

CÔNG NGHỆ VÀ VẬT LIỆU SỬ DỤNG TRONG XÂY DỰNG ĐẬP Ở VIỆT NAM

Phan Đình Văn

Viện khoa học Thủy lợi Việt Nam

Tóm tắt: Ngày nay, cùng với sự phát triển của công nghệ và khoa học kỹ thuật, nhiều công trình xây dựng áp dụng công nghệ mới đã được thi công tại Việt Nam.. Đập là công trình quan trọng trong lĩnh vực thủy lợi, thủy điện. Vật liệu và công nghệ xây dựng có vai trò quan trọng trong việc xây dựng đập. Bài báo tổng kết một số công nghệ xây dựng và vật liệu đã sử dụng làm đập hiện nay và đề xuất một công nghệ xây dựng đập mới có thể áp dụng tại Việt Nam đó là công nghệ đập đá đổ chèn vữa bê tông tự lèn.

Từ khóa: Đập, đất, đá, bê tông, bê tông tự lèn, xi măng, phụ gia, nước

Summary: Nowadays, in line with the development of science and technology, many civil works were built using advanced technologies in Vietnam. Among them, dams are important infrastructure in the fields of water resources and hydro-power. Building materials and technologies have a significant role in dam construction. This paper summaries some technologies and materials that were recently applied for dam construction as well as proposes a new dam construction method that is applicable for Vietnam namely 'rock dam technology filled with self-compacting concrete'

Keywords: Large dams, cement, sands, aggregate, additions, admixtures

1. KHÁI QUÁT VỀ CÁC LOẠI CÔNG TRÌNH ĐẬP

Theo thống kê của Ủy ban quốc tế về Đập lớn (ICOLD), vào thế kỷ trước đã chứng kiến sự gia tăng nhanh chóng công việc xây dựng các đập lớn. Năm 1999 khoảng 5000 đập lớn được xây dựng trên khắp thế giới, 3/4 số đó ở các nước công nghiệp. Cuối thế kỷ 20, có tới có khoảng 45.000 đập lớn được xây dựng ở 140 nước. Năm nước hàng đầu về xây dựng đập trên thế giới bao gồm Trung Quốc, Mỹ, Ấn Độ, Tây Ban Nha và Nhật Bản. Hiện nay đập bê tông trọng lực chiếm khoảng 12% trong tổng số các loại đập đã được xây dựng trên thế giới. Với đập cao trên 100m, đập bê tông trọng lực chiếm khoảng 30%. Trung Quốc hiện nay đang đứng đầu thế giới về số lượng đập được

xây dựng, khoảng 22000 đập và chiếm gần 1/2 đập lớn toàn thế giới [1].

Việt Nam có khoảng 10.000 đập lớn nhỏ các loại, trong đó có khoảng gần 500 đập lớn đứng hàng thứ 16 trong số các nước có nhiều đập cao trên thế giới. Trong số các đập có chiều cao nhỏ hơn 60m thì đập vật liệu địa phương chiếm tới hơn 80%, còn đối với đập có chiều cao lớn hơn 60m thì đập bê tông nói chung và đập bê tông trọng lực nói riêng lại chiếm một tỷ lệ đáng kể. Đầu mỗi các công trình Hòa Bình, Trị An, Hàm Thuận-Đa My, Tuyên Quang, Pleikrông, Sê San 3 và Sê San 4, Cửa Đạt, Sơn La, Lai Châu, Thạch Nham, Tân Giang, Lòng Sông, Nước Trong... có các đập bê tông trọng lực, bê tông đầm lặn, bê tông đá đổ bản mặt với khối lượng tới hàng triệu m³, chiều cao đập đến hàng trăm mét [2] Có nhiều cách phân loại đập, trong đó phải kể đến cách phân loại đập theo vật liệu:

Ngày nhận bài: 02/5/2018

Ngày thông qua phản biện: 08/6/2018

Ngày duyệt đăng: 26/6/2018

1.1. Đập đất

Đập đất là một loại công trình dâng nước rất phổ biến và có mặt ở các hệ thống đầu mối thủy lợi - thủy điện với chức năng tạo ra hồ chứa để điều tiết chế độ dòng chảy tự nhiên của sông, suối phục vụ các mục đích khác nhau như phát điện, chống lũ, cấp nước tưới ... Ưu điểm của đập đất là:

- Cấu tạo đơn giản, cho phép sử dụng các loại đất có sẵn ở khu vực công trình;
- Có thể xây dựng trên mọi loại nền và trong mọi điều kiện khí hậu;
- Cho phép cơ giới hoá các công đoạn thi công từ khai thác vật liệu, chuyên chở, đắp, đầm nén...;
- Làm việc tin cậy kể cả ở vùng có động đất.

