

PHÂN TÍCH MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ VẬT LIỆU SỬ DỤNG & CẤU TẠO TRONG TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ KẾT CẤU BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP (TCVN 5574:2018) LÀM ẢNH HƯỞNG ĐẾN KẾT QUẢ THIẾT KẾ CẦU KIẾN BÊ TÔNG CỐT THÉP CHỊU UỖN

ANALYSIS OF SOME ISSUES ABOUT MATERIALS USED AND THEIR STRUCTURE IN THE DESIGN STANDARDS FOR CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES (TCVN 5574:2018) THAT AFFECT THE DESIGN RESULTS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES SUBJECTED TO BENDING

Ths. Đỗ Trường Giang¹

Tóm tắt: Bài viết trình bày một số vấn đề về vật liệu sử dụng bao gồm bê tông nặng, cốt thép sử dụng trong kết cấu bê tông cốt thép và các yêu cầu cấu tạo liên quan đến thiết kế cầu kiến bê tông cốt thép chịu uốn như: lớp bê tông bảo vệ cốt thép chịu lực, chiều dài neo của cốt thép, yêu cầu neo cốt thép tại gối tựa, hàm lượng cốt thép tối thiểu được quy định trong TCVN 5574: 2018 - tiêu chuẩn quốc gia về thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép đã làm ảnh hưởng đáng kể đến kết quả thiết kế cầu kiến bê tông cốt thép chịu uốn.

Từ khóa: Thép cốt bê tông, hệ số độ tin cậy của cốt thép, giới hạn chảy thép, lớp bê tông bảo vệ, neo cốt thép.

Abstract: This paper presents some issues about materials used including heavy concrete, reinforcement used in reinforced concrete structures and reinforcement detailings requirements related to the design of flexural reinforced concrete members. such as: concrete layer protecting load-bearing reinforcement, anchorage length of reinforcement, reinforcement anchoring requirements at supports, minimum reinforcement content specified in TCVN 5574: 2018 - national design standards Concrete and reinforced concrete structures have significantly affected the design results of flexural reinforced concrete structures.

Keywords: Steel for the reinforcement concrete, partial factor of reinforcement, melting limit of steel, concrete cover, reinforcement anchorage.

Nhận bài ngày 3/9/2024, chỉnh sửa ngày 7/10/2024, chấp nhận đăng ngày 12/11/2024.

1. Đặt vấn đề

Tiêu chuẩn thiết kế Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép được ban hành năm 2018 [1] có khá nhiều những thay đổi so với tiêu chuẩn thiết kế được ban hành năm 2012 [2]. Trong đó có những thay đổi về vật liệu sử dụng (với bê tông: mở rộng phạm vi áp dụng cho bê tông nặng từ B70 đến B100, với cốt thép: sử dụng các loại thép cốt cho bê tông theo TCVN 1651:2018 [3] đó là các loại CB240T, CB300T, CB300V, CB400V, CB500V, CB600V đều được sử dụng một hệ số độ tin cậy duy nhất là $\gamma_s = 1,15$) và cấu tạo (lớp bê tông bảo vệ, chiều dài neo của cốt thép, diện tích cốt thép neo vào gối) và đã làm ảnh hưởng đáng kể đến kết

quả thiết kế các cấu kiện chịu uốn. Bài viết này đi vào phân tích, đánh giá những thay đổi trên của TCVN 5574: 2018 khi so sánh với TCVN 5574: 2012.

2. Các thay đổi về quy định vật liệu sử dụng và cấu tạo của TCVN 5574: 2018 so với TCVN 5574: 2012

2.1. Vật liệu sử dụng

2.1.1. Bê tông

Bê tông nặng được sử dụng trong kết cấu bê tông cốt thép (KCBTCT) theo [1] bao gồm các loại cấp cường độ chịu nén không thấp hơn B15, đó là các loại bê tông có cấp cường độ chịu nén B15, B20, B25, B30, B35, B40, B45, B50, B55, B60, B70,

¹ Email: giangdt91@gmail.com

B80, B90 và B100. Theo [2], các loại bê tông sử dụng trong kết cấu BTCT là B15, B20, B25, B30, B35, B40, B45, B50, B55, B60. So với TCVN 5574: 2012 thì TCVN 5574: 2018 đã căn cứ vào tình hình xây dựng thực tế để mở rộng phạm vi áp dụng cho bê tông nặng từ B70 đến B100, điều này sẽ thuận lợi hơn cho các kỹ sư khi thiết kế những công trình BTCT đòi hỏi phải sử dụng vật liệu có cường độ cao nhằm giảm nhẹ trọng lượng cho công trình và tiết kiệm vật liệu.

