

KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐẬP ĐÁ ĐỔ CHÈN VỮA BÊ TÔNG TỰ LÈN TẠI VIỆT NAM

Đồng Kim Hạnh

Trường Đại học Thủy lợi

Phan Đình Vân

Viện khoa học Thủy lợi Việt Nam

Tóm tắt: Các công nghệ mới xây dựng đập được áp dụng tại Việt Nam ngày càng rộng rãi. Tại nhiều quốc gia, bê tông tự lèn (SCC) đã được áp dụng trong xây dựng nhiều loại công trình và cho kết quả rất tốt. Đập bê tông độn đá học là một công nghệ mới trong xây dựng đập, được gọi là công nghệ độn đá học bê tông tự lèn (Rock – filled concrete hay RFC). Loại đập này đã được nghiên cứu và xây dựng nhiều ở Trung Quốc. Thông qua một số phân tích về các thí nghiệm kiểm tra đối với hỗn hợp RFC để có những nghiên cứu chuyên sâu về công nghệ mới trong xây dựng đập, để các ứng dụng của công nghệ đá đổ chèn vữa bê tông tự lèn RFC sớm được thực hiện trong xây dựng các công trình đập tại Việt Nam.

Từ khóa: Bê tông tự lèn, đá đổ bê tông tự lèn, đập đá đổ bê tông tự lèn, đặc tính cơ lý của đá đổ bê tông tự lèn

Summary: The new technology of dam construction is being applied in Vietnam more and more widely. In many countries, self – compacting concrete (SCC) has been applied in the construction of many type of buiding and have many good results. Research and application of SCC with rock for dam is a new idear. Dozens of RFC dam have been built in China. The research focus on mechanical properties and thermal-physical properties of RFC. Through some analysis of rock – filled concrete (RFC) test experiments for in – depth studies on new technology in dam construction, so that RFC applications are soon as practiced in dam construction in VietNam.

Keyword: Self – compacting concrete (SCC), Rock – filled concrete (RFC), RFC dam, Properties of RFC

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiều năm trở lại đây, công nghệ mới về xây dựng đập của thế giới đã được ứng dụng vào Việt Nam, trong đó nhiều công nghệ đã được áp dụng rộng rãi trong ngành Nông nghiệp và PTNT cũng như trong xây dựng công trình Thủy điện thuộc Bộ Công thương như công nghệ bê tông đầm lăn, công nghệ bê tông tự lèn, công nghệ đá đổ chống thấm bản mặt bê tông. Các công nghệ này đã được nhiều chuyên

gia trong nước nghiên cứu, tìm hiểu. Hiện nay, một công nghệ thi công đập mới, là sự kết hợp giữa thi công đổ đá học và bê tông tự lèn đã bắt đầu được nghĩ tới tại Việt Nam. Chúng tôi, nhóm tác giả đã có những nghiên cứu ban đầu về sự làm việc và khả năng ứng dụng của công nghệ mới này trong thi công đập.

1.1 Lịch sử ra đời bê tông tự lèn

Bê tông tự lèn (SCC) là hỗn hợp bê tông tự chảy và điền đầy các vị trí trống trong phạm vi ván khuôn và được nén chặt dưới tác dụng của trọng lượng bản thân để tạo thành một thể đồng nhất cho kết cấu [2].

Ngày nhận bài: 02/5/2018

Ngày thông qua phản biện: 25/6/2018

Ngày duyệt đăng: 28/6/2018

Lịch sử và sự phát triển của bê tông tự lèn (SCC) có thể được chia thành hai giai đoạn quan trọng: sự phát triển ban đầu của nó ở Nhật Bản vào cuối những năm 1980 và tiếp tục được biết đến ở châu Âu, từ Thụy Điển cuối những năm 1990. Sau Thụy Điển, các quốc gia châu Âu khác cũng bắt đầu nghiên cứu và áp dụng thi công xây dựng loại hình công nghệ mới này như các quốc gia vùng Scandinavia, Pháp, Hà Lan, Đức, Anh, Mỹ ...

