

CƠ SỞ THIẾT KẾ VÀ LUÂN CHUYỂN VÁN KHUÔN KHI THI CÔNG BÊ TÔNG LÀM GIÀU VỮA Ở TƯỜNG THƯỢNG - HẠ LƯU ĐẬP BÊ TÔNG ĐẦM LẤN

KS. Mai Lâm Tuấn, PGS.TS. Lê Văn Hùng - ĐHTL

Tóm tắt: Công nghệ thi công đập bê tông đầm lặn hiện nay rất phát triển, đã có nhiều cải tiến trong việc thiết kế và thi công. Việc áp dụng bê tông làm giàu vữa ở tường thượng - hạ lưu đập để chống thấm và tạo mỹ quan cho đập đang được áp dụng nhiều ở Việt Nam. Bài báo giới thiệu các cơ sở thiết kế và luân chuyển ván khuôn cho việc thi công loại bê tông này ở đập RCC.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ thi công Bê tông đầm lặn (Roller Compacted Concrete - RCC) đã và đang được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi, đối với đập bê tông có khối lượng càng lớn thì hiệu quả áp dụng công nghệ RCC càng cao. So với đập Bê tông truyền thống (Conventional Vibrated Concrete - CVC), đập RCC được thi công với cường độ lớn do ứng dụng cơ giới hoá cao như dùng băng tải, ô tô tự đổ để vận chuyển bê tông, dùng máy ủi để san gạt, lu rung để đầm nén. RCC có ưu điểm so với CVC khi thi công đập bởi tốc độ nâng cao đập nhanh, giá thành hạ. Đập RCC thi công nhanh, giá thành hạ là do ứng dụng cơ giới hóa cao, sử dụng ít xi măng nên vấn đề nhiệt trong bê tông không nan giải, công tác ván khuôn ít và đơn giản hơn, phân đợt phân khoảng thi công không phức tạp nên giảm cơ bản các công tác phụ... RCC thường được thiết kế M15 đến M25, không sử dụng cốt thép, đầm từng lớp như đầm đất đá. Ngoài việc ứng dụng xây dựng đập, RCC còn ứng dụng ở các lĩnh vực xây dựng như đường giao thông, sân bãi, bến cảng (nơi lu rung di chuyển và đầm được).

RCC làm giàu vữa (Grout Enriched Vibratable RCC - GEVR) được sử dụng rộng rãi tại những vị trí mà không thể dùng RCC như nơi tiếp giáp với ván khuôn, tiếp giáp với vai đập, tiếp giáp với bê tông cũ, có thể thi công liên tục và nâng cao chất lượng. Công tác ván khuôn cho thi công đập RCC sử dụng GEVR ở mặt thượng - hạ lưu hiện nay đã và đang được ứng dụng nhiều ở Việt Nam như

các đập Bản Vẽ, Sơn La, Bản Chát, Lai Châu... Tuy nhiên, việc xác định tổ hợp lực tính toán cũng như cơ sở để tính toán thiết kế ván khuôn hiện nay vẫn chưa có tài liệu nào đề cập cụ thể nhằm đáp ứng chất lượng và an toàn trong thi công.

CÔNG NGHỆ THI CÔNG GEVR

Giới thiệu về GEVR

GEVR là RCC được làm giàu vữa, gọi tắt là Bê tông làm giàu. Đây là một giải pháp thay đổi tính linh động của RCC đến mức có thể đầm bằng các loại máy đầm dùng cho CVC, bằng cách thêm vữa xi măng (thường $N/X = 0,5-0,6$) với lượng nhất định. GEVR đòi hỏi sử dụng RCC cấp phối 2 ($D_{\max} \leq 40-50\text{mm}$) khi làm giàu vữa, một số tài liệu còn gọi là Bê tông biến thái.