2.1.2. Cốt thép

Cốt thép được sử dụng trong KCBTCT theo TCVN 5574: 2018 phù hợp với thép cốt cho bê tông đang được sản xuất theo tiêu chuẩn hiện hành TCVN 1651-1&2: 2018 – Thép cốt bê tông phần 1: Thép thanh tròn trơn và phần 2: Thép thanh vằn.

Theo TCVN 5574: 2012 cốt thép được sử dụng là loại thép cốt được sản xuất theo TCVN 1651: 1985 – Thép cốt bê tông thép cán nóng.

Cốt thép được sản xuất theo TCVN 1651: 1985 là thép cán nóng, còn thép được sản xuất theo TCVN 1651: 2018 có thể sản xuất theo công nghệ do nhà sản xuất quyết định, điều này phù hợp với sự phát triển của khoa học và công nghệ hiện nay, các đơn vị sản xuất cốt thép được chủ động hơn, miễn là đáp ứng tốt các yêu cầu kỹ thuật. Các yêu cầu kỹ thuật chính của thép cốt bê tông theo hai tiêu chuẩn nêu trên được tập hợp trong bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1. Các yêu cầu kỹ thuật của thép cốt bê tông theo TCVN 1651: 2018 [3]

Mác thép	Đường kính, mm	Giá trị đặc trưng của giới hạn chảy trên R_{eH} Nhỏ nhất (MPa)	Giá trị đặc trưng của giới hạn bền kéo R_m Nhỏ nhất (MPa)	Giá trị đặc trưng quy định của độ dãn dài (%)	
				A_s	A_{gt}
CB240-T	6-40	240	380	20	2
CB300-T	6-40	300	440	16	2
CB400-T	6-40	400	500	16	8
CB300-V	6-50	300	450	16	8
CB400-V	6-50	400	570	14	8
CB500-V	6-50	500	650	14	8
CB600-V	6-50	600	710	10	8

Bảng 2. Các yêu cầu kỹ thuật của thép cốt bê tông theo TCVN 1651: 1985 [4]

Nhóm cốt thép	Đường kính, mm	Giới hạn chảy, N/mm ²	Độ bền đứt tức thời, N/mm ²	Độ dãn dài tương đối %
		Không nhỏ hơn		
CI	6-40	240	380	25
CII	10-40	300	500	19
CIII	6-40	400	600	14
CIV	10-32	600	900	6

Nhận xét: Qua các chỉ tiêu kỹ thuật của thép cốt bê tông như hai bảng trên có thể nhận thấy sự tương đương của các cốt thép như sau CI tương đương CB240-T; CII tương đương CB300-V; CIII tương đương CB400-V và CIV tương đương CB600-V.

2.1.3. Hệ số độ tin cậy của cốt thép [1],[2]

Hệ số độ tin cậy của cốt thép γ_s liên quan đến việc xác định cường độ tính toán của cốt thép khi tính toán các cấu kiện BTCT theo trạng thái giới hạn thứ nhất. Tiêu chuẩn thiết kế TCVN

5574: 2018 quy định hệ số $\gamma_s=1,15$ chung cho các loại thép, TCVN 5574: 2012 quy định hệ số $\gamma_s=1,05-1,07$ cho các loại thép CI (CB240-T), CII (CB300-T,V), CIII (CB400-V), còn các loại thép còn lại hệ số γ_s cũng lấy như quy định của TCVN 5574: 2018.

Trong thực tế xây dựng hiện nay, cốt thép sử dụng khá phổ biến là các loại thép CB240,300-T; CB300,400-V, do đó việc quy định hệ số $\gamma_s=1,15$ của TCVN 5574:2018 đã làm giảm cường độ tính toán của cốt thép khi tính toán theo TCVN 5574: 2012, giá trị giảm cường độ này từ 7,5% đến 9,5%, đồng nghĩa với đó là lượng cốt thép sử dụng trong thiết kế sẽ tăng lên tương ứng. Thực tế sản xuất trong giai đoạn vừa qua cho thấy: chất lượng thép cốt bê tông đều tăng vượt trội so với yêu cầu (xem bảng 3), vì vậy TCVN 5574: 2018 đưa ra hệ số $\gamma_s=1,15$ là khá lớn, chưa phù hợp với thực tế sản xuất, gây lãng phí cốt thép trong thiết kế xây dựng.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm thép cốt bê tông từ 04 phòng thí nghiệm LAS-XD (LAS-XD640; 674; 834 và 1061)