1.2 Ứng dụng của bê tông tự lèn trong xây dựng

Công nghệ bê tông tự lèn phát triển và được ứng dụng rộng rãi, có thể kể đến những công trình đặc thù ở một vài quốc gia như sau [3, 4]:

Tháp Trump ở Chicago là một công trình sử dụng nhiều bê tông tự lèn. Công trình bê tông cốt thép 92 tầng này yêu cầu khoảng 35000 m³ bê tông SCC đúc tại chỗ, liên tục trong 22 giờ để xây dựng hoàn thiện phần móng. Đây là đợt đổ bê tông tự lèn lớn nhất được ghi nhận ở Bắc Mỹ. Năm 2004, cầu Skyline ở Omaha, Neb., đã hoàn thành. Sàn của cây cầu này hoàn toàn được đổ bê tông tự lèn. Ngoài ra các trung tâm thương mại lớn ở New York khi xây dựng cũng sử dụng phần lớn bê tông SCC.

Burj Dubai (Burj Khalifa) là tòa nhà cao nhất thế giới. SCC đã được sử dụng trong toàn bộ kết cấu của công trình và tiến hành bơm bê tông từ dưới lên hết tầng 166. Độ chảy xòe của bê tông theo thiết kế từ (610 - 710) mm.

Tòa nhà Trung tâm truyền hình Bắc Kinh, được hoàn thành vào năm 2005, SCC được đổ vào các ống thép rỗng để tạo ra hệ kết cấu vững chắc. Phương pháp này được gọi là kỹ thuật cột ống thép nhồi bê tông (CFT). Bê tông SCC được thiết kế với độ chảy xòe là 710 mm và cường độ 28 ngày là 96 MPa. Toàn bộ công trình sử dụng khoảng 3000 m³ SCC. Tòa nhà cao 239 m, với 44 tầng, được sử dụng để tổ chức Thế vận hội Olympic 2008.

Với dự án cải tạo hệ thống cơ sở hạ tầng đường bộ nổi Đông và Tây Stockholm. Dự án

trị giá 800 triệu đô la Mỹ là dự án có tổng mức đầu tư lớn nhất ở Thụy Điển lúc bấy giờ. Dự án bao gồm 6 km đường cao tốc bốn làn xe và cầu, 16 km đường hầm trong đá có lớp lót bê tông và các bức tường chắn đất. SCC được sử dụng tại các vị trí khác nhau của dự án với tổng số 15.000 m³.

Ở Neuchatel, Thụy Sĩ, sân vận động bóng đá La Maladiere được hoàn thành với khoảng 60.000 m³ SCC trong 10 tháng. Độ chảy xòe theo yêu cầu là 650 mm, cường độ nén 28 ngày là 44 MPa. Sau khi công trình hoàn thành vào năm 2007, có một sân vận động bóng đá với 11.500 chỗ ngồi, một trung tâm mua sắm với 25.000 m² và một bãi đỗ xe 930 chỗ.

Cầu Kaikyo tại Nhật Bản là cây cầu treo dài nhất thế giới. Nó dài 1991 m. Bê tông SCC được sử dụng đúc tại chỗ các neo. Bằng cách sử dụng SCC, dự án hai năm rưỡi đã vượt tiến độ còn 2 năm. Cây cầu chịu được động đất 8,5 độ Richter và gió lên tới 280 km/h.

Tại Việt Nam, một số công trình thủy lợi đã ứng dụng công nghệ SCC như đập tràn thành mỏng dạng piano, lỗ xả sâu của nhà máy thủy điện, tường hướng dòng, cống ngăn triều ..., khi sử dụng loại bê tông SCC này chúng đều 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 khống chế nhiệt độ trong bê tông, giảm chi phí cho công tác vận chuyển, đổ, đầm bê tông.

Qua một vài thí dụ trên có thể thấy bê tông tự

lên được ứng dụng vào hầu hết các loại hình công trình xây dựng, mang lại hiệu quả kinh tế cao cho các dự án về xây dựng dân dụng, giao thông, thủy lợi. Tuy nhiên, công nghệ thi công SCC khi áp dụng cho các đập bê tông khối lớn thì lại bộc lộ một số nhược điểm như:

- Khả năng co ngót lớn nên nếu thi công sau mỗi lớp đổ cần tiến hành bù bê tông, xử lý mặt tiếp giáp các vị trí khe thi công, phức tạp, tốn kém.
- Lượng nhiệt thủy hóa trong khối bê tông lớn do bê tông SCC phải sử dụng lượng lớn xi măng và phụ gia, tăng lượng phát thải khí CO₂ ra môi trường, gây ô nhiễm môi trường.

