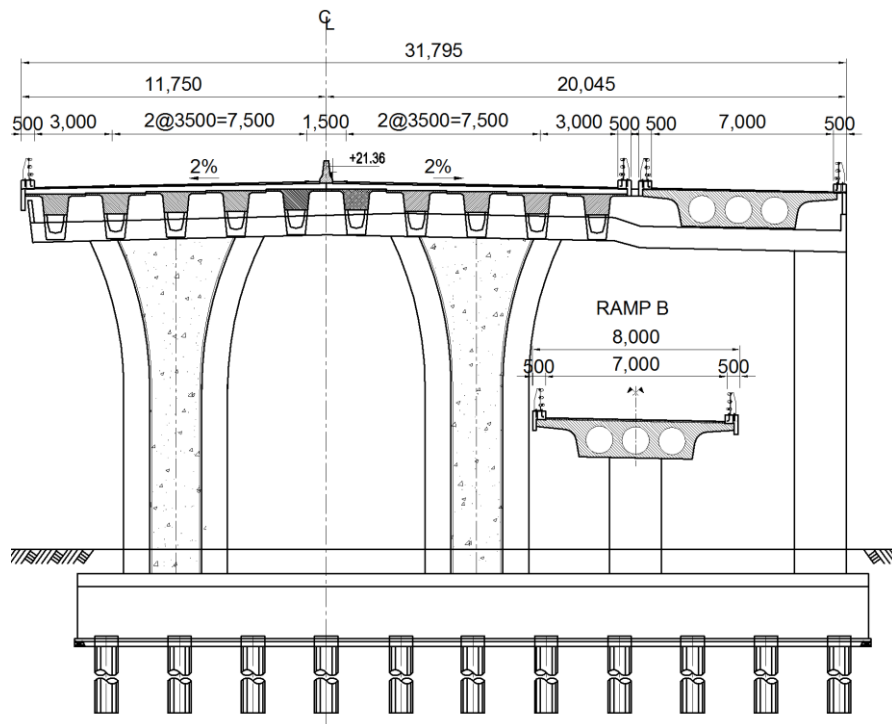


Hình 6.2-14 Sơ đồ điểm và đoạn thiết kế cầu

Trụ cầu dẫn được bố trí như trong Hình 6.2-15. Vị trí trụ được thiết kế nhằm tránh đường Lê Thánh Tông và giảm thiểu tối đa ảnh hưởng của trụ đến hệ thống đường sắt. Vì cầu dẫn có bán kính nhỏ nhất là 60m, dầm bản rộng đỡ tại chỗ có tính ứng dụng cao cho các loại cầu cong được lựa chọn. Chiều dài nhịp tiêu chuẩn là 30m. Nhằm xử lý được lực lệch tâm ở vị trí cầu cong, kết cấu khung cứng được sử dụng và 2 đầu cầu được bố trí 2 gối. Mặt cắt ngang dầm được thể hiện trong Hình 6.2-16.



Hình 6.2-15 Sơ đồ nhíp nút giao phía Nam cầu Nguyễn Trãi



Hình 6.2-16 Mặt cắt ngang phần cầu nhánh (PB13)

(2) Nút giao giữa cầu Vũ Yên và TL356

4 cầu dẫn được thiết kế ở phía Nam cầu Vũ Yên để kết nối với TL356. Vì cầu dẫn có bán kính nhỏ nhất là 60m, dầm bản rộng bê tông đổ tại chỗ được chọn vì có khả năng ứng dụng cao cho cầu cong.

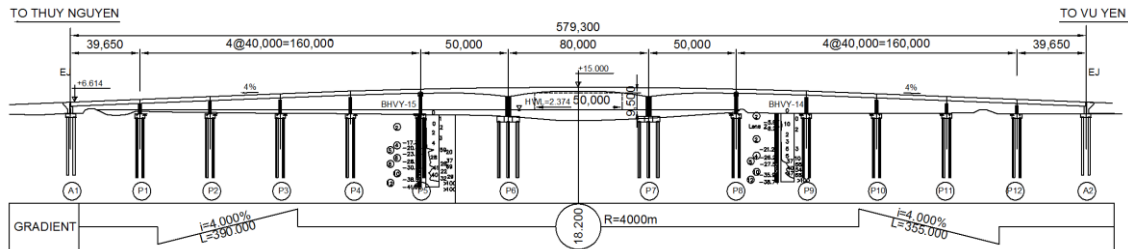
6.2.6 Quy hoạch cầu trên tuyến Vành đai 3

Quy hoạch 3 cây cầu cạn và một cây cầu vượt sông Ruột Lợn trên tuyến Vành Đai 3 như được liệt kê trong Bảng 6.2-3.

