CÔNG NGHỆ BÊ TÔNG TỰ ĐẦM VÀ KHẢ NĂNG ÁP DỤNG TRONG XÂY DỰNG CẦU DÂY XIÊN

PGS.TS. Nguyễn viết Trung
Đại Học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các dự án cầu nhịp đặc biệt lớn thuộc hệ kết cấu dây xiên- dầm cứng BTCT và cầu dây xiên -dầm cứng thép đã và đang được tiến hành ngày một nhiều ở nước ta (cầu Mỹ Thuận, Kiền, Bính, Bãi cháy, Cần thơ, Rạch Miễu, v.vv... Một trong những vấn đề kỹ thuật cần quan tâm giải quyết là công nghệ thi công bê tông chất lượng cao đặc biệt cho một số bộ phận kết cấu có đặc điểm chịu lực phức tạp ,chịu ứng suất cục bộ lớn như phần đỉnh cột tháp cầu , nơi có rất nhiều dây néo xiên tụ vào ,hoặc các vị trí trên dầm cứng BTCT, nơi có liên kết neo với các dây néo xiên. Tại những vị trí này yêu cầu bê tông có cường độ chịu nén cũng như chịu kéo đều cao. Mặt khác ở đó có rất nhiều cốt thép thường , hoặc cả cốt thép dự ứng lực bố trí sát nhau khiến cho việc đổ bê tông gặp khó khăn.Tại cao độ đỉnh cột tháp thường là xấp xỉ cao 200m hoặc hơn nữa ,sàn công tác chật hẹp, việc bơm bê tông lên cao cũng như đầm bê tông đều có những yêu cầu dặc biệt khó khăn.

Một trong những giải pháp có thể áp dụng tốt trong các điều kiện nói trên là sử dụng bê tông tự đầm. Loại bê tông này đảm bảo chất lượng cao về mọi mặt và có thể tự chảy lỏng loang đến mọi nơi trong ván khuôn cho dù cốt thép đặt dày đặc mà không cần đầm rung. Như vậy có thể bơm bê tông lên cao và đổ nagy vào ván khuôn mà không cần đầm nữa.

Bài báo này giới thiệu những kết quả đầu tiên ở nước ta,trong điều kiện Phòng thí nghiệm, liên quan đến công nghệ chế tạo loại bê tông tự đầm nói trên., thảo luận về khả năng áp dụng cho một số bộ phận của cầu dây xiên-dầm cứng BTCT.

2. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ BÊ TÔNG TỰ ĐẦM (SELF-COMPACTING CONCRETE).

Bê tông tự đầm (BTTĐ) đang ngày càng được sự quan tâm rộng rãi của các kỹ sư kể từ khi nó được áp dụng lần đầu tiên tại Nhật bản vào những năm cuôi thập kỷ 80. Khả năng chảy lỏng tuyệt vời kết hợp với đặc tính chống phân tầng đã khiên cho loại bê tông này có thể được đổ mà không cần đầm. Những tính chất đặc biệt khác như cường độ cao về chịu kéo và chịu nén, độ chống thấm cao, tuổi thọ cao,v.v.. càng khiến cho lĩnh vực áp dụng loại bê tông tự đầm ngày càng mở rộng. Trở ngại duy nhất là giá thành còn cao, vì vậy chúng ta không thể sử dụng một cách đại trà mà chỉ áp dụng BTTĐ ở những bộ phận kết cấu đặc biệt, trong những dự án đặc biệt. Nguyên nhân chính đã dem lại những tính năng quý báu cho bê tông tự đầm là do áp dụng thế hệ phụ gia hoá học mới, gốc Polymer như Polycarboxylates cùng với công nghệ thiết kế cấp phối mới, chế tạo cấp phối và kiểm tra chặt chẽ ở hiện trường.