STT	ĐK (D)	Mác thép	Yêu cầu về giới hạn chảy, giới hạn bền	Lực chảy	Giới hạn chảy R_{eH}	Lực bền	Giới hạn bền R_m	Biến dạng dài khi đứt		Nhận xét kết quả so với yêu cầu (Tăng+; Giảm-)		
				F_y (kN)	F_m (kN)	A_5 (%)	Giới hạn chảy R_{eH}	Giới hạn bền R_m	BD dài A_5			
										$\geq$ (N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
1	6	CB240- T	$R_{eH}\geq 240$ $R_m\geq 380$	8,5	301	13,5	477	25,6	25%	26%	28%	
2				8,3	294	13,2	467	26,7	22%	23%	34%	
3				8,4	297	12,7	449	26,5	24%	18%	33%	
1	8			14,8	294	23,3	464	25,6	23%	22%	28%	
2				15,1	300	23,5	468	26,5	25%	23%	33%	
3				15,2	302	23,6	470	24,6	26%	24%	23%	
1	16			73,6	366	109,3	544	21,3	22%	21%	33%	
2				74,5	371	111,2	553	20,8	24%	23%	30%	
3				76,3	379	110,6	550	21,2	26%	22%	33%	
1	18	CB300- V	$R_{eH}\geq 300$ $R_m\geq 450$	92,5	364	138,9	546	19,8	21%	21%	24%	
2				93,7	368	140,6	553	20,6	23%	23%	29%	
3				91,5	360	143,3	563	21,8	20%	25%	36%	
1	22			140,3	369	208,9	550	19,8	23%	22%	24%	
2				142,1	374	210,3	553	20,9	25%	23%	31%	
3				145,3	382	205,6	541	20,4	27%	20%	28%	
1	16			96,8	481	135,5	674	19,5	20%	18%	39%	
2				99,6	495	138,6	689	18,7	24%	21%	34%	
3				95,9	477	140,3	698	17,9	19%	22%	28%	
1	18	CB400- V	$R_{eH}\geq 400$ $R_m\geq 570$	121,3	477	172,6	678	18,9	19%	19%	35%	
2				125,6	494	176,5	694	18,6	23%	22%	33%	
3				126,8	498	180,3	709	17,9	25%	24%	28%	
1	22			182,6	480	258,6	680	18,6	20%	19%	33%	
2				186,4	490	265,6	699	18,6	23%	23%	33%	
3				189,3	498	272,4	717	19,0	24%	26%	36%	
1	20			194	618	241,6	769	18,1	24%	18%	29%	
2				190,6	607	243,6	775	17,3	21%	19%	24%	
3				198,3	631	240,8	766	18,3	26%	18%	31%	
1	22			240,9	634	300,5	791	17,6	27%	22%	26%	
2				237,5	625	295,6	778	17,9	25%	20%	28%	
3				229,6	604	289,7	762	18,6	21%	17%	33%	
1	25	CB500- V	$R_{eH}\geq 500$ $R_m\geq 650$	302,5	616	385,6	786	18,9	23%	21%	35%	
2				307,3	626	378,9	772	18,1	25%	19%	29%	
3				299,7	611	374,6	763	17,9	22%	17%	28%	
1	28			370,6	602	487,5	792	19,5	20%	22%	39%	
2				365,6	594	470,6	764	18,2	19%	18%	30%	
3				360,8	586	481,3	782	17,6	17%	20%	26%	

Kết quả thí nghiệm trên đây được tập hợp từ số liệu trung bình của 10 tổ mẫu từ các nhà sản xuất thép cán nóng trong nước. Với mỗi loại đường kính bao gồm ba nhà sản xuất: 1. Tập đoàn Hòa Phát; 2. Thép Việt Đức; 3. Công ty cổ phần thép Việt Ý. Trong đó các chỉ tiêu về sai số trọng lượng, độ dãn dài và uốn đều đạt yêu cầu theo TCVN 1651-2018. Bảng kết quả chỉ đề cập đến 02 chỉ tiêu quan trọng là giới hạn chảy và giới hạn bền của các mẫu thép thí nghiệm.