1.2. Đập đá

Đập đá thường là những đập cao trên 50m, được xây dựng ở Việt Nam từ hơn 2 thập kỷ nay, chủ yếu tại các công trình thủy điện lớn. Thời gian đầu chỉ xây dựng đập đá đổ chống thấm bằng lõi đất sét. Sau này, do có những thiết bị đầm tạo áp lực cao nên nhiều đập đá đầm nén chống thấm bằng bê tông bản mặt (CFRD) đã và đang được xây dựng. Nhiều kinh nghiệm quý đã được ghi nhận đối với đập cao trên 100m khi thiết kế lũ tràn qua đập trong lúc đang xây dựng, đặt cốt thép và xử lý nứt tại bản mặt bê tông...

* Một số đập đá đổ chống thấm bằng lõi đất sét được xây dựng như Thác Bà (tỉnh Yên Bái 1971, cao 48m), Hoà Bình (1991, cao 128m), Yaly (tỉnh Gia Lai 1994, cao 69m), Hàm Thuận (tỉnh Lâm Đồng 2003, cao 94m), Đa Mi (tỉnh Lâm Đồng 2003, cao 72m), Đại Ninh (tỉnh Bình Thuận 2008, cao 50 m),...

* Đập đá đầm nén chống thấm bằng bê tông bản mặt đã được xây dựng ở đập Quảng Trị (2006, cao 75m), Tuyên Quang (2007, cao 93m),... Đập Cửa Đạt cao nhất thuộc loại này (tỉnh Thanh Hóa, cao 118m),...

Đập đá đổ thuộc loại đập vật liệu địa phương bằng đất đá thi công theo phương pháp đổ trực tiếp, trong đó phần khối lượng chủ yếu của đập là đá cỡ lớn. Để chống thấm qua thân đập đá đổ, người ta sử dụng các loại kết cấu chống thấm khác nhau bằng vật liệu ít thấm như đất sét, đất sét hoặc các kết cấu không phải là đất như bê tông, bê tông cốt thép, gỗ, kim loại, bê tông atphan, chất dẻo tổng hợp... Đập đá đổ có những ưu điểm chính là:

- Sử dụng được khối lượng lớn để xây dựng đập bằng vật liệu tại chỗ, kể cả vật liệu đào ở hố móng công trình, vì vậy giảm đến mức tối đa khối lượng vật liệu phải chuyên chở từ xa đến công trình;
 - Cho phép xây dựng đập ở điều kiện địa chất phức tạp kể cả trên nền đất cát sỏi;
 - Làm việc tin cậy trong môi trường tải trọng động như ở vùng có động đất;
 - Đập có cấu tạo từ vật liệu thiên nhiên là đất đá nên có độ bền vững cao (tuổi thọ lớn);
 - Công việc xây dựng đập có thể tiến hành quanh năm trong điều kiện thời tiết khác nhau kể cả vùng khí hậu băng tuyết bắc cực;
 - Có khả năng cơ giới hoá toàn bộ các khâu thi công từ khai thác, vận chuyển và đắp đập, do đó có thể rút ngắn thời gian thi công, hạn chế đến mức tối thiểu số lao động thủ công và giảm giá thành xây dựng đập;
 - Trong điều kiện nhất định có thể xây dựng đập không cần làm đê quây và xử lý nền, bằng cách đổ đá vào trong nước có dòng chảy (trong quá trình đổ đá, các loại hạt mịn như cát nhỏ, đất bùn v.v... sẽ bị dòng chảy cuốn trôi, nhờ vậy chất lượng nền được nâng cao hơn);
 - Trong một số trường hợp có thể tháo lưu lượng thi công qua phần đập đá đổ đang xây dựng
- Đập đá đổ bê tông bản mặt (CFRD)**



Hình 1. Đập Tuyên Quang
(Đập đá đổ bê tông bản mặt)

1.3. Đập bê tông

Đập bê tông thường được xây dựng trên nền đá gốc rắn chắc. Đây là loại đập có trọng lượng lớn và được duy trì ổn định nhờ trọng lượng bản thân. Đập bê tông bao gồm các loại đập trọng lực, đập vòm, đập trụ chống. Khối lượng vật liệu phải dùng rất lớn. Đến nay, với công nghệ thi công ngày càng hiện đại đã thay thế công nghệ thi công truyền thống (CVC).