Thành phần của vữa làm giàu thường gồm xi măng, tro bay, phụ gia và nước với tỷ lệ N/CKD không lớn hơn tỷ lệ N/CKD của RCC. Lượng vữa làm giàu được xác định thông qua thí nghiệm. Trong quá trình thi công, GEVR và RCC có thể được thi công đồng thời hoặc lần lượt, vữa làm giàu nên tưới ở dưới đáy và giữa mỗi lớp rải RCC. Chiều dày lớp GEVR bằng chiều dày lớp đầm RCC. Công tác đầm cần được hoàn thiện trong khoảng thời gian qui định phụ thuộc vào thời gian ninh kết của hai loại bê tông.

Ở phần tiếp giáp với vai đập, trước khi thi công cần rải một lớp RCC, sau đó làm giàu vữa. Việc rải và đầm bê tông thường được hoàn thành trong vòng 2 giờ đối với nhiều công trình ở Việt Nam.

Bề mặt mái dốc đá vai đập hay ở bề mặt tiếp giáp bê tông cũ cần phải được làm sạch trước khi dùng GEVR. Đá xung quanh hoặc bề mặt dốc phía trên lớp GEVR đã hoàn thiện cũng cần được dọn sạch trước khi thi công lớp tiếp theo.

Trường hợp trước khi được đầm chặt bằng máy đầm dùi mà GEVR đã quá thời gian ninh kết ban đầu thì phải dỡ bỏ và thay thế bởi GEVR mới.

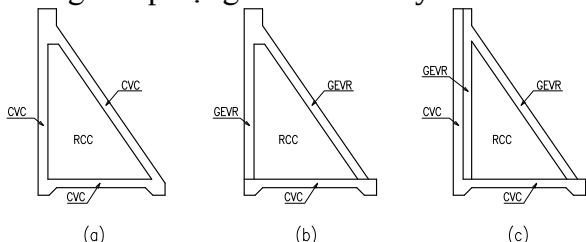
Các hình thức cấu tạo mặt cắt đập RCC

Các hình thức cấu tạo mặt cắt đập RCC chủ yếu có 3 hình thức sau:

1 - CVC bao bọc phần biên ngoài đập, phần lõi là RCC (Hình 1.a). Đây là hình thức “vàng bọc bạc” theo phương pháp truyền thống của Nhật bản. Ở Việt Nam, các đập áp dụng hình thức này là đập Định Bình, đập Pleikrong...

2 - Móng đập là CVC, thượng lưu và hạ lưu là GEVR, lõi đập là RCC (Hình 1.b). Các đập ở Việt Nam áp dụng hình thức này khá nhiều như Sơn La, Bản Vẽ, Bản Chát, Đồng Nai 3, Đồng Nai 4, Lai Châu...

3 - Móng đập và tường thượng lưu là CVC, sau tường thượng lưu và hạ lưu là GEVR (Hình 1.c). Ở Việt Nam, công trình đập Nước Trong đã áp dụng hình thức này.



Hình 1: Các hình thức cấu tạo mặt cắt đập RCC

Công nghệ thi công GEVR

Quy trình thi công GEVR

+ Tại phần tiếp giáp với ván khuôn, với bê tông cũ, với kết cấu chôn sẵn... thường dùng GEVR. Trước hết rải lớp RCC mỏng 10÷15cm, sau đó rót GEVR theo định lượng;

+ Dùng gáo hoặc vôi để rót vữa lên lớp RCC chưa đầm. Lượng vữa cần dùng tùy thuộc vào độ rỗng và hàm lượng chất kết dính của hỗn hợp RCC;

+ Dùng đầm dùi có chiều dày đầm thích hợp để đầm cho đến khi vữa nổi lên trên mặt

của lớp GEVR, tương tự như đầm CVC;

+ Đoạn tiếp giáp giữa GEVR và RCC được đầm bằng lu rung cỡ nhỏ.

