

# ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH NỀN ĐÊ SÔNG HỒNG KHU VỰC HÀ NỘI VÀ CÁC TAI BIẾN ĐỊA CHẤT LIÊN QUAN

TRẦN VĂN TƯ, ĐÀO MINH ĐỨC, TRẦN LINH LAN

E-mail: tranvantu92@yahoo.com.vn

*Viện Địa chất - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

Ngày nhận bài: 17 - 8 - 2011

## 1. Mở đầu

Lịch sử phát triển kinh tế, văn hoá và xã hội châu thổ Sông Hồng gắn liền với sự hình thành và phát triển của hệ thống đê. Các sự cố gây ra phá huỷ đê liên quan đến nền đê chỉ mới được phát hiện và đi sâu nghiên cứu vào những năm 90 của thế kỷ XX. Đáng chú ý là sự cố vỡ đê Vân Cốc ngoài năm 1986 cho thấy nước sông còn ở mức báo động II. Vết vỡ theo hướng xiên với trục đê một góc  $15^\circ$ , quy mô phát triển và diễn biến phá huỷ đê cho thấy sự cố liên quan đến thể nằm của lớp cát bụi là sản phẩm đặc trưng của trầm tích dạng hồ đầm lầy ven sông do dịch chuyển của cửa Sông Đáy và Sông Hồng.

Khu vực Hà Nội trong lịch sử tiến hóa của đồng bằng là ranh giới của quá trình biến tiến, do vậy, tồn tại nhiều lớp đất yếu là sản phẩm của các quá trình trầm tích vũng, vịnh, hồ đầm lầy ven biển. Trong Đệ Tứ, dưới tác động mạnh mẽ của tự nhiên và nhân tạo, quy luật chuyển dòng, bồi tích ven Sông Hồng và các sông nhánh có những đặc thù riêng. Hệ thống đê được xây dựng từ lâu với sự không hiểu biết nhiều về tính chất đất nền đê mà nó không được xử lý trước khi xây dựng. Nhiều đoạn đê, đặc biệt khu vực Hà Nội (bao gồm Hà Nội, Vĩnh Phúc, Hưng Yên) được đắp trên nền đất yếu. Nhìn chung, có hai loại hình đất yếu liên quan đến sự phá hỏng của đê, một là đất yếu về cường độ gây ra lún sụt, trượt mái đê, hai là đất dễ bị biến dạng thấm khi có tác động của áp lực thủy động. Một điều đáng chú ý là cấu tạo đặc biệt của địa

tầng nền đê đã tạo ra tiền đề và phát triển các sự cố nêu trên.

Các sự cố đê điều liên quan đến địa chất công trình nền đê có thể coi là các tai biến địa chất. Sự đa dạng về cấu trúc địa chất công trình nền đê dẫn đến sự đa dạng về tai biến địa chất đối với đê điều Hà Nội. Có thể kể ra phổ biến là thấm và biến dạng thấm, lún không đều mặt đê, trượt lở mái đê và bờ sông, nứt thân đê và cuối cùng là thấm họa vỡ đê. Đáng chú ý là lịch sử vỡ đê khu vực này cho thấy chỉ tập trung tại một số điểm như Phúc Thọ, Hải Bối, Ái Mộ,...

Trong bài báo này, các tác giả giới thiệu một số phân đoạn địa chất công trình nền đê đặc trưng của đê Sông Hồng thuộc Hà Nội và các tai biến địa chất liên quan. Các tác giả cũng phân tích nguồn gốc, quy mô phát triển của các hệ tầng đặc biệt có thể dẫn đến các tai biến địa chất.

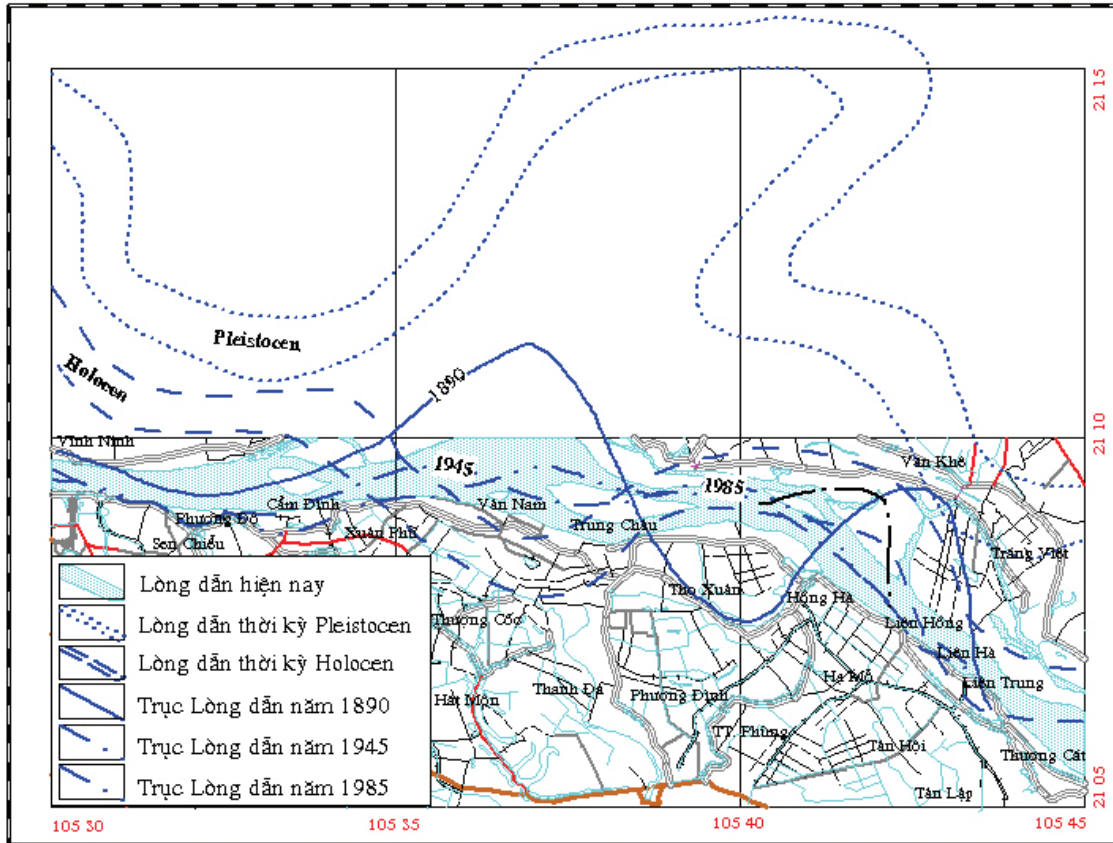
## 2. Đặc điểm địa chất công trình nền đê Hà Nội

### 2.1. Đặc điểm của các dạng địa hình đặc biệt

Hoạt động của Sông Hồng và các sông nhánh làm thay đổi đáng kể địa hình vùng ven sông. Khi chưa có hệ thống đê, quy luật trầm tích tuân thủ theo điều kiện tự nhiên, chủ yếu phụ thuộc vào chế độ hoạt động tân kiến tạo, vào chế độ thủy triều, điều kiện khí tượng, thủy văn và chế độ bùn cát được dòng chảy mang tải. Nhìn chung, khi sông chảy vào vùng trầm tích bờ rời, việc chuyển dòng, tạo dòng mới và tiêu diệt dòng cũ theo một quy luật hết sức phức tạp. Trong quá trình chuyển

dòng, bề mặt đồng bằng bị cắt xẻ và tạo ra nhiều dạng địa hình mới. Hình 1 trích ra lịch sử một số giai đoạn dịch chuyển đường trục lòng Sông Hồng kể từ năm 1890 cho đến 1985 vùng Vân Cốc, Đan Phượng. Qua đó cho thấy trong vòng 100 năm, từ

1890 đến 1985, Sông Hồng có sự biến đổi dòng rất mạnh. Tuy th, do có hệ thống đê điều nên quy luật có sai khác so với tự nhiên. Điều đó được phản ánh bằng các dịch chuyển có tính chất chu kỳ qua lại, [3, 4, 7, 8].



Hình 1. Sơ đồ chuyển dòng Sông Hồng khu vực Vân Cốc

Đáng chú ý ở đây là ba dạng địa hình căn bản liên quan đến ổn định đê:

(i) Địa hình cao nằm thành dải ven theo sông, đây là loại địa hình cổ hình thành trên các sản phẩm của trầm tích Sông Hồng trong thời gian chưa có đê. Trên địa hình này hầu hết là các khu vực dân cư lập lên từ lâu đời, phân bố rải rác ven đê thuộc huyện Đan Phượng, Từ Liêm và Mê Linh. Địa hình cao bị chia cắt mạnh bởi hoạt động của các sông nhánh. Tuy nhiên, chúng được cấu tạo từ sét, sét pha bền vững làm tăng độ ổn định của đê với các tác động của dòng thấm.