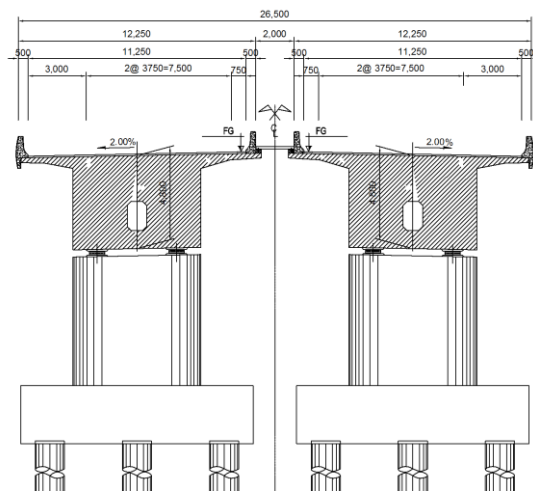
(1) Cầu Ruột Lợn

1) Sơ đồ nhịp

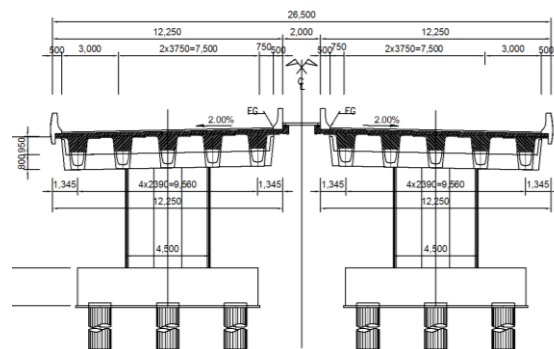
Cầu Ruột Lợn có kết cấu dầm hộp BTCT dự ứng lực với nhịp chính dài 80m được thi công theo phương pháp đúc hẫng. Khổ thông thuyền: 50m x 9.5m.



Hình 6.2-17 Cầu Ruột Lợn



BOX GIÉDER BRIDGE



Cầu dầm hộp

Cầu dẫn, cầu vượt

Hình 6.2-18 Mặt cắt ngang điển hình

2) Kích thước mặt cắt dầm hộp

Chiều cao dầm

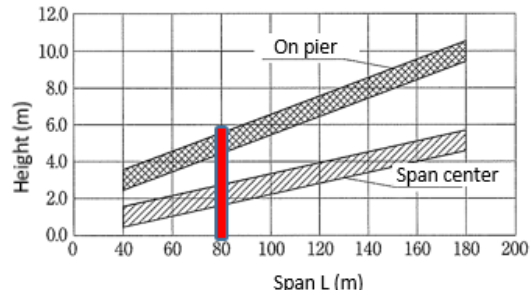
Theo Hình 6.2-17, chiều cao dầm tại các vị trí trụ và giữa nhịp được xác định lần lượt bằng 4,8m và 2,1m;

Số lượng khoang dầm

Từ chiều rộng của bản mặt cầu (12,25m) và tham khảo Bảng 6.2-23, dầm được xác định có kết cấu dầm hộp bản dự ứng lực một khoang;

Bề rộng bản đáy

Theo tỉ lệ được lựa chọn bên trên 0,5 đến 0,6, chiều rộng bản đáy được xác định là 6,0m.



Hình 6.2-19 Chiều cao dầm của cầu dầm hộp BTCT DƯL

Bảng 6.2-23 Kích thước hộp BTCT DƯL tiêu chuẩn

Loại hộp	Loại bản	Tổng bề rộng của bản mặt cầu (m)			Tỉ lệ chiều rộng bản cánh trên và dưới
		5	10	15	
1 khoang	RC				0,55~0,65
	PC				0,50~0,60