Những vấn đề cần chú ý trong quá trình thi công GEVR

+ Nên thi công đồng thời lớp GEVR và lớp RCC thân đập;

+ Nơi tiếp giáp giữa GEVR và RCC nên xử lý một cách cẩn thận;

+ Hai loại bê tông xen kẽ rải san đầm, GEVR phải được đầm xong trước thời gian ninh kết ban đầu;

+ RCC phải đầm xong trước thời gian cho phép giãn cách giữa hai lớp đầm.

Ván khuôn khi thi công GEVR

Phục vụ thi công đập RCC khi có sử dụng GEVR ta có thể sử dụng các giải pháp kết cấu ván khuôn khác nhau, thông dụng và tiện lợi nhất hiện nay là sử dụng ván khuôn định hình. Hệ thống ván khuôn định hình tầng trên (đang thi công bê tông) liên kết với ván khuôn các tầng dưới đã được neo vào bê tông thi công trước đó nhờ hệ thống các liên kết. Ván khuôn này được sử dụng luân chuyển theo tầng. Ví dụ: trường hợp dùng 5 tầng ván khuôn, tầng 1 chuyển lên tầng 5, tầng 2 chuyển lên tầng 6, v.v...

Áp lực ngang của RCC lên ván khuôn

CVC và RCC khác nhau rất lớn về thành phần cấp phối và biện pháp đầm chặt. Sự khác nhau đó dẫn đến những khác biệt về áp lực ngang lên ván khuôn.

Các yếu tố ảnh hưởng đến áp lực ngang của RCC lên ván khuôn có nhiều loại. Tùy thuộc điều kiện thử nghiệm và quan điểm của người nghiên cứu để đưa ra phương pháp tính toán khác nhau. Cùng một điều kiện tham số như nhau đưa vào các công thức tính toán khác nhau sẽ cho các trị số áp lực chênh lệch đến vài lần. Vì vậy, cho tới nay vẫn chưa có công thức chung để tính áp lực ngang của RCC lên ván khuôn, chỉ có thể dựa vào sự phát triển cường độ bê tông ở các tuổi, kết hợp với điều kiện thi công cụ thể mà đưa ra các thí nghiệm cần thiết, rồi tìm ra các công thức tính toán tương ứng. Bảng 1 giới thiệu kết quả thí nghiệm áp lực ngang của RCC lên ván khuôn ứng với số lần đầm chặt tại một công trình ở California.

Bảng 1: Quan hệ áp lực ngang với số lần đầm lăn

Nơi thử	Số lần đầm bằng máy đầm tay	Áp lực lớn nhất khi lu rung (KN/m ²)	Áp lực khi lu tĩnh (KN/m ²)
Mẫu thử mô phỏng đập bang California	4	3,75	-
	6	4,22	-
	8	4,45	-
	10	4,17	2,75
	12	5,21	2,75
	14	5,21	3,25
	16	4,79	-
	18	4,79	-

Từ bảng 1 có thể thấy áp lực động ngang của RCC lên ván khuôn tăng theo số lần đầm, đến một số lần đầm nhất định thì bê tông đặc chắc và áp lực ngang có giảm chút ít.

TÍNH TOÁN KẾT CẤU VÀ TRÌNH TỰ LUÂN CHUYỂN VÁN KHUÔN

Cơ sở để thiết kế và trình tự luân chuyển ván khuôn

Ván khuôn phải đảm bảo có bề mặt phẳng nhẵn, đủ khả năng chịu lực khi làm việc dưới tác động của tải trọng bản thân, áp lực ngang do nở hông của RCC trong quá trình đông cứng, tải trọng của người và công cụ thi công, áp lực ngang khi đầm.

Khi thi công đập RCC có sử dụng GEVR, ngoài các yêu cầu cần phải bảo đảm về ứng suất nhiệt, về chất lượng của bê tông nói chung thì vấn đề cần được xem xét một cách nghiêm túc đó là:

+ Ổn định của đập: Trong quá trình thi công, đập không bị trượt lở dưới tác dụng của

tải trọng bản thân RCC, tải trọng lu rung, tải trọng của ván khuôn...