(ii) Địa hình bãi bồi hiện đại chủ yếu phân bố ven sông và hiện nay đang tiếp tục diễn ra bên ngoài đê, phần lớn được cấu tạo từ sét, sét pha đặc

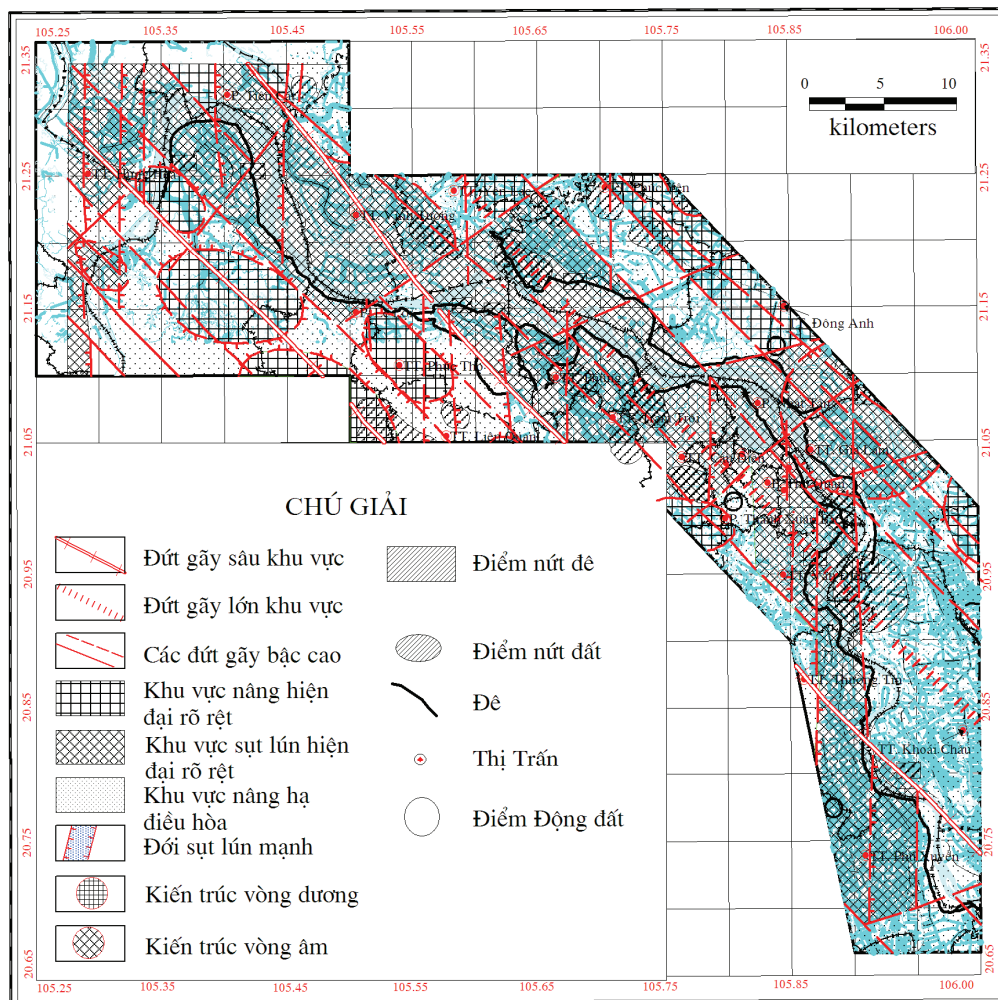
chắc. Địa hình này nằm phổ biến ven Sông Hồng. Tuy nhiên nhiều chỗ có cấu tạo từ tương lòng rõ rệt thể hiện bằng các thành tạo hạt thô như cát mịn và nhỏ. Trên bản đồ thấy rõ khu vực thuộc ngã ba Thao Đà, Liên Hồng (Ba Vì), khu vực đê Vân Cốc, khu vực kè Liên Trì, Văn Quán, Liên Mạc (Từ Liêm), Vĩng La (Đông Anh), Nhật Tân (Tây Hồ), Tầm Xá (Đông Anh), cửa Đuống, Long Biên, Cự Khối, Tự Nhiên (Thường Tín), Quang Lăng (Phú Xuyên),... Đây là các bãi nổi giữa sông hình thành tại các nơi sông bị chuyển dòng mạnh. Địa hình thuộc dạng sóng cát khá cao so với xung quanh. Một quy luật tự nhiên là đê được đắp trên các sóng cát này, hai bên là các trũng kéo dài theo dải thành các hồ ao hiện tại. Đó cũng là nguyên nhân sự cố thấm sủi mạnh với nền đê.

(iii) Địa hình trũng, đầm lầy phân bố rất nhiều nơi đặc biệt các nơi thuộc phía nam khu vực. Nó là kết quả của quá trình sụt lún tân kiến tạo hay là sản phẩm của sự lấp dòng không hoàn chỉnh của các lòng sông cổ bao gồm cả lòng Sông Hồng và các sông nhánh. Ngoài ra, nó còn là kết quả do hoạt động đào bồi của con người. Địa hình trũng thường đi liền với các tướng hồ đầm lầy hiện đại hoặc cổ trên các thành tạo vũng vịnh có tướng sông biển hỗn hợp. Dọc theo đê cả về thượng lưu lẫn hạ lưu nhiều hồ ao kéo dài hiện đang tồn tại ở Thanh Trì, Phú Xuyên, Thường Tín, Đông Anh, Phúc Thọ,... Nhà nước đã chi rất nhiều tiền của để lấp các hồ ao ven đê song cũng chỉ được một số nơi trọng điểm. Hiện nay, sự san lấp tự phát bởi người dân không được quản lý chặt chẽ đã tạo ra lớp đất phủ bề mặt có kết cấu rất yếu.

Đê được đắp từ thời Lý - Trần, vị trí và hướng của nó được quyết định theo hiện trạng hệ thống sông và địa hình hai bên bờ sông lúc đó. Tuy nhiên, do hoạt động của lòng sông từ trước đó, đê được đắp qua nhiều khu vực cấu tạo lên từ tướng lòng với cát hạt mịn đến trung cho nên sự cố về thấm là không tránh khỏi.

## 2.2. Hoạt động tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại

Trên hình 2 là sơ đồ hoạt động kiến tạo và địa động lực hiện đại khu vực đê Sông Hồng Hà Nội. Hệ thống đê và Sông Hồng chịu tác động trực tiếp của các đứt gãy sâu Sông Hồng, Sông Chảy, Vĩnh Ninh và sông Lô theo phương tây bắc - đông nam và các đứt gãy bậc cao như Đông Anh, Hưng Yên, [1].



Hình 2. Sơ đồ kiến tạo và địa động lực hiện đại khu vực đê Sông Hồng Hà Nội, nguồn: Trần Văn Thắng (1999)

Theo Văn Đức Chương (1999), [1], các đứt gãy chính đã nêu ở trên được xác định tương đối chắc chắn dựa vào phân tích địa chất, địa vật lý và viễn thám. Tuy nhiên, các đứt gãy bậc cao hơn cần thiết phải được xác định từ các luận chứng khác nhau để đánh giá đúng mức ảnh hưởng của hoạt động kiến tạo hiện đại đến các công trình xây dựng. Nhưng tác động mạnh với đê và sông lại chính là các đứt gãy bậc cao này.

Về mặt địa động lực hiện đại được thể hiện bởi các đới nâng hạ cục bộ, các kiến trúc vòng, các đới tách giãn kèm sụt lún phương kinh tuyến và hoạt động động đất. Khu vực từ ngã ba Thao Đà đến trung tâm Hà Nội, diện tích sụt lún mạnh bao gồm các đới: Đan Phượng - Hoài Đức; Gia Lâm; Hà Nội. Đồng thời ở khu vực này các hệ thống đứt gãy phát triển khá phức tạp và hoạt động tích cực bao gồm hàng loạt các đứt gãy phương TB-ĐN, ĐB-TN và á kinh tuyến.

Từ trung tâm Hà Nội đến Phú Xuyên, đới sụt lún do tác động ngoài hệ thống đứt gãy TB-ĐN còn có đóng góp lớn của hệ thống đứt gãy á kinh tuyến. Khu vực bị phá hủy mạnh là Thanh Trì và Phú Xuyên. Đoạn Sông Hồng từ Thanh Trì đến Phú Xuyên đang chuyển dòng qua lại biên giới của đới sụt lún và đới nâng hạ điều hòa kẹp giữa đứt gãy sông Cháy và sông Lô.