Bởi vậy vấn đề đặt ra là nghiên cứu một loại vật liệu kết hợp mới để vừa phát huy được các ưu điểm của bê tông SCC vừa hạn chế được nhược điểm của chúng, dùng trong xây dựng đập khối lớn là một bài toán.

2. CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG ĐẬP ĐÁ ĐỔ BÊ TÔNG TỰ LÈN

Do đặc điểm của SCC phải sử dụng một lượng lớn xi măng, lượng nhiệt tỏa ra trong khối bê tông trong quá trình hydrat hóa lớn. Những điều này dẫn đến chi phí cao, tác động môi trường đáng kể và khó kiểm soát nhiệt độ nên các công trình bê tông lớn là các dự án thủy lợi như xây dựng đập trọng lực, đập tràn chưa được ứng dụng.

Năm 2003, tại trường đại học Thanh Hoa, Trung Quốc, các nhà nghiên cứu, các chuyên gia về vật liệu và các kỹ sư đã thử nghiệm và

thi công thành công một công nghệ mới. Đó là công nghệ thi công đập đá đổ chèn vữa bê tông tự lên (RFCD). Công nghệ này đã góp phần giảm lượng phát thải nhiệt ra môi trường và khống chế được nhiệt độ của toàn khối công trình, đồng thời hạ giá thành xây dựng và chất lượng công trình vẫn được đảm bảo.

Ta biết giữa các lớp đá sau khi được đầm chặt vẫn không tránh khỏi còn các lỗ rỗng. Việc sử dụng bê tông tự lên 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 RFC dựa trên tính tự đầm nén của SCC, bê tông SCC chảy vào mọi khoảng trống của khối đá và các vị trí cong của công trình hoàn toàn bằng trọng lượng riêng và không cần đầm rung. Điều này đòi hỏi SCC có tính lưu động cao. Việc sản xuất SCC với khả năng làm việc tối ưu như vậy đòi hỏi tỷ lệ pha trộn hỗn hợp SCC một cách thích hợp. Với hơn 100 dự án xây dựng đập RFC tại Trung Quốc từ năm 2005 đến nay với chiều cao lớn hơn 15m, bê tông RCC chỉ chiếm từ 40% - 45% khối lượng và lượng xi măng cũng giảm đi đáng kể trong khối đập [2]. Mặt khác, RFC là một vật liệu hai thành phần được tạo thành thể thống nhất từ đá và SCC, và do đó, các tính chất chung của RFC cần phải nghiên cứu sâu như độ điền đầy, độ thấm nước, các tính chất cơ học ... Một số công trình đập đã được xây dựng tại Trung Quốc những năm qua (Bảng 2.1):

Bảng 2.1 Đập đá đổ chèn bê tông tự lên

TT	Tên đập	Chiều cao (m)	Khối lượng RFC (1000m ³)	Thời gian khởi công	Thời gian hoàn thành
1	Thanh Va	42.3	39.8	4/2009	11/2012
2	Chang Hang	26.5	17.3	7/2010	3/2011
3	Đông Thắng	33.0	8.4	9/2011	10/2012
4	Nahe – II	46.0	27.2	8/2012	1/2013
5	Pula	44.0	47.7	11/2012	12/2013

TT	Tên đập	Chiều cao (m)	Khối lượng RFC (1000m ³)	Thời gian khởi công	Thời gian hoàn thành
6	Sagu	44.3	26.9	12/2012	5/2014
7	Qing Ping	38.0	13.9	12/2013	11/2016
8	Maopo	45.0	60.0	10/2016	Đang thi công
9	Baijia	69.0	92.2	01/2013	4/2016
10	Goujiang	41.0	27.0	3/2017	Đang thi công