+ Trình tự luân chuyển ván khuôn: lắp dựng và lưu lại bao nhiêu tầng ván khuôn ở phía dưới.

Hiện nay, việc luân chuyển ván khuôn chủ yếu là theo kinh nghiệm, cần có cơ sở tính toán khoa học để thiết kế kết cấu ván khuôn và trình tự luân chuyển thích hợp.

Tính ổn định tổng thể của khối bê tông

Theo tiến độ thi công RCC, thông thường thời gian để thi công xong mỗi lớp đầm RCC dày 0,3m là 16 giờ. Thời gian để thi công được một tầng ván khuôn có chiều cao 3m khoảng 6,66 ngày. Các giá trị φ và C tại 6 tầng ván khuôn và số ngày thi công tương ứng theo bảng 2 được xác định trên cơ sở tài liệu thí nghiệm φ và C của RCC ở tuổi 90 ngày của đập Định Bình [1] và biểu đồ phát triển nhiệt độ trong RCC theo thời gian [6].

Bảng 2: Giá trị φ và C tại các tầng ván khuôn

Tầng ván khuôn	1	2	3	4	5	6
Ngày	40.00	33.33	26.66	20.00	13.33	6.66
f	1.176	1.173	1.167	1.153	1.137	1.105
φ	49.6	49.5	49.4	49.1	48.7	47.8
C (Mpa)	1.788	1.772	1.745	1.673	1.594	1.432

Các lực tác dụng khi tính ổn định

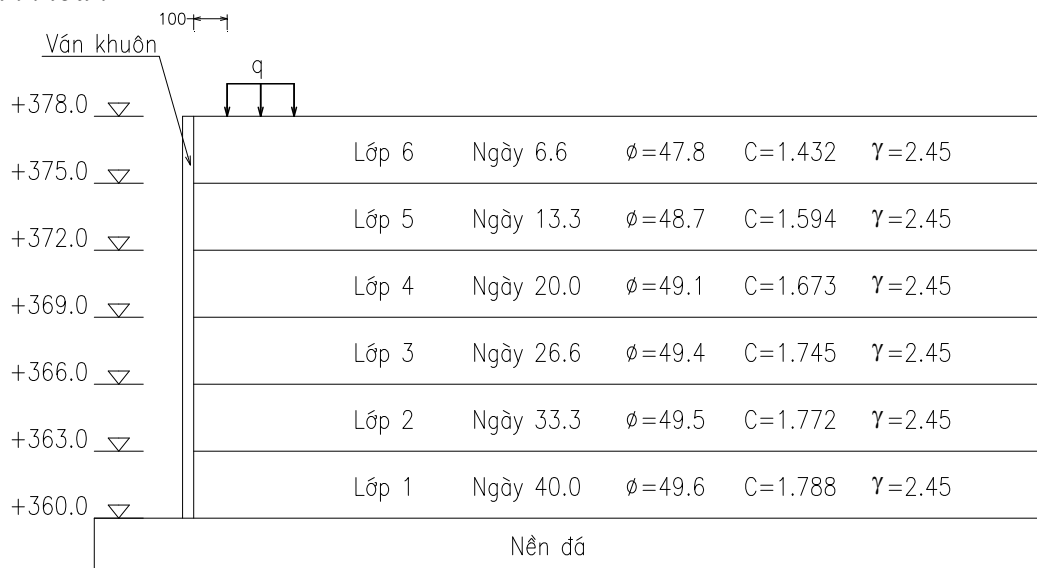
1. Tải trọng bản thân của các lớp RCC: Các lớp RCC ứng với các tầng ván khuôn có giá trị γ , φ C như hình 2.

2. Tải trọng bản thân của ván khuôn. Trong sơ đồ, ván khuôn được mô hình là một lớp vật liệu có $\gamma = 10\text{KN/m}^3$; $\varphi = 60^\circ$; C = 2,0Mpa.