Chiều dày của các cấu kiện

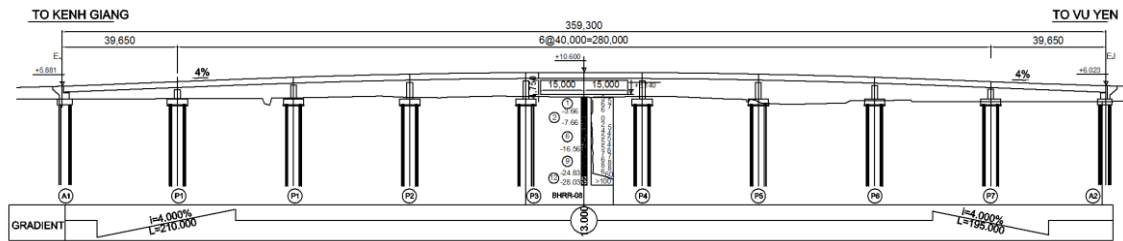
Xem xét các kích thước trên và dựa trên kích thước của các dầm hộp dự ứng lực đã được chế tạo, chiều dày của bản cánh trên, bản cánh dưới và thanh dầm được xác định như sau:

- Bản hằng: 250mm đến 600mm
- Bản cánh trên: 250mm đến 600mm
- Bản cánh dưới: 250mm đến 800mm
- Thân dầm: 450mm

(2) Cầu vượt nút giao

3 cây cầu cạnh trên tuyến Vành đai 3. Cầu vượt tại nút giao 1 đi qua tỉnh lộ TL359C, cầu vượt tại nút giao 2 qua tỉnh lộ TL359, và cầu vượt tại nút giao 3 kết nối với tuyến đường trục của VSIP.

Dầm Super-T được áp dụng cho kết cấu của các cầu vượt tại nút giao



Hình 6.2-20 Cầu vọt nút giao số 1 (JCT1)

6.3 Nghiên cứu các phương tiện quá tải

Các phương tiện quá tải gây ra tình trạng phá hoại nghiêm trọng cho nền đường ở Việt Nam, trường hợp cụ thể trên cầu Kiên, nhiều phương tiện quá tải lưu thông trên các tuyến đường gần cảng. Nhóm khảo sát thực hiện kiểm tra tải trọng trực và đề xuất các giải pháp để kiểm soát các phá hoại gây ra bởi các phương tiện quá tải.

6.3.1 Điều tra hiện trạng các cây cầu

(1) Cầu Bính

Cầu Bính được bảo dưỡng bởi Ban Quản lý các Dự án Cầu Hải Phòng (sau đây gọi tắt là HPBMD) được điều tra tại hiện trường và kết quả thu được trong bảng dưới. Hiện tại, chưa có vấn đề nghiêm trọng nào về bảo dưỡng. Áo đường trên cầu trong trạng thái hoạt động tốt, một phần do lưu lượng giao thông tương đối thấp so với cầu Kiên. Hình ảnh áo đường trên cầu được thể hiện trong Hình 6.3-1.