1.3 Thí nghiệm kiểm tra khả năng lấp đầy của SCC trong khối đá

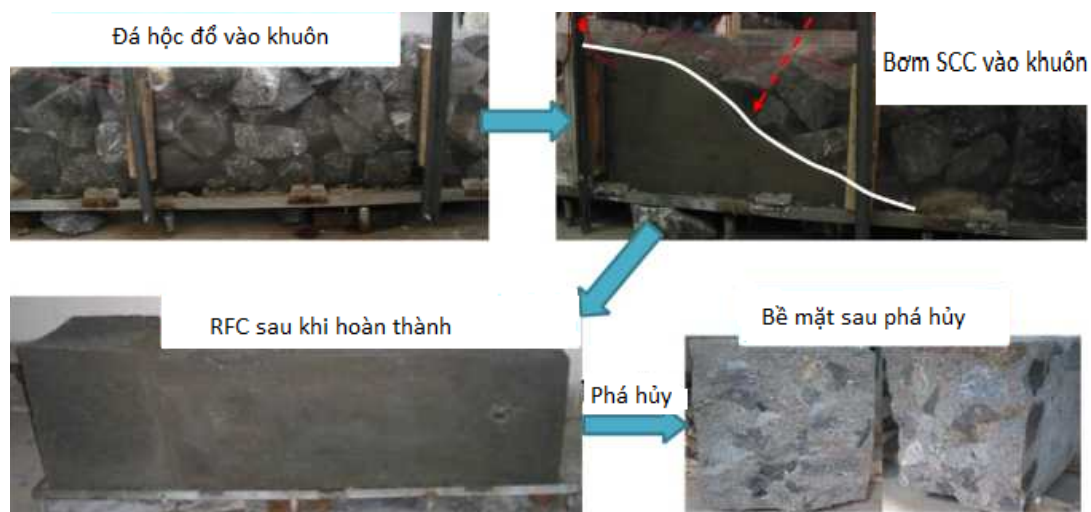
Công nghệ RFC là sự kết hợp giữa đá học và bê tông SCC để tạo thành một thể thống nhất. Với mục tiêu đó, sau khi đổ đá học sẽ tiến hành bơm SCC vào khối đá để kiểm tra sự lấp đầy của chúng. Người ta tiến hành thí nghiệm bằng cách tiến hành tạo khuôn cho khối RFC có kích thước 50 x 50 x 200 (cm), sử dụng đá học và bê tông SCC với khối lượng xác định sao cho tổng khối lượng đá học và bê tông

SCC là 100%. Đổ đá học vào khuôn trước, sau đó tiến hành bơm SCC. Quan sát mẫu kiểm tra để đánh giá mức độ điền đầy của SCC trong khối đá. Sau đó kiểm tra phá hủy để thấy được sự đồng nhất của khối đá và SCC [5] (Hình 2.1).

Theo các kết quả thí nghiệm như bảng 2.2, khi sử dụng RFC thì tỷ lệ lỗ rỗng của hỗn hợp sau khi đông cứng cũng tương tự như RCC, khá nhỏ [3].

Bảng 2.2 Độ rỗng của RFC sau khi cứng hóa

Tên đập	Tỷ lệ đá (%)	Tỷ lệ bê tông RCC (%)	Độ rỗng
Baoquan	53.20	42.80	4.00
Qingyu	54.10	44.80	1.00
Shilonggou	50.00	47.30	2.70
Changkeng III	55.50	43.50	1.00
Songxi	50.81	46.66	2.53



Hình 2.1 Thí nghiệm kiểm tra khả năng lấp đầy của SCC

Với chiều dày mỗi lớp đổ thực tế từ 1,5 m đến 2,5m, với lượng bê tông SCC chiếm từ 40% - 50% hỗn hợp RFC thì nó hoàn toàn lấp đầy các lỗ rỗng giữa các viên đá, tạo sự đồng nhất trong hỗn hợp RFC. Và lượng xi măng sử dụng cũng sẽ giảm đi đáng kể so với bê tông truyền thống cùng đổ vào kích thước khoảng đổ như vậy.