2.1 CÁC ƯU ĐIỂM CỦA PHỤ GIA SIÊU DẺO CỰC MẠNH SIKAVISCOCRETE

Phụ gia gốc polymer này làm cho bê tông tươi cũng như bê tông đã hoá cứng có nhiều ưu điểm hơn hẳn so với khi áp dụng các loại phụ gia siêu dẻo
- đối với bê tông tươi:
    + có tính linh động tuyệt vời
    + có độ chảy lỏng như ý muốn của kỹ sư công nghệ
    + hỗn hợp rất đồng nhất và ổn định
    + bề mặt hỗn hợp rất mịn
- đối với bê tông khi đã hoá cứng
    + mật độ bê tông rất cao vì lượng nước được giảm đến mức tối thiểu.
    + có cường độ rất cao vì các lỗ rỗng là tối thiểu
    + có độ chống thấm rất cao
    + có tuổi thọ cao vì tính chống thấm cao
    + mức độ co ngót rất ít vì hàm lượng nước ít
    + Giảm thiểu nguy cơ bị cacbônat hoá vì độ xốp của bê tông rất nhỏ.

Loại bê tông tự đầm có phụ gia Viscocrete se có độ dính bám rất cao, độ chay cao mà không bị phân tầng. Nhờ các tính chất này mà chúng ta có thể đổ bê tông mà không cần đầm rung nữa.

Về độ chảy lỏng thì bê tông tự đầm có cấp phối được thiết kế đặc biệt nên rất mịn và chảy lỏng tối đa. . Nếu thiết kế cấp phối hoàn hảo thì độ dốc của bề mặt khối bê tông đổ raốtên mặt phẳng có thể chỉ là 3%

2.2 CHỈ DẪN CHUNG VỀ THIẾT KẾ CẤP PHỐI CHO BÊ TÔNG TỰ ĐẦM CÓ DÙNG PHỤ GIA SIÊU DẺO CỰC MẠNH SIKAVISCOCRETE

2.2.1. Cốt liệu thô :

Cỡ hạt cốt liệu thô lớn nhất nên lấy trong khoảng 12 - 20 mm, nhưng các kích cỡ khác cũng có thể được áp dụng. Hàm lượng cốt liệu điển hình nên lấy như sau:

BT tự đầm loại	0/4 mm	thì cốt liệu thô chiếm	50%
BT tự đầm loại	4/8 mm	thì cốt liệu thô chiếm	15%
BT tự đầm loại	8/16 mm	thì cốt liệu thô chiếm	35%

2.2.2. Thành phần hạt min: cỡ hạt mịn không lớn quá 0,125 mm

Hàm lương hạt mịn cần thiết của hỗn hợp phụ thuộc chủ yếu vào kích cỡ cốt liệu thô lớn nhất, nhưng cũng phụ thộc vào ứng dụng cụ thể của bê tông. Nói chung hàm lượng hạt mịn cao hơn nhiều so với trong bê tông thông thường. Hàm lượng hạt mịn ở đây bao gồm cả cát, xi măng, và các chất độn khác như muội silic (silicafume).
Hàm lượng hạt mịn điển hình nên lấy như sau:

BT tự đầm loại	0/4 mm	thì hàm lượng hạt mịn	≥ 650 kg/m3
BT tự đầm loại	4/8 mm	thì hàm lượng hạt mịn	≥ 550 kg/m3
BT tự đầm loại	8/16 mm	thì hàm lượng hạt mịn	≥ 500 kg/m3
BT tự đầm loại	16/32 mm	thì hàm lượng hạt mịn	≥ 475 kg/m3

2.2.3. Chất kết dính (ximăng) :

Hàm lượng xi măng được xác định tuỳ theo các tính chất yêu cầu của bê tông tự đàm trong mỗi dự án cụ thể và tuỳ thuộc vào hàm lương hạt mịn cũng như kích cỡ lớn nhất của cốt liệu thô.
Hàm lượng xi măng điển hình nên lấy như sau:

BT tự đầm loại	0/4 mm	thì hàm lượng xi măng	500 - 650 kg/m3
BT tự đầm loại	4/8 mm	thì hàm lượng xi măng	450 - 500 kg/m3
BT tự đầm loại	8/16 mm	thì hàm lượng xi măng	400 - 450 kg/m3
BT tự đầm loại	16/32 mm	thì hàm lượng xi măng	375 - 425 kg/m3

2.2.4. Hàm lương nước:

Hàm lượng nước trong bê tông tự đầm ảnh hưởng rất lớn đến các đặc trưng chất lượng của bê tông khi đã hoá cứng như: cường độ cuối cùng, độ xốp rỗng,v.v.. Nói chung lượng nước trong loại bê tông có chất lượng thấp và chất lương dưới trung bình là vào khoảng 200 lít/ m3 bê tông, còn trong loại bê tông có chất lượng trung bình là vào khoảng 180 - 200 lít/ m3 bê tông. Bê tông chất lượng cao phải có lượng nước ít hơn 180 lít/ m3 bê tông. Trong các dự án cầu đúc hẫng ở nước ta hiện nay, lượng nước khoảng 165 - 170 lít/ m3 bê tông.