Trong giới hạn khu vực nghiên cứu, các đới phá hủy phương á kinh tuyến được phát triển chủ yếu ở phần TB đoạn từ Tam Nông - Trung Hà đến Hà Nội. Đây là phần chuyển tiếp giữa miền núi và đồng bằng, nơi mà lớp phủ trầm tích bờ rời khá mỏng nên các đứt gãy hoạt động thường tác động trực tiếp hoặc gần trực tiếp lên hệ thống đê điều và dòng chảy. Ngoài ra, còn kể đến các đới Châu Sơn, Sơn Tây, Vân Cốc, Hồ Tây, Thanh Trì và xa hơn nữa về phía nam là đới Phú Xuyên cũng ảnh hưởng lớn đến đê điều. Do hoạt động địa động lực hiện đại mà có sự tác động rất lớn đến dòng chảy của Sông Hồng và các sông nhánh.

Dòng chảy Sông Hồng ở khu vực ngã ba Thao Đà đến Sơn Tây thường thay đổi hướng rất đột ngột tùy thuộc vào hướng phát triển của đới đứt gãy. Từ phương TB-ĐN ở khu vực Tam Nông đến Trung Hà đột ngột chuyển hướng á kinh tuyến, từ Cô Đô chuyển đột ngột sang phương á vĩ tuyến và từ Tân Hồng lại đột ngột chuyển sang phương á kinh tuyến. Đoạn sông từ Phúc Thọ (Sơn Tây) đến Hà Nội - Thanh Trì hệ thống đê điều của Sông Hồng bị đe

đọa nghiêm trọng và luôn có sự cố. Dòng chảy Sông Hồng phát triển trên phong sụt lún chung nên lòng dẫn tiếp tục mở rộng theo chiều ngang rất mạnh, tích tụ trầm tích lớn, các bãi bồi giữa, bãi bồi thấp rất phát triển. Do vậy, hai bờ sông thường xuyên bị xói lở do lòng dẫn thay đổi, uốn khúc.

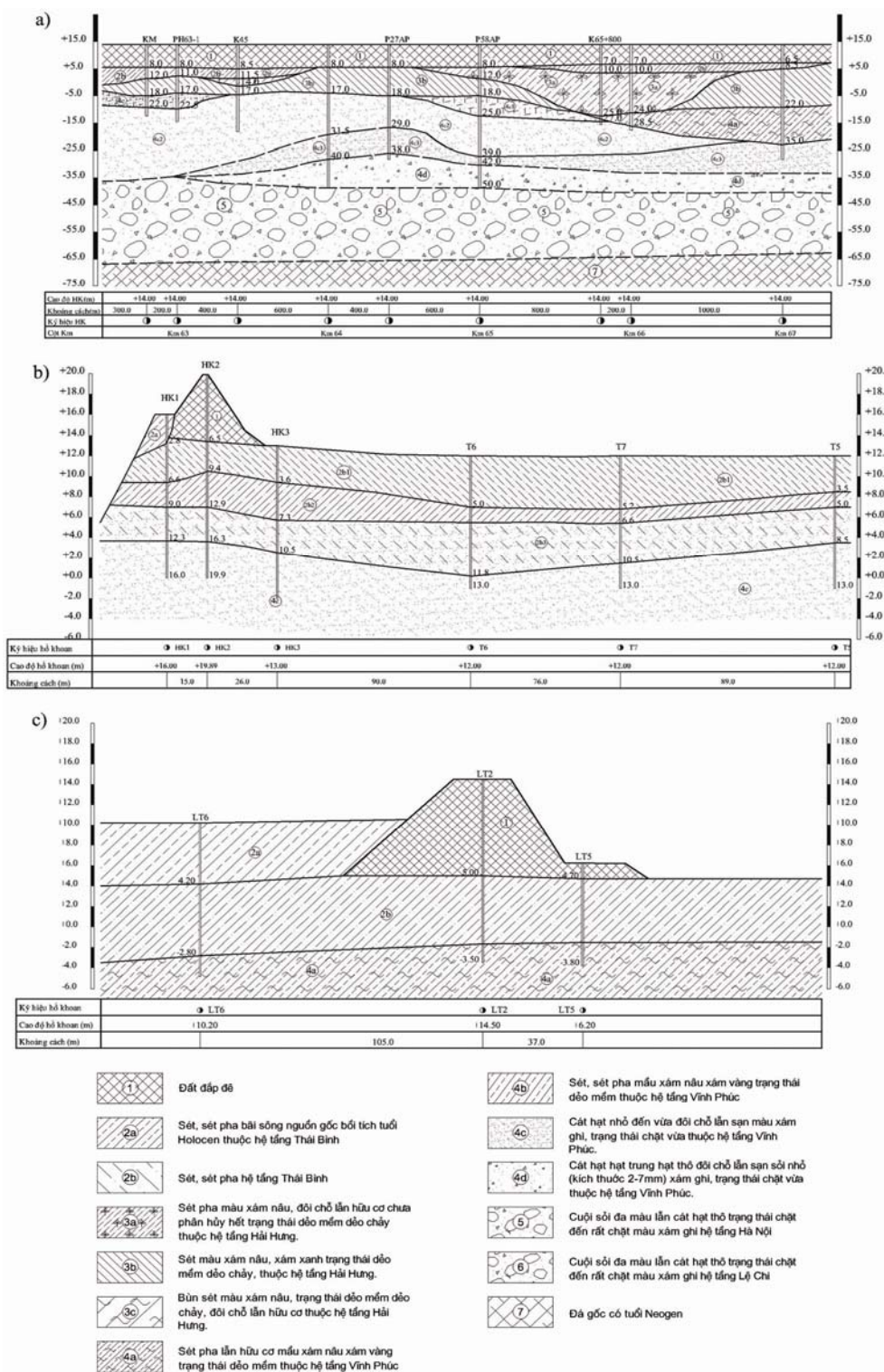
Cửa lấy nước của sông Đuống nằm trùng vùng sụt lún nên khả năng thoát nước tự nhiên cũng bị giảm dần. Cũng tương tự cửa sông Đáy và sông Cà Lồ lại nằm đúng đới sụt lún phương kinh tuyến nên khả năng thu nước tự nhiên của chúng cũng bị suy giảm dần và trong quá trình vận hành chúng cắt qua các khối nâng hoạt động, nếu không đới dòng dẫn kịp thời, chúng sẽ bị suy thoái. Điều này thấy rất rõ đối với sông Cà Lồ do cắt qua khối nâng Vĩnh Yên - Phúc Yên nên lòng dẫn gần như “chết” hẳn. Do khối nâng Chương Mỹ hoạt động đã đẩy lùi sông Đáy về phía đông, vì vậy hiện sông Đáy đang chảy quanh khối nâng Chương Mỹ khá rõ. Chính vì những yếu tố nêu trên mà khả năng thoát lũ của sông Đáy sẽ ngày một suy giảm.

Những ví dụ nêu trên cho thấy đối với vùng đồng bằng, cụ thể là châu thổ Sông Hồng do độ nghiêng của địa hình rất nhỏ nên những yếu tố biến dạng kiến tạo (các đứt gãy hoạt động, các khối nâng - hạ cục bộ) có tác động rất lớn đến sự thay đổi hướng và chế độ động lực dòng chảy hay nói cách khác các dòng chảy ở đây rất nhạy bén với sự thay đổi bình đồ kiến trúc dù đó chỉ là những gì rất nhỏ. Mặt khác, hệ thống sông ngòi ở đây lại phát triển chủ yếu trên các thành tạo bờ rời nên càng tạo điều kiện cho sự thay đổi nhanh lòng dẫn.