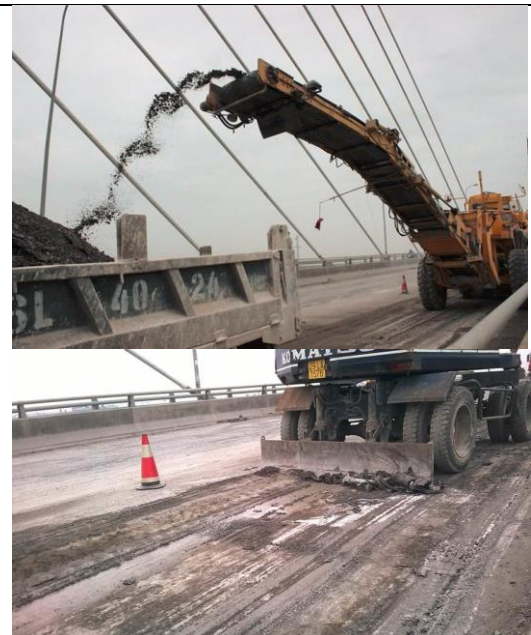
Hình 6.3-1 Hiện trạng áo đường cầu Bính

(2) Cầu Kiền

Điều tra hiện trạng cầu Kiền trên quốc lộ 10, độ dốc dọc cầu dẫn giống với cầu Bính 4%. Cầu Kiền chỉ có 2 làn và 1 làn dành cho các phương tiện tải trọng lớn lưu thông qua cầu hàng ngày. Các phương tiện luôn chạy qua cùng một vệt đường do cầu chỉ có 2 làn. Do các phương tiện tải trọng lớn luôn di chuyển qua cùng một vệt đường, nên hiện trạng mặt đường cầu Kiền bị hư hại nhiều hơn so với của cầu Bính, đây là một trong những nguyên nhân chính gây ra sự phá hoại nhanh của mặt đường cầu Kiền. Sau khi cầu kiền được thông xe vào tháng 12 năm 2003, mặt đường bị phá hoại ngày càng nhanh. Tháng 11 năm 2014, mặt đường trên cầu được sửa chữa lại, do đó vào tháng 11 năm 2015 khi nhóm khảo sát thực hiện kiểm tra, mặt đường trên cầu vẫn trong trạng thái hoạt động tốt. Tuy nhiên, do tập trung lưu thông của các phương tiện tải trọng lớn trên một làn gây ra phá hoại áo đường trong thời gian sớm.



Hiện trạng áo đường cầu Kiền vào tháng 12 năm 2014. Nguồn: <http://www.baohaiphong.com.vn/<03/09/2014>>



Sửa chữa mặt đường cầu Kiền, tháng 11, năm 2014 Nguồn: <http://www.baohaiphong.com.vn/<03/09/2014>>



Các xe tải nặng lưu thông hạn chế hơn, ùn tắc giao thông vẫn còn phổ biến. Độ dốc dọc của cầu là 4%.	6 tháng sau khi sửa chữa áo đường các vết gồ ghề đã bắt đầu xuất hiện.
--	--

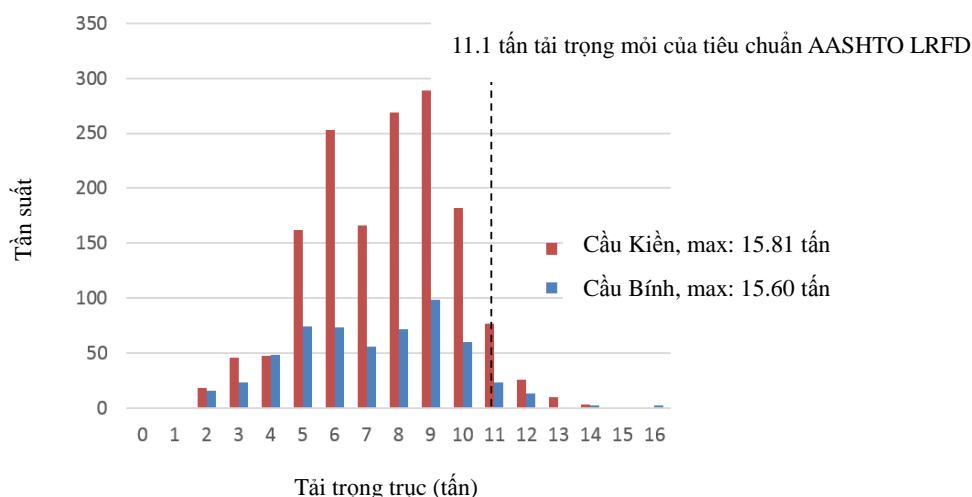
Hình 6.3-2 Hiện trạng áo đường cầu Kiên

(3) Nguyên nhân phá hoại áo đường

1) Đặc điểm phương tiện tải trọng lớn lưu thông trên cầu Kiên

Tiến hành đo tải trọng trực của xe tải và xe buýt Tại trạm số 2 gần cầu Kiên và trạm số 3 gần cầu Bính. Tại trạm số 2, có 347 phương tiện xe tải và xe buýt, chiếm khoảng 10,3% lượng phương tiện tải trọng lớn lưu thông hàng ngày. Tại trạm số 3, có 154 phương tiện xe tải và xe buýt, chiếm khoảng 11,4% lượng phương tiện tải trọng lớn lưu thông hàng ngày. Số lượng các phương tiện này gần tương ứng với lượng các phương tiện lưu thông trên mỗi cầu đo được. Kết quả phân bố tải trọng trực được thể hiện trong bảng sau. Từ Hình 6.3-3, có thể thấy rằng lượng phương tiện tải trọng lớn lưu thông qua cầu Kiên lớn hơn cầu Bính.

Tải trọng trực lớn nhất qua cầu Kiên là 15,81 tấn, qua cầu Bính là 15,6 tấn.