Nhận xét: Giới hạn chảy của các loại thép sau thí nghiệm đều tăng từ 17% đến 27% so với yêu cầu của các mác thép. Giới

hạn bền: so với yêu cầu tăng từ 17% đến 26%. Biến dạng dài sau khi đứt A5 tăng từ 23% đến 39%. Có thể thấy rằng: chất lượng chế tạo các loại thép cốt bê tông ở giai đoạn hiện nay là rất tốt nhờ sự tiến bộ không ngừng của khoa học và công nghệ sản xuất, do vậy cần quy định hệ số độ tin cậy giảm bớt so với quy định của TCVN 5574: 2018 để tránh lãng phí lượng thép sử dụng trong xây dựng.

2.2. Các quy định về cấu tạo

Các quy định về cấu tạo có thay đổi giữa TCVN 5574: 2012 và TCVN 5574: 2018 liên quan đến cấu kiện chịu uốn được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Các quy định có thay đổi về cấu tạo trong cấu kiện chịu uốn [1], [2]

STT	Các quy định có thay đổi về cấu tạo trong cấu kiện chịu uốn của 02 tiêu chuẩn thiết kế		TCVN 5574: 2012	TCVN 5574: 2018
1	Lớp bê tông bảo vệ cốt thép chịu lực trong điều kiện thông thường	1. Bản có chiều dày $\leq 100\text{mm}$	10	20
		2. Bản có chiều dày $> 100\text{mm}$	15	20
		3. Dầm có chiều cao $< 250\text{mm}$	15	20
		4. Dầm có chiều cao $\geq 250\text{mm}$	20	20
2	Diện tích cốt thép neo tại gối so với diện tích tính toán lớn nhất (As)	Bản sàn	1/3 As	1/3 As
		Dầm với bề rộng $b < 150\text{mm}$	Không quy định	1/2 As
		Dầm với bề rộng $b \geq 150\text{mm}$		
3	Hàm lượng cốt thép tối thiểu	Bản và dầm	0,05%	0,1%

Nhận xét: Với cấu kiện chịu uốn trong điều kiện môi trường thông thường lớp bê tông bảo vệ của cốt thép bản theo tiêu chuẩn hiện hành được lấy nhiều hơn 10mm so với TCVN 5574: 2012, điều này làm cho chiều dày tối thiểu của bản tăng thêm 20mm và gây bất lợi cho sự làm việc của bản khi chịu momen uốn đó là làm giảm đáng kể chiều cao làm việc của bản (h0), với bản có chiều dày≤100mm thì chiều cao h0 bị giảm hơn 10%, với bản có chiều dày ≤150mm thì h0 bị giảm từ 4% đến 5%. Điều đó sẽ làm cho lượng cốt thép sử dụng trong bản tăng lên tương ứng. Với cấu kiện chịu uốn là dầm: do chiều cao của dầm khá lớn nên việc tăng thêm lớp bê tông bảo vệ của cốt thép chịu lực làm giảm chiều cao làm việc h0 của dầm không đáng kể.

Diện tích cốt thép neo vào gối của dầm theo quy định của TCVN 5574: 2018 cũng tăng khá nhiều so với quy định của TCVN 5574: 2012.

3. Kết quả thiết kế cốt thép chịu mô men

Để thấy rõ ảnh hưởng của việc thay đổi vật liệu thép và các quy định cấu tạo đến kết quả thiết kế cấu kiện chịu uốn, ví dụ được cho trong bảng tính cốt thép chịu mô men của cấu kiện chịu uốn sau đây sẽ chỉ ra chênh lệch về diện tích cốt thép khi thiết kế theo TCVN5574: 2018 và TCVN 5574: 2012.