3. Tải trọng của người và phương tiện thi công (q_1)

4. Lực tác động khi đổ, san, đầm RCC (q_2)
Lực q_1 và q_2 lấy giá trị lớn nhất bằng tải trọng khi đầm RCC. Tính toán với lực đầm lớn nhất là 14 tấn (tương đương 140KN).

Sơ đồ tính toán



Hình 2: Sơ đồ tính toán ổn định khối bê tông

Yêu cầu tính toán

Tính toán ổn định tổng thể khối bê tông theo hai trường hợp:

+ TH1: Mặt trượt cắt ngang qua các khe nâng;

+ TH2: Mặt trượt cắt chéo qua các lớp bê tông.

Kết quả tính toán

+ TH1: $K = 16,1$

+ TH2: $K = 25,6$

Tính toán nội lực trong hệ thống ván khuôn

Số liệu tính toán

Tính toán nội lực của hệ thống ván khuôn theo mô hình không gian ứng với bề rộng của một tấm ván khuôn $B = 3m$.

Áp lực ngang của ván khuôn: với chiều cao 90 cm của 3 lớp RCC, tính toán ván khuôn với

áp lực ngang là $5,5KN/m^2$ (Hình 3.a)

Yêu cầu tính toán

Tính chuyển vị ngang của tầng ván khuôn trên cùng tại điểm có chiều cao $h=0,9m$ (điểm A) và đỉnh ván khuôn $H=3m$ (điểm B).

Xác định lực neo tại các hàng neo, lực cắt tại đầu neo tiếp giáp với mặt ván khuôn, lực dọc trong các thanh khung ván khuôn.

Kết quả tính toán

Chuyển vị ngang của ván khuôn tại điểm có chiều cao $h=0,9m$ (điểm A) là 4mm.

Chuyển vị ngang của ván khuôn tại đỉnh ván khuôn $H=3,0m$ (điểm B) là 6mm.

Lực kéo trong các thanh neo tại các hàng neo và lực cắt tại đầu thanh neo được tổng hợp trong bảng 3.

Lực dọc trong các thanh khung ván khuôn (Hình 3.b và 3.c)