Hình 2. Đập Tân Giang
(Đập bê tông truyền thống CVC)

Công nghệ thi công đập bằng bê tông đầm lăn (RCC)



Hình 3. Đập bê tông đầm lăn Định Bình

Công nghệ bê tông đầm lăn RCC là công nghệ

dùng bê tông không có độ sụt, được làm chặt bằng công nghệ rung lên. Công nghệ này thích hợp cho bê tông khối lớn, không cốt thép và hình dáng không phức tạp, có đặc điểm:

- Thi công nhanh: So với đập bê tông thường, đập RCC được thi công với tốc độ cao hơn do có thể dùng băng tải để vận chuyển bê tông, dùng máy ủi để san gạt, máy lu rung để đầm lèn và ít phải chờ khối đổ hạ nhiệt.

- Giá thành hạ: Theo các tính toán tổng kết từ các công trình đã xây dựng trên thế giới, giá thành đập RCC rẻ hơn so với đập bê tông thi công bằng công nghệ truyền thống từ 25% đến 40%. Việc hạ giá thành đạt được là do giảm được chi phí cốp pha, lượng xi măng ít, tốc độ nhanh, không phải xử lý khe thi công, giảm chi phí không chế nhiệt độ trong bê tông, giảm chi phí cho công tác vận chuyển, đổ, đầm bê tông.

- Một công nghệ thi công đập mới có thể áp dụng phù hợp với điều kiện của nước ta đó là:

Công nghệ xây dựng đập đá đổ chèn vữa bê tông tự lèn (RFSCC)

Đá xếp hoặc đá đổ, giữa các lớp đá sau khi được đầm chặt vẫn không tránh khỏi còn các lỗ rỗng. Việc sử dụng bê tông tự lèn SCC đổ vào khối đá, đảm bảo cho khối đá và bê tông SCC sau khi đổ trở thành một khối hoàn chỉnh, đặc chắc và có cường độ cao. Công nghệ RFSCC dựa trên tính tự đầm nén của SCC, bê tông SCC chảy vào mọi khoảng trống của khối đá hoàn toàn bằng trọng lượng riêng và không cần đầm rung. Điều này đòi hỏi SCC có tính lưu động cao

Trong công nghệ này, có một số ưu điểm như sau:

- Bê tông tự lèn (SCC) tự chảy nhờ tác động của trọng lượng bản thân và tự điền đầy những chỗ trống giữa các khối đá, thậm chí cả ở những vị trí có bố trí xa nhất, nhỏ bé nhất, mà không cần tới bất kỳ tác động cơ học nào, đồng thời đảm bảo tính đồng nhất cho công trình [3][4].

- Cường độ và tính bền cao. SCC là một loại

bê tông tính năng cao, đặc tính cường độ cao, bền vững đã được kiểm chứng [5]. Trên thực tế RFSCCD chính là SCC bao hàm thêm cốt liệu siêu lớn, vì vậy RFSCC cũng có cường độ khá cao. Tính đặc chắc và cường độ của RFSCC đã được kiểm nghiệm trong phòng thí nghiệm và ứng dụng trong công trình thực tế;

- Giá thành hạ. Sau khi trực tiếp đổ đá vào hiện trường, tỉ lệ lỗ rỗng thông thường là 40%~50%. Vì vậy lượng dùng SCC trong đơn vị thể tích RFSCCD chỉ khoảng 45%, nên giảm lượng dùng xi măng;

- Nhiệt thủy hoá xi măng trong thân đập thấp do lượng dùng xi măng thấp, không chế nhiệt tương đối dễ dàng, biện pháp khống chế nhiệt đơn giản.