1.4 Thí nghiệm kiểm tra cường độ chịu nén

Tiến hành làm các mẫu thí nghiệm với bê tông SCC và RFC như sau:

- Khối SCC tiến hành đúc các mẫu với kích thước mẫu 15 x 15 x 15 (cm)
- Khối RFC được tiến hành lấy tổ mẫu từ mẫu thí nghiệm lớn được tuân tự tiến hành gồm: Chuẩn bị ván khuôn có kích thước 100 x 180 x 200 (cm),

tiến hành đổ các lớp RFC đầu tiên có chiều dày lớp đổ là 60 (cm). Sau khi đổ lớp thứ nhất 1 giờ thì tiến hành đổ lớp thứ 2. Khi hoàn thành xong 2 lớp đổ thì tháo ván khuôn và bảo dưỡng tưới nước cho khối RFC vừa đổ. Sau 3 ngày tiến hành lắp ván khuôn lại và đổ lớp trên cùng, lúc này giữa 2 lớp đổ thứ 2 và 3 đã hình thành khe lạnh trong thi công. Sau khi khối bê tông RFC cứng hóa, tiến hành khoan mẫu thí nghiệm tại lớp trên cùng với kích thước mẫu 15 x 15 x 30.

Sau khi lấy đủ các tổ mẫu của RFC và SCC thì tiến hành thí nghiệm nén kiểm tra cường độ bê tông (Hình 2.2).

Các kết quả nghiên cứu cũng cho thấy cường độ chịu nén của RFC lớn hơn bê tông SCC từ (1,21-2,03) lần, tùy vào thời gian nén mẫu.

Bảng 2.3 Cường độ chịu nén của RFC và SCC

Tên đập	Loại bê tông	Mác bê tông	Thời gian (ngày)	Cường độ nén (MPa)
Changkeng III	RFC	M20	>90	58.4
	SCC			31.8
Shaping II	RFC	M20	45	55.3
	SCC			27.3
Shankou	RFC	M15	45	41.2
	SCC			29.2
Wudongde	RFC	M15	28	32.7
	SCC			27.0



Hình 2.2 Chế tạo RFC và lấy mẫu thí nghiệm kiểm tra cường độ RFC

1.5 Thí nghiệm kiểm tra cường độ chịu kéo

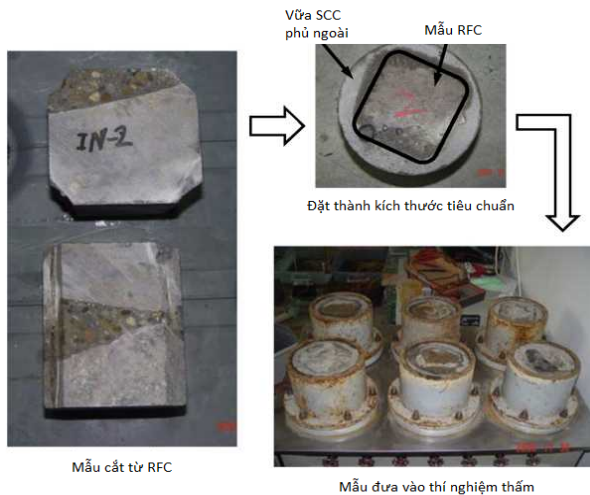
Tiến hành khoan cắt mẫu có kích thước 15 x

15 x 15 (cm) từ 2 vị trí của khối RFC. Một là ở vị trí có chứa khe lạnh, một vị trí bất kỳ trong khối RFC. Sau đó tiến hành kiểm tra cường độ chịu kéo của mẫu. Tiến hành so sánh với thí nghiệm kiểm tra cường độ chịu nén để kết luận.

1.6 Thí nghiệm kiểm tra độ thấm nước

Kiểm tra khả năng chống thấm của bê tông RFC là một yêu cầu quan trọng vì mục đích của nghiên cứu là sử dụng RFC để xây dựng các công trình thủy công khối lượng lớn. Tiến hành lấy mẫu thí nghiệm dạng hình chóp cắt với đường kính lần lượt là 17,5 cm, 18,5 cm và chiều cao 15 cm (trong trường hợp mẫu khó

làm thì có thể lấy mẫu có kích thước 15 x 15 x 30 rồi chế tác lại). Mẫu kiểm tra tính thấm nước cũng được lấy tại các vị trí bất lợi của khối RFC (vị trí khe nhiệt và khe lạnh) để xác định chính xác mức độ chống thấm của RFC (Hình 2.3). Các kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra khả năng chịu thấm của RFC khá tốt, nằm trong giới hạn tiêu chuẩn thấm nước của bê tông thủy công W2 đến W12.