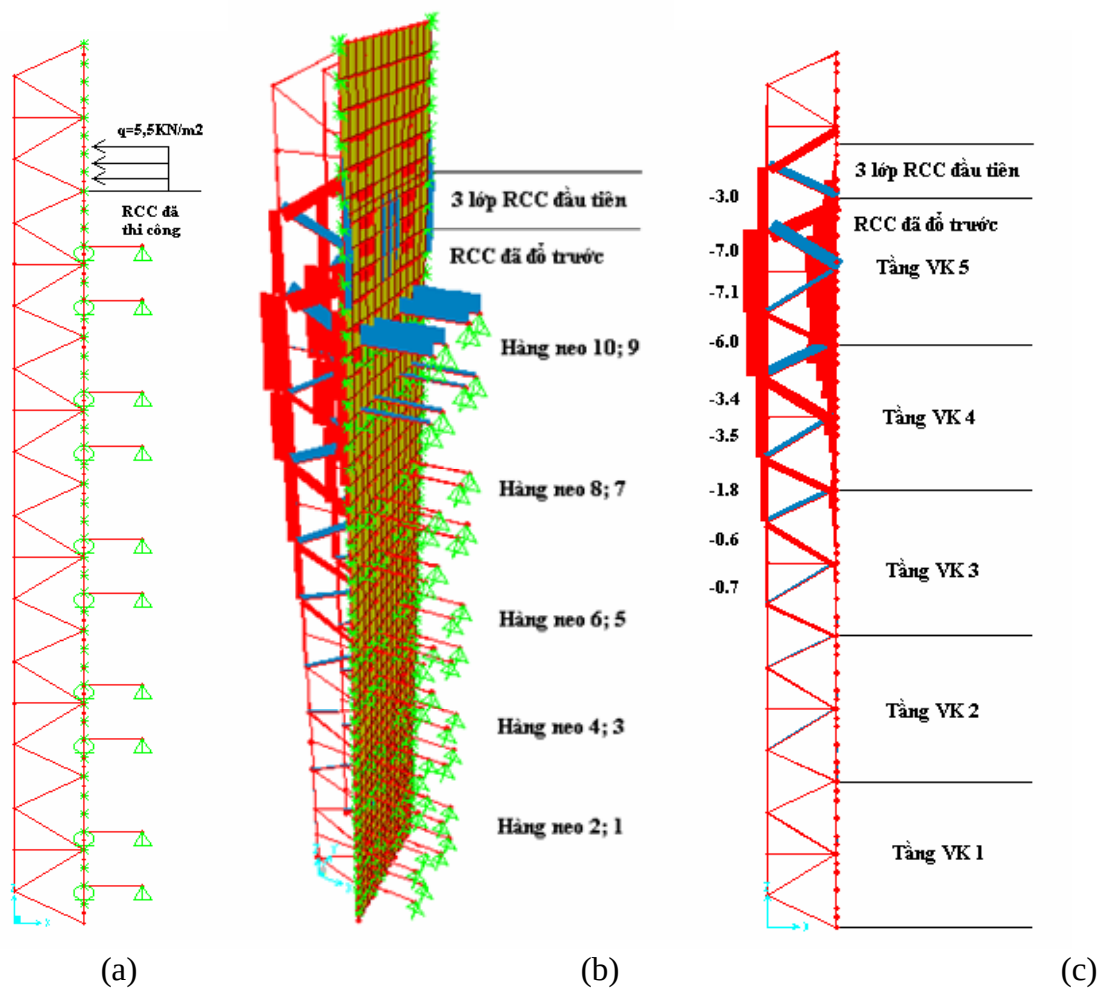
Bảng 3: Bảng tổng hợp kết quả tính toán nội lực ván khuôn

TT	Hàng neo	Lực dọc trong thanh neo (KN)	Lực cắt tại đầu thanh neo (KN)	Ghi chú
1	Hàng neo 10	4,72	-0,9	Tầng ván khuôn 5
2	Hàng neo 9	1,23	-0,18	
3	Hàng neo 8	-0,40	0,81	Tầng ván khuôn 4
4	Hàng neo 7	-0,51	0,64	
5	Hàng neo 6	-0,33	0,49	Tầng ván khuôn 3
6	Hàng neo 5	-0,22	0,42	

TT	Hàng neo	Lực dọc trong thanh neo (KN)	Lực cắt tại đầu thanh neo (KN)	Ghi chú
7	Hàng neo 4	-0,07	0,36	Tầng ván khuôn 2
8	Hàng neo 3	-0,05	0,34	
9	Hàng neo 2	-0,07	0,31	Tầng ván khuôn 1
10	Hàng neo 1	-0,19	0,27	

Tính toán tương tự đối với 3 lớp đầm tiếp theo, và 4 lớp đầm trên cùng. Chuyển vị tại điểm B lần lượt là 10mm và 5mm.

Như vậy, chuyển vị tại điểm B khi thi công RCC đến hết chiều cao tấm ván khuôn là 2,1cm.



Hình 3: Tính toán nội lực của hệ thống ván khuôn

a - Sơ đồ tính;

b - Lực dọc của các thanh trong mô hình không gian;

c - Lực của các thanh tại mặt phẳng qua các thanh khung ván khuôn (KN)

KẾT LUẬN

Công tác ván khuôn cho mái thượng lưu, hạ lưu đập RCC sử dụng GEVR cần sử dụng ván khuôn định hình, tự chống đỡ dựa vào các tầng ván khuôn của lớp bê tông đã thi công trước đó, luân chuyển nhiều lần, cơ giới hóa và lắp dựng nhanh.