Hình 6.3-3 Phân bố tải trọng trực xe tải và xe buýt

Nếu việc phân bố tải trọng trực tính cho 1 làn của mỗi cầu, tần xuất lưu thông của cầu Bính chỉ còn một nửa do cầu Bính có 2 làn đường trên mỗi hướng.

2) Nguyên nhân gây phá hoại áo đường

6 tháng sau khi mặt đường cầu Kiên được sửa chữa, hiện trạng của toàn bộ áo đường vẫn trong trạng thái hoạt động tốt, tuy nhiên đã có những phá hoại nhỏ và các vết gồ ghề xuất hiện trên mặt đường vì các lý do sau:

- Cầu kiên khá dốc và các phương tiện tải trọng lớn di chuyển với tốc độ thấp nên thường xuyên xảy ra ùn tắc trên cầu.

- Nhiều xe tải nặng lưu thông qua cầu Kiền hơn so với cầu Bính. Cầu Kiền khá dốc do đó xe tải nặng di chuyển qua sẽ gây ra lực ma sát lớn. Kết quả là mặt đường cầu Kiền bị đẩy xuống dưới do chịu lực ma sát lớn hơn.

Kết quả khảo sát tải trọng trực chứng tỏ rằng cầu Kiền chịu tải trọng lớn hơn nhiều so với cầu Bính. Nếu quá tải được định nghĩa là tải trọng trực lớn hơn 10 tấn, thì số lượng các phương tiện quá tải là nhỏ hơn, tuy nhiên điều kiện chịu tải trọng của cầu Kiền là khá lớn, cần thiết lắp đặt một trạm đo tải trọng để loại bỏ bớt các phương tiện quá tải.

- Đường trên cầu Bính gồm 4 làn, tuy nhiên trên cầu Kiền chỉ có 2 làn (Theo mỗi hướng). Do đó, các xe tải nặng thường chỉ di chuyển trên một làn và cùng một vệt đường, gây ra phá hoại nhanh cho áo đường.
- Nhiệt độ mùa hè ở Hải Phòng đôi lúc lớn hơn 40°C. Nhiệt độ mặt đường do đó cũng tăng nhanh hơn và gây ra phá hoại áo đường nhiều hơn.
- Các ảnh hưởng trên tác động cùng lúc và gây ra phá hoại áo đường trên cầu Kiền nhanh hơn cầu Bính.
- Mặc dù nhiều xe tải nặng được ghi nhận lưu thông, tuy nhiên không xác định được các phương tiện này có chở quá tải hay không vì việc đo tải trọng trực không được thực hiện.
- Trong lần kiểm tra này, các phá hoại của mặt cầu bê tông không được phát hiện.

6.3.2 Các giải pháp khả thi

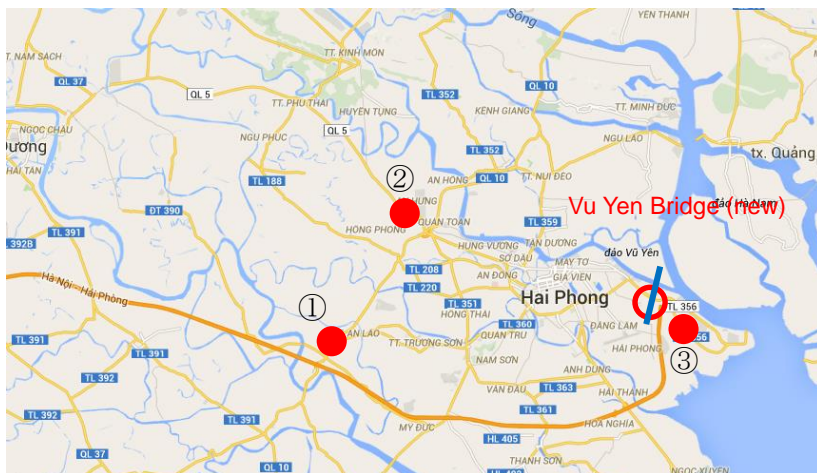
(1) Hạn chế các phương tiện quá tải

1) Lắp đặt các điểm kiểm tra phương tiện quá tải

Cầu Vũ Yên nằm trên đường vành đai thành phố Hải Phòng có các phương tiện tải trọng lớn lưu thông do cảng Lạch Huyện đang trong quá trình thi công. Do đó đề xuất lắp đặt các điểm kiểm tra phương tiện quá tải trước và sau cầu. (Tham khảo Hình 6.3-4)