2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG

2.1. Vật liệu đất

Đất được sử dụng làm vật liệu trong xây dựng đập, thường được tận dụng từ nguồn vật liệu sẵn có tại công trường. Về nguyên tắc có thể sử dụng tất cả các loại đất để xây dựng đập đất trừ các loại như:

- Đất có hàm lượng mực nát lớn hơn 5%;
- Đất có muối hòa tan dạng clorit hay sunfat-clorit với hàm lượng trên 5% hoặc muối sunfat với hàm lượng trên 2%;

Để xây dựng đập đồng chất thì thường sử dụng đất loại á sét, á cát hoặc đất cát hạt nhỏ và trung bình có đủ cường độ và độ chống thấm theo tính toán. Tuy nhiên, khi lựa chọn vật liệu cho đập cần biết rõ tính chất của đất, cấu tạo thành phần hạt. Đất là một tập hợp các hạt trong đó có các kẽ rỗng có chứa một phần nước hoặc chứa đầy nước (bão hòa nước). Độ dính giwax các hạt đất (trừ sét) rất nhỏ so với cường độ chịu tải của hạt, do đó một tính chất quan trọng của đất là cấu tạo thành phần hạt (Hình 2.1 – thành phần hạt của đất). Sự khác nhau về thành phần hạt của mỗi loại đất được đánh giá bằng hệ số không đồng nhất d_{60}/d_{10} , trong đó d_{60} và d_{10} lần lượt là kích thước hạt tương ứng với nó có 60% và 10 % các hạt cỡ nhỏ hơn tính theo trọng lượng chứa trong một đơn vị thể tích đất. Hình dạng hạt đất có quan hệ đến nhiều tính chất của đất. Đất hạt nhỏ - hình dạng hạt có ảnh hưởng đến độ chặt và tác động tương hỗ giữa các khoáng vật với nước. Đất hạt lớn thì hình dạng hạt ảnh hưởng đến độ rỗng và cường độ chịu tải. Ngoài thành phần hạt, đất còn các chỉ tiêu cơ lý như độ rỗng, độ ẩm, chỉ số dẻo, thành phần khoáng, ... Hệ số thấm sau khi đầm nén không được lớn hơn 1×10^{-4} cm/s.

Bảng 2.1 Phân loại đất cát và đất đá

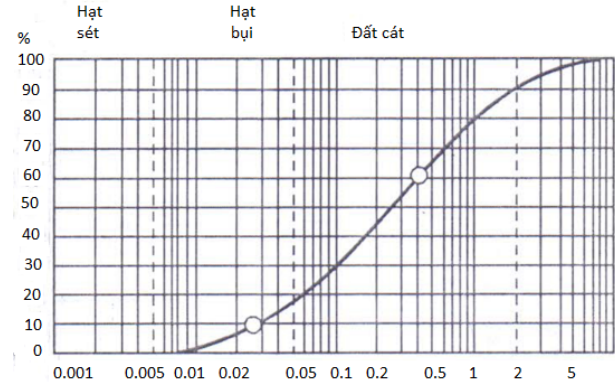
Loại đất	Đặc tính phải xác định	Bộ phận công trình
Đất sét Á sét Á cát	Độ ẩm thi công của đất (W_{TC}) Dung trọng khô (γ_k)	Thân đập đồng chất hoặc khối lượng chính của thân đập Tường tâm, tường nghiêng, sân phủ
Đất lẫn nhiều cát, cuội, sỏi	Hệ số thấm, cường độ chịu nén, chịu cắt ứng với γ_k và dung trọng bão hòa nước (chỉ làm với đập cấp đặc biệt và cấp 1)	Thân đập đồng chất hoặc khối lượng chính của thân đập Tường tâm, tường nghiêng, sân phủ
	Độ ẩm, dung trọng khô, thành phần hạt	Thân đập ngoài tường tâm và tường nghiêng
	Hệ số thấm, cường độ chịu nén, chịu cắt ứng với γ_k (chỉ làm với đập cấp đặc biệt hoặc cấp 1)	Thân đập ngoài tường tâm và tường nghiêng
Vật liệu	Thành phần hạt	Tầng lọc

tầng lọc

2.2. Vật liệu đá

Vật liệu đá dùng trong xây dựng đập đá đổ thường là đá học. Đá đổ thường là hỗn hợp đá núi được khai thác từ các mỏ đá và đưa thẳng vào vị trí đắp đập không qua khâu xử lý hay sàng lọc nào cả. Ngoài ra còn có phần đá khai thác từ các hố móng sâu. Cần thực hiện các thí nghiệm đối với đá đắp như các thí nghiệm về tỷ trọng, trọng lượng riêng, độ hút nước, cường độ nén, mô đun đàn hồi, độ bền cắt, mô đun biến dạng ... Đặc trưng chủ yếu của vật liệu đá trong đập đá đổ là cường độ kháng nén. Các giá trị của đá được cho

như trong hình 2.1 và bảng 2.2.