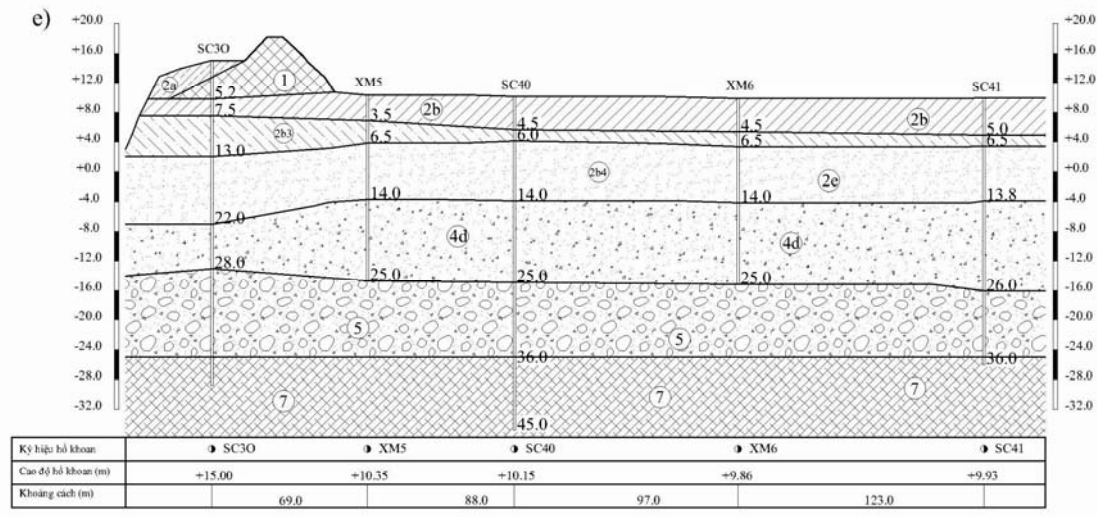
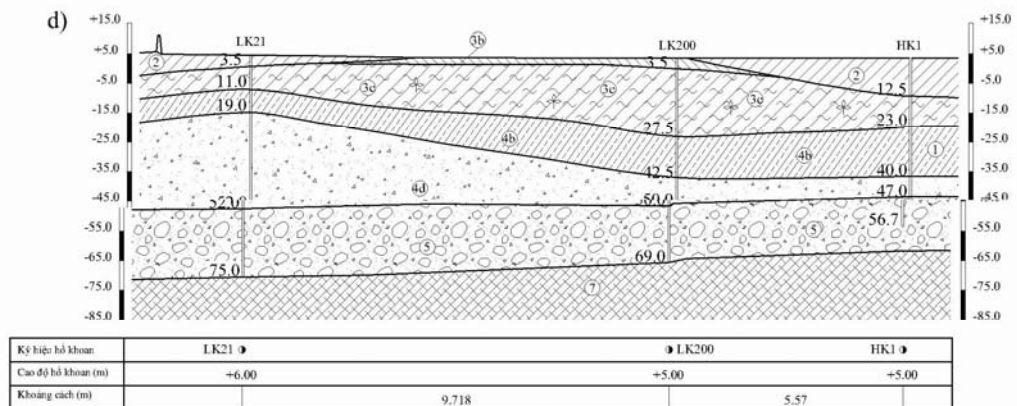
Như vậy, hoạt động tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại không những tác động trực tiếp vào công trình gây nứt đê mà còn làm biến đổi dòng Sông Hồng mạnh mẽ. Sự chuyển dòng này tác động trực tiếp vào đê và làm thay đổi cơ bản địa chất nền đê. Cũng phải nhận thấy rằng khu vực có hoạt động mạnh mẽ của các đứt gãy địa chất nền đê rất phức tạp do hình thành các hệ tầng địa chất đặc biệt. Trong khi đó các khu vực khác với cấu tạo địa chất theo quy luật chung hình thành đồng bằng châu thổ nền đê và lòng sông khá ổn định.

### 2.3. Tính chất địa chất công trình của các tập đất đá

Hình 3, 4 chỉ ra một số mặt cắt địa chất công trình dọc theo tuyến đê Sông Hồng tại một số đoạn đê đặc trưng. Bảng 1 và 2 chỉ ra các tính chất vật lý cơ học của các loại đất chủ yếu của nền đê Sông Hồng thuộc Hà Nội, [10].



Hình 3. Mặt cắt địa chất công trình: a) Dọc đê K63-K67; b) Ngang đê K7+900; c) Ngang đê K47+720



- 1** Đất đắp đắp
- 2a** Sét, sét pha bãi sông nguồn gốc bồi tích tuổi Holocen thuộc hệ tầng Thái Bình
- 2b** Sét, sét pha hệ tầng Thái Bình
- 3a** Sét pha màu xám nâu, đôi chỗ lẫn hữu cơ chưa phân hủy hết trạng thái dẻo mềm dẻo chảy thuộc hệ tầng Hải Hưng.
- 3b** Sét màu xám nâu, xám xanh trạng thái dẻo mềm dẻo chảy, thuộc hệ tầng Hải Hưng.
- 3c** Bùn sét màu xám nâu, trạng thái dẻo mềm dẻo chảy, đôi chỗ lẫn hữu cơ thuộc hệ tầng Hải Hưng.
- 4a** Sét pha lẫn hữu cơ màu xám nâu xám vàng trạng thái dẻo mềm thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc
- 4b** Sét, sét pha màu xám nâu xám vàng trạng thái dẻo mềm thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc
- 4c** Cát hạt nhỏ đến vừa đôi chỗ lẫn sạn màu xám ghi, trạng thái chặt vừa thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc.
- 4d** Cát hạt trung hạt thô đôi chỗ lẫn sạn sỏi nhỏ (kích thước 2-7mm) xám ghi, trạng thái chặt vừa thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc.
- 5** Cuội sỏi đa màu lẫn cát hạt thô trạng thái chặt đến rất chặt màu xám ghi hệ tầng Hà Nội
- 6** Cuội sỏi đa màu lẫn cát hạt thô trạng thái chặt đến rất chặt màu xám ghi hệ tầng Lệ Chi
- 7** Đá gốc có tuổi Neogen

Hình 4. Mặt cắt địa chất công trình: d) Ngang đê K95; e) Ngang đê K32+ 77

**Bảng 1. Tính chất vật lý cơ học các lớp đất chủ yếu nền đê (Đất dính)**

Phục hệ	Loại đất	Thành phần hạt (mm)							Độ ẩm TN	Dung trọng TN	Dung trọng khô	Tỷ trọng	Hệ số rỗng	Giới hạn chảy	Giới hạn dẻo	Lực dính	Góc ma sát trong	Hệ số nén lún $a_{1-2}$	Hệ số thấm	
		>10	10-2	0,5-2	0,25-0,5	0,1-0,25	0,05-0,1	0,05-0,005	<0,005	%	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	%	%	kg/cm <sup>3</sup>	Độ	cm <sup>2</sup> /kg	m/s	
Địa tầng nguồn gốc	Cát pha				5,2	36,2	15,9	32,1	11,3	26,4	1,86	1,47	2,67	0,813	27,5	21,5	0,104	16,93	0,027	8, 10 <sup>-6</sup>
	aQ <sub>2</sub> <sup>3</sup> tb <sub>2</sub>		1,1	1,6	4,1	4,4	11,6	27,8	49,8	37,8	1,8	1,32	2,7	1,038	46,9	27,3	0,289	8,76	0,05	
	Sét pha	2,2	1,6	2	8,2	18,1	48,8	22,6	28,4	1,89	1,47	2,7	0,829	34,9	22,5	0,195	8,9	0,031	5, 10 <sup>-7</sup>	
aQ <sub>2</sub> <sup>3</sup> tb <sub>1</sub>	Bùn				2,8	5,7	16,3	55,1	22,3	47,3	1,79	1,21	2,66	2,192	40,4	26,7	0,047	5,08	0,103	8, 10 <sup>-6</sup>
	Cát pha			2,6	8,7	34,7	21	29	7,6	27,6	1,87	1,46	2,68	0,839	26,8	20,8	0,157	17,19	0,03	
	Sét pha	1,4	1,7	1,8	8	21	45,8	23,3	27,9	1,91	1,5	2,7	0,798	35,1	22,6	0,244	9,11	0,03	4, 10 <sup>-7</sup>	
lbQ <sub>2</sub> <sup>1-2</sup> hh <sub>3</sub>	Sét	1,9	2	1	2,1	14,1	36,8	45,3	30,6	1,87	1,44	2,71	0,881	46,3	26,7	0,392	9,41	0,023		
	bùn				3,8	4,7	15,7	51,8	29,3	56,5	1,74	1,1	2,68	1,407	44	26,5	0,049	5,21	0,111	
	mQ <sub>2</sub> <sup>1-2</sup> hh <sub>2</sub>	Sét		0,7	1,6	2,1	10,5	40,5	46,9	33,2	1,83	1,37	2,7	0,961	45,7	24,8	0,296	7,02	0,038	
lbmQ <sub>2</sub> <sup>1-2</sup> hh <sub>1</sub>	Sét				4,1	5,7	8,8	41,9	39,9	45,2	1,68	1,16	2,67	1,313	50,6	29	0,153	5,96	0,06	
	Sét pha		1,4	1,9	5,2	19	48,3	25,4	36,6	1,81	1,32	2,7	1,057	39,1	26,2	0,157	6,29	0,058		
	bùn	6,2	4,9	2,0	3,7	13,8	40,5	30,3	63,7	1,39	0,88	2,5	1,9	57,9	38,8	0,153	7,76	0,128		
aQ <sub>1</sub> <sup>3</sup> vp <sub>3</sub>	Sét				1,8	8,5	5	47,5	44,2	30,2	1,83	1,4	2,72	0,943	43,2	21,5	0,433	8,85	0,027	
	Cát pha			1,7	2,1	5,5	24,6	50,6	15,7	28,2	1,88	1,45	2,59	0,729	29,3	22,9	0,095	15,03	0,037	
	Sét pha				0,7	7,5	15	47,3	29,5	31,4	1,87	1,42	2,71	0,906	34,8	22,4	0,293	12,64	0,039	
aQ <sub>1</sub> <sup>3</sup> vp <sub>1</sub>	Cát pha	4,60	6,8	16,7	22,8	17,1	28,4	10,2	24,5	1,92	1,54	2,68	0,749	26,3	20,7	0,186	15,16	0,028		
	Sét pha	4,8	5,1	7,0	13,4	18,1	29,7	16,7	25,8	1,91	1,52	2,7	0,779	33,4	20,8	0,273	9,58	0,032		

Một vài đặc điểm về địa tầng:

Địa tầng chủ yếu do trầm tích sông hoặc sông biển hỗn hợp bao gồm các thành tạo dưới đây.