Ván khuôn phải đảm bảo bền, cứng, ổn định, gọn, tiện dụng, dễ tháo lắp, luân chuyển được nhiều lần. Công tác ván khuôn không gây khó khăn, trở ngại cho các công tác khác, kinh tế và đảm bảo an toàn trong thi công.

Tính toán ổn định trượt tổng thể cho thấy tốc độ lên đập không ảnh hưởng nhiều đến

khả năng ổn định trượt của khối RCC.

Lực dọc trong thanh neo là cơ sở để xác định đường kính thanh neo, chiều dài neo và móc ở đầu thanh neo. Kết quả tính toán cho thấy lực kéo chỉ xuất hiện ở 2 hàng neo trên cùng. Khi thiết kế và thi công thanh neo cần quan tâm đến hai hàng trên cùng này. Lực cắt ở đầu thanh neo (phần tiếp giáp với mặt ván khuôn) là cơ sở để xác định kích thước đường kính thanh neo. Đường kính thanh neo phải đảm bảo đủ chịu lực, không bị kéo đứt hoặc cắt đứt.

Biến dạng tính toán của ván khuôn ở tầng đang thi công là cơ sở điều chỉnh cho đỉnh ván khuôn ngả vào phía thân đập phương ngang khi lắp dựng nhằm đảm bảo mặt khối RCC thẳng đứng hay nghiêng đúng theo thiết kế.

Mục đích chính của việc sử dụng nhiều

tầng ván khuôn là triệt tiêu lực dọc trong các thanh khung của ván khuôn, giúp hệ thống ván khuôn làm việc an toàn. Việc tính toán số tầng ván khuôn để luân lưu chính là việc tìm xem đến tầng ván khuôn nào lực dọc bị triệt tiêu đủ nhỏ, đồng thời kiểm tra biến dạng của tầng ván khuôn trên cùng. Kết quả tính toán nội lực của hệ thống ván khuôn cho thấy trong 5 tầng ván khuôn neo vào bê tông đã thi công thì tầng dưới cùng (tầng số 1) chịu lực tác dụng nhỏ, ảnh hưởng không đáng kể tới hệ thống ván khuôn.

Vấn đề xác định cường độ chống cắt của RCC trong những ngày đầu mới thi công xong và xác định áp lực ngang lên ván khuôn vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ. Vì vậy, cần phải được nghiên cứu và thí nghiệm để có cơ sở chính xác phục vụ thiết kế và thi công.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Minh Chí (2006), *Báo cáo kết quả thí nghiệm hiện trường bê tông đầm lăn dự án hồ chứa nước Định Bình*.
- [2]. Công ty Tư vấn XD điện I (2006), *Thuyết minh và bản vẽ thiết kế công trình thủy điện Bản Chát*.
- [3]. Hồ Tạ Khanh (9-2011), *Các thành tựu mới trong công nghệ RCC*, Hội thảo khoa học của Vncold.
- [4]. *Quy phạm thi công đập bê tông đầm lăn*, Tài liệu dịch từ Trung Quốc.
- [5]. Lê Văn Hùng, ĐHTL (2009), *Bài giảng cao học, Công nghệ thi công bê tông đầm lăn*.
- [6]. ACI 207.5R-99 (1999), *Roller Compacted mass concrete*, American concrete institute, USA.

Abstract:

BASE OF DESIGN AND USE COFRAGE FOR CONSTRUCTION OF GROUT ENRICHED VIBRATABLE RCC AT UPSTREAM AND DOWNSTREAM FACE OF RCC DAM

Mai Lam Tuan & Le Van Hung - Water Resources University

Construction technology of Rolled Compacted Concrete (RCC) is developed. There are invents of design and construction RCC dam. Grout Enriched Vibratable Roller compacted concrete (GEVR) is used for upstream and downstream face RCC dam in Vietnam. The paper introduce bases of design and use cofrage for this kind of concrete in RCC dam.