Mặt khác, cầu Nguyễn Trãi nằm trên tuyến đường kết nối khu vực đô thị cũ và mới, được kỳ vọng giúp giảm thiểu số lượng xe tải nặng lưu thông trên cầu. Tuy nhiên, các xe tải nặng vẫn tận dụng cây cầu này và do đó cần có các biện pháp kiểm tra hàng ngày. Các xe tải nặng được phát hiện sẽ được di chuyển trực tiếp đến các điểm kiểm tra tại cầu Vũ Yên.

- Các vị trí hiện tại đang tiến hành cân tải trọng xe
 - ① QL5: Quán Toan
 - ② QL10: An Lão
 - ③ Khu vực Cảng: dọc TL356
- Các vị trí mới tiến hành cân tải trọng xe
 - ④ Cầu Kiền: Gần khu vực trồng của QL10 (Xã An Hồng)



Các vị trí hiện tại có máy đo tải trọng trực:

- ① Trên tuyến QL56: QuanToan
- ② Trên QL10: An Lão
- ③ Trên cảng: Dọc theo TL356

Các vị trí mới có máy đo tải trọng trực:

- ④ Cầu Vũ Yên

Hình 6.3-4 Các điểm kiểm tra tải trọng trực

2) Đào tạo về quản lý giao thông và quản lý đường bộ

Áo đường bị phá hoại do các phương tiện quá tải có thể gây nguy hiểm cho người đi bộ và ảnh hưởng đến kết cấu cầu. Nước mưa có thể ngấm qua bản mặt cầu bê tông và làm rỉ các thanh cốt thép, do đó có thể gây hư hại bản mặt cầu. Nếu điều kiện này kéo dài sẽ gây ra các hư hại nghiêm trọng hơn và bản mặt cầu cần phải được sửa chữa hoặc thay thế.

Các hình ảnh về sự phá hoại áo đường trên mặt cầu Kiên (Hình 6.3-4). Các phương tiện như xe máy di chuyển sẽ gặp nguy hiểm và một số vị trí bị mất hẳn áo đường. Cây cầu được sửa chữa năm 2014, tuy nhiên nếu tình trạng này còn tái diễn, kết cấu cầu sẽ bị phá hoại về sau.

Do đó, cần thiết đề xuất đào tạo về quản lý giao thông và quản lý đường bộ bằng việc tổ chức các hội thảo về thực tế phá hoại của các phương tiện quá tải tới áo đường và kết cấu cầu.

(2) Kết cấu áo đường chống mòn và chống chảy

1) Khái niệm áo đường trên cầu

Áo đường kháng ăn mòn và kháng chảy có khả năng chống lại sự phá hoại của các phương tiện quá tải khá hiệu quả. Tuy nhiên, loại áo đường này không có độ dẻo tốt như bản mặt cầu. Với các cầu nhịp lớn có độ võng cao, loại áo đường này rất khó để biến dạng theo và thường có xu hướng tách ra khỏi lớp kết dính. Khi mặt cầu mỏng và không thể đỡ tải trọng các phương tiện. Lớp kết dính giữa áo đường và bản mặt cầu có vai trò rất quan trọng. Khi áo đường kháng ăn mòn và kháng chảy được đưa vào sử dụng, lớp kết dính giữa áo đường và mặt cầu cần được kiểm tra kỹ càng, và phương pháp kết dính cũng cần được lựa chọn.

2) Kết cấu áo đường kháng mòn và kháng chảy trên bản mặt cầu

Áo đường có cốt liệu thô được cô định bởi vữa bê tông Asphalt cốt sợi được gọi là Stone Mastic Asphalt (SMA).

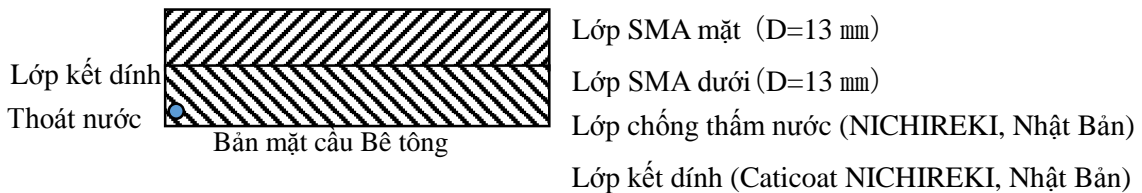
Asphalt nhựa dẻo sử dụng nhựa dẻo để cố định cốt liệu thô. Áo đường phù hợp sử dụng cho

mặt cầu.