Tầng dưới cùng là đá trầm tích Neogen, hoặc đá gốc có tuổi và thành phần thạch học khác nhau, chiều sâu có chỗ đạt tới trên 100m. Theo Văn Đức Chương (1986), [1], móng cứng của trầm tích Đệ Tứ vùng Hà Nội

gồm các đá trầm tích Neogen hệ tầng Phù Cừ, Tiên Hưng (phía nam Hà Nội), các thành tạo carbonat tuổi Trias (vùng Phúc Thọ) và đá biến chất thuộc hệ tầng Sông Hồng (vùng Ba Vi, Sơn Tây). Nhìn chung, bề mặt đá cứng không bằng phẳng, phụ thuộc vào bề mặt cổ địa lý nhất là tác động của các đứt gãy tân kiến tạo. Tiếp đó là lớp cuội sỏi có nguồn gốc lũ tích (apQ<sub>1</sub><sup>1-2</sup> - hệ tầng Lệ Chi và Hà Nội) chiều sâu bề mặt hệ tầng này khu vực đê thay đổi từ bắc xuống nam (vùng Ba Vi: 15-20m, Phúc Thọ: 20-30m,

**Bảng 2. Tính chất vật lý cơ học các lớp đất chủ yếu nền đê (Đất rời)**

Phụ hệ	Loại đất	Thành phần hạt (mm)							Tỷ trọng	Góc nghi khí khô	Góc nghi khí ướt	Hệ số rỗng		Hệ số thấm	
		>10	2-5	0,5-2	0,25-0,5	0,1-0,25	0,05-0,1	0,05-0,005				<0,005	(g/cm <sup>3</sup> )		(Độ)
Địa tầng - Nguồn gốc															
aQ <sub>2</sub> <sup>3</sup> tb <sub>2</sub>	Cát			9,4	26,7	39,9	13,8	12,4	1,7	2,68	31,37	22,72			4,10 <sup>-5</sup>
aQ <sub>2</sub> <sup>3</sup> tb <sub>1</sub>	Cát		3,5	11	28,5	32,1	12,3	11,1	1,6	2,65	30,1	21,4			4,10 <sup>-5</sup>
1bQ <sub>2</sub> <sup>1-2</sup> hh <sub>1</sub>	Cát		2,3	13,6	28,3	31,6	10,3	12,2	1,7	2,66	30,66	19,49			
aQ <sub>1</sub> <sup>3</sup> vp <sub>1</sub>	Cát		4,0	12,8	28,6	27,9	13,9	10,9	1,8	2,67	30,03	21,56			5,310 <sup>-5</sup>
aQ <sub>1</sub> <sup>2</sup> hn	Cát	11,8	4,5	16,4	31,4	22,2	13,7				36,8	32,9	1,3	0,5	
hn-vp	Cát cuội	24,6	12,8	18,5	20,1	12,6	11,1			2,67	35,12	32,82	1,047	0,635	4,610 <sup>-4</sup>

Trung tâm Hà Nội: 30-40m, Phú Xuyên: 40-65m). Đây là tầng chứa nước có áp chính của vùng trung Hà Nội. Tại một số mặt cắt cực bắc khu vực, lớp cuội sỏi này ở độ sâu nhỏ và thông với lòng sông, nước sông có thể ảnh hưởng trực tiếp đến nước ngầm tầng nông trong đồng gây ra các sự cố về thấm của đê.

Hệ tầng Vĩnh Phúc nằm phía trên hệ tầng Hà Nội với nguồn gốc sông, biển và sông biển hỗn hợp. Thành phần đa dạng với lớp cát hạt thô đến trung đôi khi có lẫn cuội sỏi, cũng tham gia vào hình thành lên tầng chứa nước có áp khu vực. Lớp cát này ở độ sâu không lớn, ở phía bắc khu vực hầu hết đáy sông cát vào nó làm cho thêm mất ổn định bờ sông. Nhiều nơi tạo ra khối sập lớn như ở Ba Vi, Linh Chiểu. Cùng với lớp cát này là lớp sét loang lổ nguồn gốc sông biển hỗn hợp (amQ<sub>1</sub><sup>3</sup>). Lớp đất này khá rắn chắc, ổn định cao về mặt chịu tải và chống thấm, là cấu tạo chủ yếu của địa hình cao trong khu vực. Cùng tuổi còn trầm tích dạng hồ đầm lầy chủ yếu là bùn và than bùn có cường độ yếu song vì đặc điểm phân bố mà không ảnh hưởng nhiều đến đê. Hệ tầng Hải Hưng với nguồn gốc biển, hồ đầm lầy ven biển và đầm lầy sông biển hỗn hợp là tầng đất yếu chủ yếu của khu vực. Tầng Hải Hưng phạm vi phân bố phía bắc có thể đến qua hồ Tây, rải rác khu vực cửa Đuống. Tuy nhiên, do hoạt động của Sông Hồng nó bị bào mòn nghiêm trọng. Tầng đất bùn hệ tầng Hải Hưng là nguyên nhân chủ yếu gây biến dạng móng công trình kể cả đê và các công trình đất khác. Nó cũng là nguyên nhân chính biến dạng mặt đất do khai thác nước ngầm. Trên mặt cắt thấy rõ tầng Hải Hưng phân bố nền đê từ hồ Tây xuống phía nam cả đê tả và đê hữu Sông Hồng, phổ biến nhất khu vực Thường Tín và Phú Xuyên. Hệ tầng Thái Bình hình thành do trầm tích sông, chủ yếu là sét, sét pha có chỉ tiêu vật lý cơ học khá tốt. Với chiều dày

đến chục mét là tầng bảo vệ tốt cho biến dạng thấm và làm móng cho các công trình xây dựng nhỏ. Tuy nhiên, với trầm tích trong điều kiện đặc biệt với hồ móng ngựa hoặc hồ đầm lầy mà hình thành lên tầng bùn có chiều dày nhỏ hơn 10m. Trong điều kiện trầm tích dạng tương lòng cũng tồn tại tầng cát mịn, cát pha ảnh hưởng lớn đến thấm và biến dạng thấm.

Như vậy, về mặt địa tầng địa chất nền đê Sông Hồng thuộc Hà Nội có một số đặc điểm nổi bật sau đây với sự làm việc bình thường của đê:

- Tầng thông nước chính bao gồm từ cuội sỏi, cát hạt thô đến mịn phân bố khắp khu vực với độ sâu bề mặt khác nhau. Tùy thuộc vào độ sâu bề mặt mà Sông Hồng có thể cát vào tầng này gây nên sự thông lưu với nước ngầm có áp khu vực hoặc nước ngầm tầng không áp ven đê.

- Lớp cát pha, cát bụi rất nhạy cảm với sự tác động động khi bão hoà nước. Chúng phân bố với độ sâu không lớn do vậy ảnh hưởng trực tiếp đến đê, [2].

- Lớp đất sét, sét pha hệ tầng Thái Bình phủ đều lên bề mặt có tác dụng bảo vệ biến dạng thấm. Tuy nhiên, tầng này bị xâm hại mạnh do chuyển dòng Sông Hồng và sông nhánh, do hoạt động nhân sinh kinh tế nên khả năng bảo vệ biến dạng thấm cho đê bị giảm sút, thậm chí nếu chỗ nào chiều dày mỏng có thể gây vỡ đê.

- Tầng đất yếu chủ yếu là bùn tuổi Holocen sớm - giữa đến hiện đại. Nếu phân bố gần mặt đất gây nên biến dạng lún lớn và trượt lở mái đê.