Hình 2.3 Thí nghiệm kiểm tra độ thấm nước

3. KẾT LUẬN

3.1 Từ các nghiên cứu lý thuyết

Các nghiên cứu đã được tiến hành tại Trung Quốc về thi công đập đá đổ bê tông tự lèn, cho đến nay đã có khoảng 100 con đập đá và đang được xây dựng bằng phương pháp này.

- Các thí nghiệm trong các báo cáo cũng chỉ ra rằng bê tông SCC có khả năng liên kết rất tốt với đá học để tạo thành một khối hoàn chỉnh, vững chắc. Sử dụng kết hợp bê tông SCC độn đá học làm giảm khối lượng bê tông, tương ứng với việc giảm lượng dùng xi măng đáng kể cho công trình. Quá trình này cũng giảm đáng kể lượng nhiệt thủy hóa và lượng CO₂ ra môi trường.

- Mặc dù lượng đá sử dụng nhiều hơn đá xây nhưng lại tiết kiệm được nhân công so với bê tông thông thường, giảm chi phí cho công trình do bê tông SCC có độ linh động cao, tự điền đầy vào các vị trí rỗng của khối đổ công trình.

- Các thí nghiệm kiểm tra đặc tính cơ lý của vật liệu và hỗn hợp đá và bê tông SCC trong các công trình đập đá xây dựng đạt được như yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn TCVN 8218-2009 “Bê tông thủy công – yêu cầu kỹ thuật”.

3.2 Các nghiên cứu về quy trình công nghệ thi công

Tại Việt Nam, trữ lượng đá khai thác từ nguồn vẫn rất phong phú (Hình 3.1). Đá là vật liệu địa phương, khai thác và sử dụng ngay tại nguồn. Các đặc tính cơ lý của đá đều đảm bảo. Dựa vào năng lực thi công của nhà thầu và các điều kiện hiện trường thì hoàn toàn có thể tận dụng các khối đá học có đường kính lớn.



Hình 3.1 Đá khai thác tại huyện Than Uyên - tỉnh Lai Châu

Bê tông tự lèn được sản xuất ngay tại công trường từ các trạm trộn, vận chuyển với các quãng đường ngắn. Tùy đặc điểm của loại hình công trình mà SCC có thể thiết kế độ chảy xòe từ 550 – 850 mm.

Với quy trình thi công gồm lắp dựng ván khuôn cho công trình (hoặc có thể xây tường

đá xung quanh) đổ đá học vào và bơm hỗn hợp bê tông SCC vào. Khối đổ của đập đá đổ bê tông tự lèn theo khuyến cáo có chiều cao mỗi lớp đổ không vượt quá 150 cm, thời gian thi công tối đa cho một lớp đổ là 4 giờ. Quá trình thi công khối đập thực hiện theo phương pháp tuần tự [1] (Hình 3.2).



Hình 3.2 Quy trình thi công đập đá đổ bê tông tự lèn

Các kỹ thuật thi công đơn giản, nguồn vật liệu phong phú, khả năng giảm giá thành so với bê tông trọng lực truyền thống, thời gian thi công nhanh và có thể khống chế nhiệt trong khối bê

tông, có thể tin tưởng rằng công nghệ thi công đập đá đổ bê tông tự lèn là hoàn toàn áp dụng được cho các công trình thủy tại Việt Nam, đặc biệt là công trình đập vừa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] An Xuehui, Huang Miansong, Zhou Hu, Jin Feng, “Tổng kết kỹ thuật thi công bê tông đá đổ”, Đại học Thanh Hoa, Trung Quốc, 2008
- [2] 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
- [3] Feng Jin, Hu Zhou, Xuehui An, “Reserch on Rock – Filled Concrete Dam”, IRIB International Conference Center, Tehran – IRAN, 2017
- [4] GOODIER, C.I., 2003. Development of self-compacting concrete, Proceedings of the ICE-Structures and Buildings, 156 (4), pp. 405-414.
- [5] M. Colleparidi, Recent developments in SCC in Europe
- [6] Xuehui An, Qiong Wu, Feng Jin, Miansong Huang, Hu Zhou, Changjiu Chen, Chunna Liu, Rock-filled concrete, the new norm of SCC in hydraulic engineering in China, Cement & Concrete Composites 54/2014 (89–99)