Hình 2.1 Đường cong thành phần hạt của đất đá

Bảng 2.2 Phân loại đất cát và đất đá

Loại đất	Hàm lượng hạt	
	Kích thước hạt (mm)	Tỉ lệ % theo khối lượng đất khô
Đất đá (đất hạt lớn):		
- Đá tảng lẫn	> 200	> 50
- Đá cuội hoặc đá dăm	> 10	> 50
- Sỏi (sạn)	> 2	> 50
Đất cát:		
- Cát sỏi	>2	>25
- Cát lớn	0,5	>50
- Cát trung	0,25	>50
- Cát nhỏ	>0,1	≥75
- Cát bụi	<0,1	<75

Khi chọn đá cho đập đá đổ còn phải kể đến phương pháp thi công. Nếu thi công đổ đá từ trên cao xuống hoặc đá xây thì yêu cầu về cường độ của đá được lấy cao hơn so với đá rải và đầm [6].

2.3. Vật liệu cho bê tông

Vật liệu là yếu tố trực tiếp ảnh hưởng đến chất lượng bê tông. Khi sử dụng vật liệu chất lượng kém thì chắc chắn không thể tạo thành kết cấu bê tông chất lượng tốt. Bê tông dùng trong xây

dựng đập đến nay có rất nhiều loại, từ bê tông thường, bê tông đầm lăn, bê tông tự lèn. Các yếu tố về vật liệu cần kiểm tra, kiểm soát nghiêm ngặt trong quá trình thi công để đảm bảo chất lượng thi công đập là tốt nhất. Các vật liệu dùng trong bê tông gồm nước, xi măng, cát (cát nghiền), đá và phụ gia. Tùy từng loại bê tông khác nhau mà yêu cầu kỹ thuật của các loại vật liệu sẽ khác nhau nhưng vẫn phải tuân theo các yêu cầu chung:

2.3.1. Xi măng

Các loại xi măng dùng phổ biến ở Việt Nam hiện nay là xi măng poóc lăng (PC) và xi măng poóc lăng hỗn hợp (PCB). Xi măng phải đáp ứng đầy đủ các chỉ tiêu theo yêu cầu kỹ thuật mới được sử dụng cho công trình. Lấy mẫu thí nghiệm các chỉ tiêu theo yêu cầu kỹ thuật được quy định tại tiêu chuẩn TCVN 2682 : 2009 và TCVN 6260 : 2009.

2.3.2. Cốt liệu cho bê tông

Cốt liệu cho bê tông là các loại vật liệu rời có nguồn gốc tự nhiên hoặc nhân tạo, có thành phần hạt xác định, khi nhào trộn với xi măng và nước tạo thành bê tông hặc vữa. Theo kích thước hạt, cốt liệu được phân ra cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn.

Cốt liệu nhỏ là cốt liệu có đường kính chủ yếu từ 0,14 mm đến 5mm. Lấy mẫu thí nghiệm các chỉ tiêu theo yêu cầu kỹ thuật được quy định tại tiêu chuẩn TCVN 7570 : 2006, 14TCN 68 – 2002 (đối với cát tự nhiên) và TCVN 9205 – 2012 (đối với cát nghiền).

Cốt liệu lớn là các hạt cốt liệu kích thước chủ yếu từ 5 mm đến 70 mm. Lấy mẫu thí nghiệm các chỉ tiêu theo yêu cầu kỹ thuật được quy định tại tiêu chuẩn TCVN 7570 : 2006. Đá sản xuất cốt liệu lớn cho bê tông phải có cường độ thử trên mẫu đá nguyên khai hoặc xác định thông qua giá trị độ nén đập trong xi lanh lớn hơn 2 lần cấp cường độ chịu nén của bê tông khi dùng đá gốc phun xuất và biến chất, lớn hơn 1,5 lần cường độ chịu nén của bê tông khi dùng đá gốc trầm tích.