Quan hệ về mặt địa tầng các lớp đất trên cho mô hình làm việc của đê. Mô hình làm việc của địa chất nền đê có ba tầng: tầng phủ sét - sét pha dày, có ổn định thấm tốt; tầng thông nước bao gồm cuội

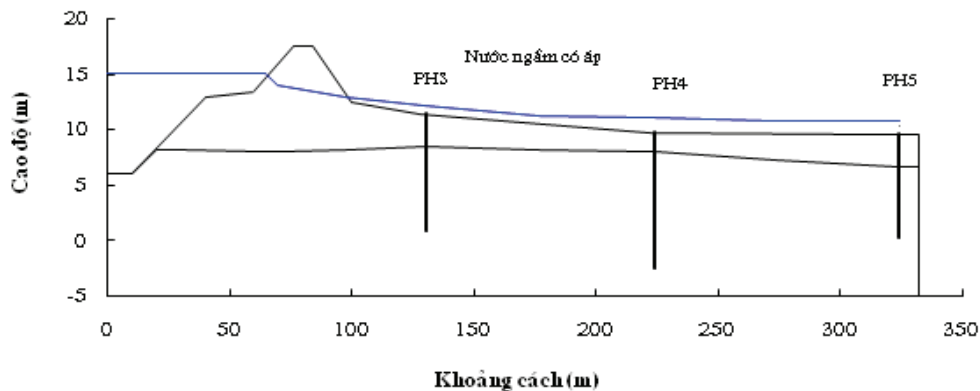


sỏi đến cát hạt mịn; tầng giữa là lớp đất đặc biệt từ cát pha, cát bụi đến tầng bùn. Khu vực cát hạt trung - mịn nhô cao, dễ bị thấm sủi mạnh. Khu vực tầng bùn ở độ sâu không lớn gây ra trượt lở mái đê và lún mặt đê mạnh. Đặc biệt nguy hiểm khi tầng cát pha cát bụi nhô cao với tầng chống thấm bên trên mỏng có thể dễ dàng gây biến dạng thấm. Với sự hoạt động kinh tế xã hội và phát triển dân số mà các vùng trũng ven đê được san lấp dần để ở. Người ta đào bới và san lấp không có quy hoạch hướng dẫn, đồng thời đất lấp không được đầm chặt là nguyên nhân tiềm ẩn cho biến dạng thấm. Nhiều nơi vào mùa mưa khi có lũ, lớp đất bề mặt bùng nhùng, lầy lội.

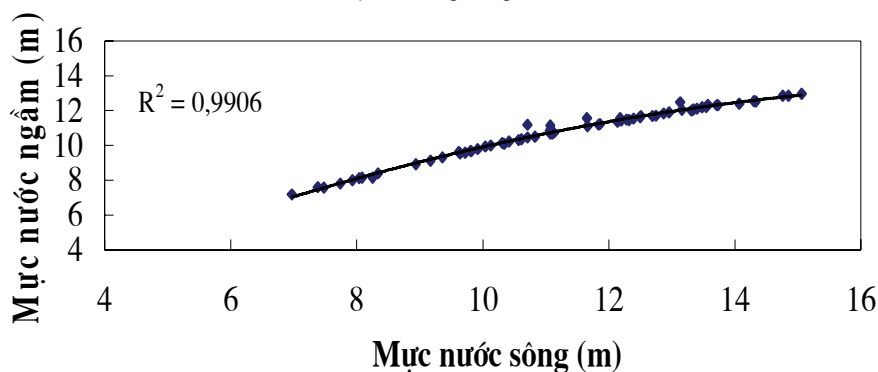
Tính chất vật lý cơ học của các lớp đất chủ yếu cấu tạo nên nền đê được trình bày trên bảng 1, 2. Chúng được phân ra làm 4 dạng liên quan đến độ ổn định công trình: lớp đất rời với hệ số thấm lớn; đất dính có cường độ cao; đất bùn và đất; đặc biệt, chủ yếu là sét pha - cát bụi. Nguồn gốc và tính chất của các lớp đất này đã được nêu trong chú giải mặt cắt và được phân tích bên trên.

#### 2.4. Tương tác của nước mặt và nước ngầm ven sông

Trong nghiên cứu địa chất thủy văn, khu vực Hà Nội có 3 phức hệ chứa nước chính. Phức hệ Pliocen-Pleistocen ( $N_2-Q_1$ ), nước ngầm có áp được chứa trong tầng đá nứt nẻ. Phức hệ Pleistocen giữa và trên ( $Q_1^{2-3}$  - tầng chứa nước qp), nước ngầm có áp được chứa trong tầng cát cuội sỏi. Phức hệ chứa nước lỗ hổng ( $Q_2$  - tầng chứa nước qh). Về mặt thủy lực, nhiều nơi các tầng chứa nước thông với nhau và thông với nước mặt tạo lên sự phức tạp của động thái nước ngầm, đặc biệt các vùng ven sông. Nó ảnh hưởng trực tiếp đến đê và các công trình xây dựng khác. Sự bổ sung nước sông vào tầng nước có áp đã làm giảm sụt lún mặt đất do khai thác nước ngầm khu vực đó, mặc dù vẫn tồn tại tầng đất yếu. Sự gia tăng áp lực nước ngầm vào mùa lũ đã dẫn tới một loạt các sự cố về thấm và biến dạng thấm của nền đê. Hình 5 và 6 cho một ví dụ về tình trạng nước dưới đất ven đê khu vực Sen Chiểu về mùa lũ.



Hình 5. Mực nước áp lực trong đồng khi lũ lên tại K32+960



Hình 6. Tương quan giữa nước sông và nước ngầm tại PH3

Tương quan chặt chẽ giữa nước sông và nước ngầm trong đồng đã chứng tỏ sự liên hệ về mặt thủy lực giữa nước mặt và nước ngầm. Điều này cũng giải thích tại sao khu vực Phúc Thọ và Ba Vì áp lực nước ngầm do lũ lên có độ lớn ở nơi cách hàng cây số về phía đồng (khi có lũ các giếng nước ăn cách đê hàng cây số vẫn dâng cao). Hiện tượng này là phổ biến ở các khu vực ven sông từ ngã ba Thao Đà về trung tâm Hà Nội và nhiều điểm thuộc Thanh Trì, Thường Tín, Gia Lâm. Tuy nhiên, cũng nhiều nơi, đặc biệt khu vực Phú Xuyên, Thường Tín, tầng cát nằm sâu nên sự liên hệ nước mặt và nước ngầm có tương quan kém chặt chẽ.

### 3. Các tai biến địa chất liên quan đến độ bền vững của đê

Các tai biến địa chất được coi là hậu quả của môi trường địa chất dưới tác động của tự nhiên và nhân tạo đến hoạt động kinh tế - xã hội, đến sự làm việc của công trình xây dựng và môi trường tự nhiên, trong đó có cả bản thân môi trường địa chất. Tai biến địa chất xảy ra với đê điều được coi là các tác động nguy hiểm của địa chất nền đê đến sự làm việc bình thường của đê, có thể gây vỡ đê hoặc ảnh hưởng đến kết cấu công trình. Trong khu vực đê Sông Hồng, Hà Nội có 6 loại hình sự cố cơ bản liên quan đến tai biến địa chất nền đê:

(i) Thẩm lậu, đùn sủi thân và nền đê, sự phát triển gia cường của biến dạng thấm dẫn đến lún sụt và vỡ đê.

(ii) Hiện tượng xói lở bờ sông rất nghiêm trọng gây nên mất ổn định cho đê.

(iii) Hiện tượng lún mặt đê quá cho phép gây ra sự lồi lõm mặt đê, làm khó khăn trong giao thông và làm tiền đề cho các phá hỏng khác.

(iv) Hiện tượng sạt trượt mái đê thậm chí cắt sâu vào thân đê và nền đê gây ra các phá huỷ thân đê.

(v) Các tác động trực tiếp của hoạt động kiến tạo hiện đại bao gồm tác động từ từ và chấn động gây nên nứt đê.

(vi) Nứt ngang đê và bãi sông kéo dài đến tận bờ sông.