2.2.5. Hàm lương chất phu gia:
Phụ gia SikaViscocrete được dùng riêng cho bê tông tự đầm.

2.2.6. Thí nghiệm kiểm tra đô chảy-sụt khi dùng côn thử đô sụt thông thường

Chúng ta có thể dùng ngay loại côn thử độ sụt thông thường cho bê tông nhưng đặt lộn ngược để cho đỉnh có lỗ nhỏ hơn quay xuông dưới còn đế côn quay lên trên.. Đổ đầy hỗn hợp bê tông tự đầm vào miệng lỗ to mà không dàm rung , đăt sao cho bể mặt khay thép thật nằm ngang và côn được đổ đầy hỗn hợp bê tông.
Tiếp theo, từ từ nhấc côn lên khỏi bề mặt khay thép . Bê tông sẽ chảy lỏng loang ra thành hình tròn trên bề mặt khay thép.
Đo thời gian cho đến khi đường kính vệt loang tròn của hỗn hợp bê tông đạt đến 50 cm. (thường là phải đạt sau 3 - 6 giây). Sau đó chờ một lúc và đo đường kính lớn nhất của vệt loang tròn (thường đạt khoảng 65 - 75 cm).
Kiểm tra bằng mắt thường về độ đồng nhất và độ phân tách của mẫu,đặc biệt là ở các mép xung quanh.

2.2.7. Thí nghiệm kiểm tra đô chảy-sut khi hộp thử hình chữ L

Đổ đầy hỗn hợp bê tông tự đầm vào miệng lỗ mà không dàm rung .Kiểm tra về sự phân tách trên bề mặt.
Nhấc tấm chắn cửa dưới hộp thật nhanh cho bê tông chảy trào ra nhánh nằm ngang của hộp thử hình chữ L.
Kiểm tra đỗ chảy của hỗn hợp. Đo thời gian cho đến khi bê tông tràn ra theo chiều dài được 40 cm. Tiếp tục đo thời gian đến khi hỗn hợp be tông chảy đếnhết chiều dài nhãnh nằm ngang hộp chữ L. Đo độ chênh lệc chiều cao của bê tông sau khi ngừng không tự chẩy nữa.
Hiện nay có 2 loại hộp thử hình chữ L theo phương pháp nói trên.

- Nếu thử theo hộp kiểu Châu Au thì cần phải đạt $T_{40\,cm}$ = 3 - 6 giây
và $H_{x\,cm} / H_{0\,cm} > 0,80$

- Nếu thử theo hộp kiểu Nhật bản thì cần phải đạt $T_{40\,cm}$ = 3 - 6 giây
và $T_{83\,cm} \geq 45$ giây

2.3 MỘT SỐ TRƯỜNG HỢP DÃ ÁP DỤNG BÊ TÔNG TỰ ĐẦM CÓ DÙNG PHỤ GIA SIÊU DẺO CỰC MẠNH VISCOCRETE

2.3.1. Ví dụ 1:
Yêu cầu bê tông tự đầm có cường độ 40 MPa

Đặc điểm cấp phối đã áp dụng;
- cỡ hạt thô 0/32 mm
- xi măng 350 kgm3 loại I và 75 kg tro bay
- phụ gia 1,2% Viscocrete-2
- tỷ lệ N/(X+tro bay) = 0,4
- tỷ trọng 2445 kg/m3
- lượng cuốn khí 0,5%
- độ chảy sụt $SF_{50\,cm}$ = 4 sec và SF_{max} = 69 cm
- cường độ bê tông 7 ngày tuổi = 45,9 MPa