2.3.3. Nước

Nước cho bê tông là nước không có hàm lượng tạp chất vượt quá giới hạn cho phép làm ảnh hưởng tới quá trình đông kết của bê tông, thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật được quy định tại TCVN 4506 : 2012.

2.3.4. Phụ gia

Phụ gia hóa học là chất được đưa vào mẻ trộn

trước, trong hoặc sau cùng của quá trình trộn với một liều lượng nhất định. Việc lựa chọn phụ gia hóa học cho bê tông được thực hiện trước khi thiết kế cấp phối bê tông. Lấy mẫu thí nghiệm các chỉ tiêu theo yêu cầu kỹ thuật được quy định trong TCXDVN 325 : 2004 hoặc ASTM C494/C494 M – 15a.

Phụ gia khoáng là vật liệu vô cơ thiên nhiên hoặc nhân tạo pha vào bê tông ở dạng nghiền mịn để đạt được chỉ tiêu yêu cầu và không gây ảnh hưởng xấu đến tính chất của bê tông. Phụ gia sử dụng ở Việt Nam hiện nay là phụ gia hoạt tính gồm tro bay thải từ các nhà máy nhiệt điện, puzzolan thiên nhiên được khai thác từ các mỏ hoặc sỏi lò cao và nghiền mịn. Các yêu cầu kỹ thuật kiểm tra cần tuân thủ là TCXDVN 395 : 2007 hoặc ASTM C618 -15

Trong công nghệ bê tông tự lèn thì phụ gia là một vật liệu rất quan trọng, vì đây là loại bê tông chất lượng cao. Tỷ lệ nước trên Xi măng chỉ là 0,28 đến 0,33 nhưng bê tông tự lèn có độ linh động cao, độ chảy loang của hỗn hợp có đường kính từ 550 ÷ 850 mm và không được có hiện tượng phân tầng tách nước, độ đồng nhất phải cao nên cần có phụ gia phù hợp. Ngoài phụ gia siêu dẻo nhiều khi cần có cả phụ gia VMA (Viscosity Modify Admixture).

3. KẾT LUẬN

Việc sử dụng hợp lý vật liệu để xây dựng đập không những cho phép khai thác tối đa tài nguyên sẵn có ở khu vực công trình mà còn đảm bảo cho công trình (đập) có chất lượng tốt nhất, ổn định bền vững và kinh tế. Biết được tính chất vật liệu và điều kiện làm việc của công trình là cơ sở để sử dụng và bố trí vật liệu đúng vị trí và đưa ra giải pháp, công nghệ thi công phù hợp. Với những vật liệu sẵn có tại địa phương và những hóa phẩm xây dựng hiện có trên thị trường Việt Nam ngoài những công nghệ thi công đập như bê tông truyền thống, đập đá đổ, đập đất, đập đá đổ bê tông bản mặt thì hoàn toàn có thể áp dụng công nghệ đập bê tông đá đổ chèn vữa bê tông tự lèn tại Việt Nam

nhằm hạ giá thành, đẩy nhanh tiến độ và đặc biệt giải quyết tốt vấn đề nhiệt trong bê tông

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Báo cáo của ủy ban thể giới về đập, “Đập và phát triển: một khuôn khổ mới cho quá trình ra quyết định”, 9/2002
- [2] Báo cáo đề tài “Nghiên cứu khả năng hóa lỏng của đê đập bằng vật liệu địa phương chịu tải trọng động đất và giải pháp ổn định công trình” Mã số: KC.08.23/11-15
- [3] Đồng Kim Hạnh, Giới thiệu công nghệ thi công mới bê tông tự đầm chặt (SCC), Tạp chí Nông nghiệp và PTNN, số 6/2004
- [4] Hoàng Phó Uyên, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ:” Nghiên cứu ứng dụng công nghệ bê tông tự đầm vào công trình thủy lợi”, Hà Nội, năm 2007.
- [5] Hoàng Phó Uyên, Báo cáo tổng kết dự án SXTN cấp Bộ:”Hoàn thiện công nghệ chế tạo và thi công bê tông tự lèn trong xây dựng thủy lợi”, Hà Nội, năm 2012
- [6] Sổ tay Kỹ thuật Thủy lợi, Phần 2 - công trình thủy lợi, tập 1