Theo nghĩa cổ điển đây, chính là các quá trình địa chất công trình động lực với nền đê khi có lũ. Hiện tượng xói lở bờ sông rất nghiêm trọng, gây nên mất ổn định cho đê xảy ra chủ yếu do hoạt

động địa động lực hiện đại, hiện trạng dòng chảy mặt, cấu tạo địa chất bờ sông và một phần do hoạt động nhân sinh kinh tế. Đây là vấn đề phức tạp cần có nghiên cứu riêng. Các tác động trực tiếp của hoạt động kiến tạo hiện đại bao gồm tác động từ từ và chấn động gây nên nứt đê được nghiên cứu trong chương trình 48.02 vào những năm 90 của thế kỷ XX do GS. Nguyễn Trọng Yêm làm chủ nhiệm. Thời gian đó, một loạt các đoạn đê bị nứt nghiêm trọng đã làm xôn xao giới quản lý và khoa học. Khu vực Hà Nội nứt đê rất nghiêm trọng ở Văn Quán, Tân Hồng, Khê Thượng, Phú Xuyên. Tuy nhiên, xảy ra nứt nghiêm trọng nhất là các đoạn đê được đắp bằng cơ giới, đầm chặt, [9]. Hiện tượng nứt đê xảy ra hàng loạt có lẽ do tác động đồng thời của các yếu tố như hoạt động địa động lực hiện đại, co ngót, nền đất yếu. Ở đây dạng tai biến này cũng không đề cập nhiều. Như vậy tai biến địa chất ở đây được đề cập chủ yếu là thấm và biến dạng thấm nền đê; trượt lở mái đê, lún gây biến dạng lớn mặt đê và hiện tượng nứt ngang đê cùng với bãi chạy ra đến bờ sông.

#### 3.1. Hiện tượng thấm và biến dạng thấm

Hiện tượng thấm không phải là một tai biến địa chất, song thấm lớn qua công trình ngăn nước lại là một hiện tượng có hại với mục đích sử dụng của công trình. Thấm lớn làm tăng áp lực thấm ở hạ lưu công trình, gây nên các tác động có hại lên công trình. Với đê, thấm lớn khi có lũ làm ảnh hưởng đến sinh hoạt bình thường của dân cư ven đê và gây ra áp lực lớn lên tầng đất bảo vệ gần mặt đất và có thể gây hiện tượng bục đất sau này sẽ miêu tả chi tiết. Thường lũ với báo động 3 trở lên, mực nước lũ so với bãi thượng lưu 4-4,5m, so với trong đồng khoảng 6,0-6,5m. Với lời giải bằng phương pháp phần tử hữu hạn trên chương trình SEEP/W, [6] cho một loạt mặt cắt đê từ Ba Vì, Phúc Thọ, Đan Phượng đến các vị trí sự cố của khu vực Thanh Trì K79-K85 cho thấy:

- Áp lực thấm vào tầng chắn nước trên mặt trong trường hợp không có vùng thoát ở hạ lưu có thể lên đến 5-6m, phổ biến ở 4-5m. Tuy nhiên, trong trường hợp có vùng thoát như các giếng khơi, ao hồ thì áp lực thấm chỉ còn 1,5-2,5m.

- Gradient thủy lực trong bài toán không có vùng thoát rất nhỏ thường nhỏ hơn 0,1. Tuy nhiên, trong trường hợp có ao hồ cách chân đê 50m,

gradient thủy lực lớn nhất lên tới 3,38, thường từ 0,7 đến 1,0.

Đất bị phá hủy kết cấu dưới tác động của thấm được gọi là biến dạng thấm. Biến dạng thấm của đất phát triển lan tỏa có thể gây phá hủy công trình dẫn đến tai biến. Có ba hiện tượng cần lưu ý đó là xói ngầm, cát chảy và bục đất.

Xói ngầm xảy ra từ từ với loại đất bất đồng nhất chủ yếu là cát pha, cát bụi (hệ số bất đồng nhất  $\eta > 20$ ), gradient dòng thấm  $J > 0,25$  (theo Ixtomina, [6]). Gradient dòng thấm lớn chỉ khi có dị thường ở hạ lưu đề như ao hồ, các hố làm gạch hoặc đào bới của dân chúng, các giếng đào lấy nước ăn. Trị số này còn lớn hơn nữa khi dị thường gần chân đề hơn.

Hiện tượng cát chảy cũng xảy ra do tác động của dòng thấm. Theo đúng nghĩa của nó, hiện tượng chỉ xảy ra với đất loại cát và gradient dòng thấm vượt qua trị số giới hạn. Theo tính toán, [6] lớp cát bụi và mịn khu vực Phúc Thọ khi chảy có mái dốc khoảng 3-5°, phù hợp với độ dốc của đáy sông từ ven bờ ra giữa dòng.

Như vậy các loại cát pha đến cát bụi, thuộc nền đề Hà Nội có thể xảy ra xói ngầm và cát chảy. Hiện tượng cát chảy và xói ngầm chỉ xảy ra khi hội đủ ba điều kiện sau: (i) Đất có tính chất phù hợp, (ii) Có gradient dòng thấm vượt quá trị số giới hạn và (iii) Phải có vùng thoát, nghĩa là hiện tượng xảy ra phải có cơ hội kéo dài không tự triệt tiêu. Điều kiện thứ ba rất quan trọng, khi không có miền thoát, hiện tượng xảy ra sẽ tự triệt tiêu, cho nên hiện tượng bục đất sau đây giúp hiện tượng xói ngầm và cát chảy phát triển không ngừng.

Bục đất là hiện tượng phá hủy lớp đất không thấm bề mặt đất dưới tác động của áp lực thấm. Nền đề Hà Nội phổ biến có lớp đất trầm tích sông hệ tầng Thái Bình là sét và sét pha phủ trên bề mặt. Chiều dày của nó phụ thuộc vào điều kiện trầm tích và hoạt động nhân sinh kinh tế. Công thức sau đây được xác định là chiều dày giới hạn không bị bục đất, [6]:

$$[t] = k \frac{-\left(4 \frac{C}{\gamma_{dn}} + 1\right) + \sqrt{\left(4 \frac{C}{\gamma_{dn}} + 1\right)^2 + 2\lambda \operatorname{tg} \varphi \frac{H\gamma_n}{\gamma_{dn}}}}{\lambda \operatorname{tg} \varphi}$$

Trong đó,  $t$  là chiều dày cho phép,  $m$ ;  $C$  là lực dính kết của đất,  $H$  là áp lực nước thấm,  $m$ ;  $\varphi$  là góc ma sát trong của đất;  $\lambda$  là hệ số áp lực hông,  $k$  là hệ số an toàn. Như vậy, với đất sét pha hệ tầng

Thái Bình 1, chỉ tiêu vật lý cơ học là  $\gamma_{dn} = 0,91 \text{ g/cm}^3$ , góc ma sát trong  $\varphi = 9,11^\circ$ , lực dính kết  $C = 0,244 \text{ kg/cm}^2$  thì với áp lực nước tại đáy lớp là 1, 2, 3, 4, 5 và 6m thì  $t$  trong trường hợp lấy hệ số an toàn  $k=1$ , lần lượt là 0,43; 0,86; 1,28; 1,68; 2,08 và 2,48m. Trong trường hợp có lũ lớn vào cấp báo động 3 thì áp lực nước ngầm trong đề có thể lên đến 6m, nhiều chỗ có chiều dày tầng phủ nhỏ hơn 2,48m có thể bị bục đất. Sau đó, quá trình cát chảy và xói ngầm xảy ra mạnh mẽ gây ra vỡ đề.

### 3.2. Hiện tượng trượt lở mái đề

Một dạng tai biến địa chất phổ biến là trượt lở mái dốc của công trình đất trên nền đất yếu. Sự trượt lở này khác với trượt lở khi ta đào đất. Vì đề được đắp không được thăm dò địa chất hoặc không được xử lý nền, nhiều nơi tầng bùn thành tạo thời kỳ Holocen sớm và muộn dưới nền đề đều ảnh hưởng đến ổn định mái đề. Thường đề có độ dốc mái thượng lưu là 2, hạ lưu là 3 hoặc lớn hơn nữa. Đề nghiên cứu bài toán ổn định về trượt ta sử dụng phần mềm SLOPE/W, [7]. Mặt cắt gồm: Thân đề (lớp 1), lớp 2 là sét-sét pha hệ tầng Thái Bình có chiều dày 0-3m hoặc lớn hơn, lớp 3 là tầng bùn hệ tầng Thái Bình hoặc Hải Hưng dày 5-10m, lớp 4 là cát hoặc sét hệ tầng Vĩnh Phúc. Chỉ tiêu vật lý cơ học của các lớp cho trên bảng 1, 2. Hệ số an toàn mái đề phụ thuộc chủ yếu vào độ dày lớp 2 và hệ số mái dốc. Kết quả tính toán ở bảng 3.

**Bảng 3. Hệ số an toàn của mái đề**

Chiều dày lớp 2 (m)	Hệ số mái dốc	K
0	2	0,792
0,5	2	0,821
1	2	1,037
3	2	1,171
0	3	0,885

Từ kết quả trên cho thấy việc tăng chiều dày tầng phủ có ý nghĩa hơn việc tăng hệ số mái dốc. Tuy nhiên khi đắp cơ đề người ta đồng thời tăng cả chiều dày tầng phủ và hệ số mái dốc.