Bảng 5. So sánh cốt thép chịu Momen khi thiết kế theo 02 tiêu chuẩn

Cấu kiện	Momen (kNm)	Tiết diện		Loại bê tông sử dụng		Loại thép sử dụng	TCVN 5574: 2012			TCVN 5574: 2018			Chênh lệch Aa2 và Aa1 (%)
		b (mm)	h (mm)	B (MPa)	Rb (MPa)		h0 (mm)	Ra (MPa)	Aa1 (mm²)	h0 (mm)	Ra (MPa)	Aa2 (mm²)	
Bản	4,00	1000	80	15	8,5	CB240T	65	225	291	55	210	378	30%
	6,00	1000	90	20	11,5	B300T	75	280	300	65	260	380	27%
	7,00	1000	100	25	14,5	CB400	85	365	234	75	350	279	19%
	8,00	1000	110	25	14,5	CB400	90	225	386	85	210	467	21%
	9,00	1000	120	25	14,5	CB400	100	280	315	95	260	378	20%
	16,00	1000	130	25	14,5	CB400	110	365	399	105	350	460	15%
	18,00	1000	140	25	14,5	CB400	120	365	412	115	350	470	14%
	20,00	1000	150	25	14,5	CB400	130	365	423	125	350	479	13%

Cấu kiện	Momen (kNm)	Tiết diện		Loại bê tông sử dụng		Loại thép sử dụng	TCVN 5574: 2012			TCVN 5574: 2018			Chênh lệch Aa2 và Aa1 (%)
		b (mm)	h (mm)	B (MPa)	Rb (MPa)		h0 (mm)	Ra (MPa)	Aa1 (mm²)	h0 (mm)	Ra (MPa)	Aa2 (mm²)	
Dầm	100,00	220	500	15	8,5	CB300	450	280	941	440	260	1047	11%
	130,00	220	500	20	11,5	CB400	450	365	930	440	350	1002	8%
	200,00	220	500	30	17	CB600	450	510	1033	440	520	1047	1%
	150,00	220	600	15	8,5	CB300	550	280	1156	540	260	1279	11%
	190,00	220	600	20	11,5	CB400	550	365	1107	540	350	1185	7%
	250,00	220	600	30	17	CB600	550	510	1020	540	520	1026	1%

Nhận xét: So với TCVN 5574: 2012, tiêu chuẩn thiết kế hiện hành TCVN 5574: 2018 đã quy định hệ số độ tin cậy của cốt thép và cấu tạo lớp bê tông bảo vệ cốt thép chịu lực được tăng thêm những điều này đã làm cho kết quả thiết kế cốt thép chịu Momen trong bản tăng lên rất đáng kể, cụ thể là: với bản có chiều dày ≤100mm, diện tích cốt thép chịu lực tăng lên từ 20% đến 30%, với bản có chiều dày ≤150mm thì diện tích cốt thép chịu lực tăng thêm từ 10% đến 20%, với dầm khi sử dụng cốt thép có giới hạn chảy ≤400MPa thì lượng cốt thép chịu lực tăng thêm gần 10%.

4. Kết luận, kiến nghị

Các quy định về vật liệu thép và cấu tạo của TCVN 5574: 2018 đã làm thay đổi đáng kể kết quả thiết kế cấu kiện chịu uốn khi tính toán với Momen. Trong bản sàn, lượng cốt thép sử dụng tăng đến 30%, trong dầm lượng cốt thép sử dụng tăng đến 10% khi so sánh với việc thiết kế theo TCVN 5574: 2012.

Kiến nghị: Điều chỉnh hệ số độ tin cậy của cốt thép giảm xuống cho phù hợp với thực tế sản xuất, giá trị này nên lấy là 1,05 với thép cán nóng có giới hạn chảy không quá 500MPa (tương ứng với mức thép CB240,300,400).

Giảm bớt chiều dày lớp bê tông bảo vệ cho thép bản (nên giảm 5-10mm)

Lương Hương (BT)

Tài liệu tham khảo:

- 1. TCVN 5574: 2012, Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế.
- 2. TCVN 5574: 2018, Tiêu chuẩn quốc gia. Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép.
- 3. TCVN 1651-1: 2018, Thép cốt bê tông (Phần 1: Thép thanh tròn trơn).
- 4. TCVN 1651-2: 2018, Thép cốt bê tông (Phần 2: Thép thanh vằn).
- 5. TCVN 1651:1985, Thép cốt bê tông cán nóng.
- 6. TCVN 6284:1997, Thép cốt bê tông dự ứng lực (Phần 1–5).
- 7. TCVN 197-1:2014, Vật liệu kim loại - thử kéo - phần 1: Phương pháp thử ở nhiệt độ phòng.
- 8. Lê Minh Long (2017), “Một số điểm mới trong dự thảo TCVN 5574:2017” Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, 2, trang 55-61.
- 9. Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống (2011), Kết cấu BTCT - Phần cấu kiện cơ bản, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.