Asphalt nhựa dẻo có các đặc tính vượt trội trong phòng thí nghiệm, tuy nhiên việc kiểm soát nhiệt độ cũng như hỗn hợp ngoại công trường khá khó khăn và tốn kém. Loại áo đường này chỉ áp dụng cho một số vị trí đặc biệt và trên thực tế chỉ áp dụng trong một số trường hợp nhất định.

Áo đường SMA có thể được áp dụng các loại máy móc thông thường, do đó loại áo đường này khá kinh tế. SMA có tính chống thấm nước khá tốt và đã được sử dụng với bản mặt cầu trục hướng. Tuy nhiên, càng về sau, độ chống thấm nước càng yếu, độ dẻo không đạt và gây ra các phá hoại lớn. Do đó, loại áo đường này không được áp dụng cho bản trục hướng nữa.

Bản mặt cầu bê tông có độ cứng cao. SMA có sức kháng ăn mòn và kháng chảy cao, có thể chịu được các phương tiện quá tải. Hỗn hợp áo đường SMA được thể hiện như sau:



Hình 6.3-5 Kết cấu áo đường SMA trên bản mặt cầu

3) Các điểm cần lưu ý khi ứng dụng kết cấu áo đường SMA

- Áo đường SMA có sức kháng ăn mòn và kháng chảy cao, tuy nhiên độ dẻo của áo đường thấp nên không phù hợp với kết cấu có độ võng lớn.
- Áo đường qua cầu khá mỏng và không đủ sức chịu lực. Áo đường và bản mặt cầu phải làm việc cùng nhau để chịu tải trọng, do đó lớp kết dính giữa các lớp rất quan trọng.
- Lớp vữa xi măng, bụi và cát trên bản mặt cầu cần được loại bỏ hoàn toàn và bề mặt phải đảm bảo độ phẳng. Lớp kết dính chất lượng cao cần được sử dụng tại bề mặt kết dính.
- Khả năng di chuyển của các phương tiện trên áo đường SMA là kém hơn một chút so với áo đường thông thường khi đạt độ cứng.
- Áo đường SMA không hoàn toàn chống thấm nước. Để ngăn chặn sự phá hoại do thấm nước, cần lắp đặt hệ thống thoát nước bên trong áo đường đảm bảo thoát nước hiệu quả.

4) Các loại áo đường trên mặt cầu ngoài kết cấu áo đường SMA

Áo đường asphalt thông thường có điều chỉnh được áp dụng trên bản mặt cầu

Để tăng sức kháng ăn mòn và sức kháng chảy, lượng chất kết dính asphalt có thể được giảm thiểu, tuy nhiên các phương pháp áo đường không xem xét đến trường hợp các phương tiện

quá tải không cho phép lưu thông trên cầu. Chú ý rằng, việc ứng dụng asphalt có điều chỉnh tuân theo tiêu chuẩn quốc tế.

Chất lượng áo đường thường phụ thuộc nhiều vào công việc quản lý ngoài công trường hơn là việc thiết kế chất kết dính, các tiêu chuẩn này phải được mô tả rõ ràng tại tiêu chuẩn thi công trong hồ sơ thầu.

5) Lớp chống thấm bản mặt cầu

Có 3 loại lớp chống thấm nước trên bản mặt cầu: Màng không thấm nước, loại sơn và loại phun. Có sự khác nhau giữa độ tin cậy và khả năng làm việc

- Độ tin cậy: Màng không thấm nước > loại sơn > loại phun
- Khả năng làm việc: Màng không thấm nước < loại sơn < loại phun

Lớp phòng nước dạng tẩm và dạng che phủ yêu cầu có lớp kết dính, tuy nhiên lớp phòng nước loại màng không yêu cầu lớp kết dính.

Ở Việt Nam, để tránh bị phồng rộp do thiếu công nghệ thi công, đề xuất sử dụng lớp phòng nước dạng che phủ hoặc dạng màng.