### 3.3. Lún mặt đề do nền đất yếu

Đây cũng là tai biến phổ biến cho đề với nền đất yếu. Như trên đã nêu, tầng bùn hệ tầng Hải Hưng và Thái Bình phân bố nhiều nơi ở nền đề. Với mô đun biến dạng lớn gây ra biến dạng lún lớn với mặt đề. Hiện tượng càng nghiêm trọng khi có các phương tiện giao thông có tải nặng đi trên đề.

Theo tính toán bằng phương pháp phân tử hữu hạn, tầng bùn phân bố với độ sâu từ 0 đến 5m ảnh hưởng rất lớn đến độ lún mặt đê. Trong một bài toán với tầng bùn chiều dày 8m, phân bố với độ sâu 2m đã gây ra độ lún mặt đê đến 0,25m. Trị số này vượt quá giá trị cho phép với công trình đất.

Tầng bùn hệ tầng Thái Bình xuất hiện chủ yếu ở vùng Phúc Thọ với sự dịch chuyển mạnh mẽ của cửa Đáy và Sông Hồng trong lịch sử. Khu vực phân bố tầng bùn hệ tầng Hải Hưng chủ yếu ở khu vực nội thành Hà Nội, vùng Gia Lâm, Đông Anh và Thường Tín, Thanh Trì.

### 3.4. Nứt đê và bãi sông

Đây là hiện tượng mới xuất hiện vào những năm 1995-2000 ở vùng Phúc Thọ, Sơn Tây. Vết nứt cắt qua thân đê, qua bãi và ra đến bờ sông. Vết nứt thường cắt hết tầng sét-sét pha (chiều dày từ 3 đến 5m), hình nêm với chiều rộng 0,25-0,30m và khoảng cách 6-10m. Cùng thời gian này cũng phát hiện thấy hiện tượng tương tự ở đê nhiều nơi khác ở miền Bắc và miền Trung (Đê sông La, Hà Tĩnh). Khu vực Phúc Thọ và Sơn Tây được khảo sát và đánh giá [5, 6], với nguyên nhân sau đây: Do tồn tại của lớp cát bụi và cát pha dưới tầng đất sét và sét pha. Về mùa cạn, nước sông rất thấp có hiện tượng thấm ngược từ đồng ra sông. Lớp cát bụi và cát pha bị lôi kéo (cát chảy) ra sông và làm rỗng bên dưới lớp sét và sét pha bề mặt. Quá trình phát triển mạnh mẽ và gây ra phá hủy tầng bề mặt, gây ra nứt theo hướng thể nằm của lớp cát bụi, cát pha. Trong bài toán tính thấm giải bằng chương trình SEEP/W, các nhà khoa học Viện Địa chất đã xác định được gradient lớn nhất của dòng thấm đạt tới 0,287 khi thấm từ đồng ra sông, đủ sức lôi kéo các hạt cát bụi, mịn và gây ra phá hủy tầng đất này.

Các vết nứt kiểu này ở ven sông có thể tạo thành các phễu sụt mà nhiều người cho rằng đó là các hố địa ngục nếu nó liên quan đến đường giao thông và nhà dân. Cũng phải nhấn mạnh rằng, khu vực Hà Nội có thể dự báo sẽ hình thành các hố trên đường giao thông kiểu như ở thành phố Hồ Chí Minh thời gian qua.

### 4. Một vài thảo luận thay lời kết luận

Hệ thống đê đồng bằng Bắc Bộ nói chung và Hà Nội nói riêng gắn liền với sự phát triển văn hóa, xã hội vùng châu thổ Sông Hồng và có ý nghĩa lịch sử to lớn. Thời Nguyễn đã có những tranh luận gay

gắt và kéo dài về sự tồn tại hệ thống đê đồng bằng Bắc Bộ. Song chính quyền Trung ương vẫn giữ nguyên và ngày càng tu bổ thêm hệ thống đê. Thời phong kiến và Pháp thuộc, đê bị vỡ rất nhiều kể cả khu vực Hà Nội. Tuy nhiên, thời kỳ từ 1945 trở lại đây vỡ đê đã được hạn chế tối đa. Đó thể hiện nỗ lực của toàn dân và bộ máy chính quyền của nhà nước ta, trong đó có sự đóng góp lớn của đội ngũ khoa học công nghệ. Phát hiện vai trò địa chất nền đê đến ổn định đê vào những năm 90 của thế kỷ trước có sự đóng góp rất lớn của các cán bộ khoa học Viện Địa chất, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Một số mặt cắt địa chất nền đê trình bày bên trên đặc trưng cho các khu vực đã từng xảy ra các sự cố nghiêm trọng với đê điều. Tuy nhiên với độ dài hàng trăm ki lô mét, đê có sự bất đồng nhất rất cao về mặt địa chất nền đê. Đê hiểu hết địa chất nền đê trong điều kiện phức tạp về điều kiện trầm tích Đệ Tứ, về địa mạo, về địa động lực hiện đại khu vực là việc rất khó khăn và phải kéo dài, tốn rất nhiều kinh phí.

Với các phân tích điều kiện địa chất công trình nền đê Hà Nội và các tai biến địa chất liên quan bên trên giúp cho các nhà quản lý đê thêm cơ sở khoa học để phòng chống các sự cố xảy ra trong mùa lũ.

### TÀI LIỆU DẪN

[1] *Văn Đức Chương* (chủ biên), 1999: Nghiên cứu xác định các khu vực cấu trúc địa chất nền đê xung yếu ở đồng bằng Bắc Bộ. Lưu trữ Viện Địa chất, Hà Nội.

[2] *Vũ Cao Minh* (chủ biên), 1986: Các đánh giá bước đầu về nguyên nhân gây sự cố vỡ đê Văn Cốc ngoài. Báo cáo lưu trữ tại Viện Địa chất.

[3] *Nguyễn Quang Mỹ, Nguyễn Thanh Sơn*, 2000: Đặc điểm xói lở và bồi tụ tại đới đứt gãy Sông Hồng (đoạn Việt Trì về Hà Nội). Tạp chí Các KH về TĐ, T.22, 4, 436-441.

[4] *Trần Văn Tư*, 2001: Địa chất Đệ Tứ với hiện tượng xói lở bờ Sông Hồng đoạn Việt Trì - Đan Phượng. Tạp chí Địa chất, 267, 77-83.

[5] *Trần Văn Tư*, 2003: Tính chất của các lớp đất nền đê và hiện tượng thấm sùi nền đê và bờ Sông Hồng khu vực Phúc Thọ và Đan Phượng (Hà Tây). Tạp chí Các KH về TĐ, T.25, 4PC, 544-550.

[6] *Trần Văn Tư*, 2004: Những sự cố liên quan

đến biến dạng thấm với đê và bờ sông hữu Hồng khu vực Phúc Thọ, Đan Phượng (Hà Tây). Tạp chí Các KH về TĐ, T.26, **1PC**, 30-37.

[7] *Trần Văn Tư, Vũ Cao Minh*, 1997: Đánh giá áp lực nước ngầm nền đê Hà Nội qua hệ thống thiết bị đo áp. Tạp chí Các KH về TĐ, T.19, **2**, 154-157.

[8] *Ngô Trọng Thuận*, 1990: Xây dựng mô hình tính toán diễn biến dòng sông vùng hạ lưu các sông lớn phục vụ cho khai thác tài nguyên nước ở

vùng tam giác châu. Báo cáo đề tài cấp Bộ. Tổng cục Khí tượng thủy văn, Hà Nội.

[9] *Nguyễn Trọng Yêm* (chủ biên), 1985: Báo cáo chương trình cấp nhà nước 48.02 “Chuyển động hiện đại và sự thành tạo khe nứt hiện đại trũng Sông Hồng”. Lưu trữ TTKH&CNQG, Hà Nội.

[10] *Viện Địa chất*, 1981-1990: Các báo cáo lưu trữ về khảo sát đê Sông Hồng thuộc Hà Nội, Hà tây, Vĩnh Phúc, Hưng Yên.

## SUMMARY

### **Geological engineering characteristic of Red River dyke basement in Hanoi and concerning geological hazards**

Series of problems of infiltration and seepage deformation, as well as slope failure of river band and dike of Red River in Hanoi has made the administrators and people to be fearful. In history, dike breaks have occurred in many places, influencing on the social-economic situation of the region. The major cause of the above geological hazards is engineering geological conditions of the dyke foundation. This paper presents analysis on the formation and geological engineering properties of the Quaternary sediment near Red River, especially dyke foundation in Hanoi. Simultaneously, the paper have marked out some of the geological hazards such as infiltration, seepage deformation in the flood, dyke slope slide, settle of the dyke surface and the cracks extend from dyke to the river bank. These information are useful to the administrator to defend dyke in flood season.