2.3.2. Ví dụ 2:
Yêu cầu bê tông tự đầm có cường độ 40 MPa

Đặc điểm cấp phối đã áp dụng;
- cỡ hạt thô 0/16 mm
- xi măng 425 kgm3 loại I và 75 kg tro bay
- phụ gia 1,4% Viscocrete-3010 và 0,1% Sika AER-15
- tỷ lệ N/X = 0,42
- tỷ trọng 2360 kg/m3
- lượng cuốn khí 4,6%
- độ chảy sụt SF_{max} = 64 cm
- cường độ bê tông 7 ngày tuổi = 40,1 MPa

2.3.3. Ví dụ 3:
Yêu cầu bê tông tự đầm có cường độ 35 MPa

Đặc điểm cấp phối đã áp dụng;
- cỡ hạt thô 6/10 mm 820 kg
- cát 0/3,15 mm 805 kg
- xi măng 290 kgm3 loại I
- vi sợi 150 kg
- phụ gia 0,9% Viscocrete-3010 và 0,4% Viscocrete-2100
- tỷ lệ N/X = 0,45
-tỷ lệ đá/cát = 1,02
- nước 198 lít
- tỷ trọng 2295 kg/m3

- lượng cuốn khí 0,8%
- độ chảy sụt SF_{max} = 75 cm
- cường độ bê tông 7 ngày tuổi = 38 MPa

2.3.4. Ví dụ 4: Kết quả thí nghiệm tại Việt nam

Yêu cầu bê tông tự đầm có cường độ 35 MPa

Đặc điểm cấp phối đã áp dụng;
- xi măng Nghi sơn PCB 440
- phụ gia Viscocrete-5 và Sikament 1200 NT
- bảng sau đây ghi rõ các tham số thí nghiệm của 3 nhóm thí nghiệm điển hình

Số TT	Tỷ lệ N/X	Cấp phối trong điều kiện khô (Kg/m3)					
		Xi măng	Silicafume PP1	Cát	Đá	Nước	Phụ gia (mL)
1	0.38	450	20	966	791	171 184	6300 (1200 NT)
2	0.40	450	20	944	773	179 189	8100 (Viscorete-5)
3	0.38	460	20	946	774	174 182	8280 (Viscorete-5)

Số TT	Cấp phối trong điều kiện thực tế (Kg/m3)						Thí nghiệm chảy trên bàn (đường kính vết loang, mm)`				Hàm lượng cuốn khí %
	Xi măng	Silicafume PP1	Cát	Đá	Nước	Phụ gia (mL)	sau 0`	sau 15`	sau 30`	sau 60`	
1	450	20	966	791	177 189	6300	65	62	60		6
2	450	20	944	773	185 195	8100	65		64		4,5
3	460	20	946	774	180 187	8280	66		63		2,0

Số TT	Cường độ chịu nén của mẫu thử khối vuông (MPa)			Ghi chú
	1 ngày	7 ngày	28 ngày	
1	6,4	27,8	36,1	
2	4,5	40,7	59,0	
3	1,2	42,4	57,2	

3. KẾT LUẬN

Bê tông tự đầm là một công nghệ còn rất mới, không những đối với nước ta mà cả đối với nhiều nước khác, nhưng triển vọng áp dụng loại bê tông này cho những bộ phận kết cấu đặc biệt rất đáng quan tâm , ví dụ các vị trí khó đổ bê tông do cốt thép dầy đặc , nơi yêu cầu thi công trên cao mà sàn công tác chật hẹp, nơi mà chiều cao bơm bê tông lớn đến xấp xỉ gần hai trăm mét như các cột tháp cầu dây xiên và cầu dây võng, nơi có tình trạng chịu lực phức tạp, ứng suất cục bộ lớn như các ụ neo trên đầm cứng, v.v.. đòi hỏi loại bê tông chất lượng cao về nhiều mặt chứ không phải chỉ riêng về mặt cường độ cao.

Căn cứ các kết quả thí nghiệm ban đầu đã nêu ra ở trên , có thể nhận thấy việc chế tạo bê tông tự đầm đảm bảo chất lượng cao như các Tiêu chuẩn quốc tế với các vật liệu xi măng ,cát , đá trong nước và phụ gia SikaViscocrete là hoàn toàn khả thi.