

スリップフォーム工法に用いるコンクリートの若材齢強度特性に関する検討

清水建設(株) 土木技術本部 正会員 ○宮田 佳和
 清水建設(株) 土木技術本部 フェロー会員 江渡 正満
 清水建設(株) 名古屋支店 正会員 野村 朋宏
 清水建設(株) 名古屋支店 丸山 敏男

1. はじめに

スリップフォーム工法は、ごく初期のうちに型枠を滑動させながら壁構造物を施工する工法である。本工法では、打設後数時間で型枠を脱型するため、その時点で、打ち込まれたコンクリートは自立できるだけの強度を有している必要がある。材齢ごく初期の強度発現には環境温度の影響が大きく、特に冬期は気温が低いため、その点を考慮した配合設計が必要となる。本報は、スリップフォーム工法による実施工を対象に、室内試験によるコンクリートの配合選定と施工結果を報告するものである。なお、本工事ではコンクリートの若材齢強度として打込み後5時間で圧縮強度 0.06N/mm² 以上が要求された。

表- 1 試験ケース一覧

ケース	セメント種類	W/C (%)	耐寒促進剤 (ℓ/m ³)				環境温度
			なし	2	3	4	
1	N (普通)	43.0	○	-	-	-	10℃
2		45.5	○	-	-	-	
3		43.0	-	-	-	○	5℃
4		45.5	-	-	-	○	
5	H (早強)	41.5	-	-	○	-	5℃
6			-	○	-	-	
7		44.5	-	-	○	-	10℃
8			-	-	○	-	
9		47.5	-	-	○	-	外気温
10			-	○	-	-	

※混和剤：高性能AE減水剤(ポリカルボン酸系)
 耐寒促進剤：硬化促進剤 I 種(亜硝酸系)

$$\text{積算温度}(\text{°C} \cdot \text{h}) = \sum_0^t (\theta + 10) \cdot \Delta t \quad (1)$$

ここに、 t ：注水からの養生時間(h)

θ ： Δt 時間中の養生温度(°C)

2. 室内試験

2.1 試験概要

実施工は2~3月にかけて行われ、建設地におけるその時期の日平均気温は5~10℃程度である。コンクリートの若材齢強度は気温のほか、配合、材料、混和剤の種類等の影響を受けるため、環境温度に応じた合理的な配合を選定することを目的に試験を行った。スランブは施工性を考慮し、高性能 AE 減水剤を使用して 18cm とした。試験ケースを表- 1に示す。当該構造物は設計基準強度 30N/mm² の建築構造物であり、JASS5 に基づき外気温に応じた構造体強度補正値を考慮し、材齢 28 日で 33N/mm²、36N/mm² を満足するように W/C をパラメータとして変化させた。骨材は出荷予定工場のもを使用し、セメントは仕様通りの普通セメントのほか、若材齢強度の発現がさらに期待できる早強セメントでも試験を行った。なお、早強セメントを使用した配合は、出荷予定工場に当該混和剤仕様の配合実績がなかったため、JIS 配合を参考に新たに設定した。ここで、ケース 1~8 は室内で養生温度を一定に保って気中封かん養生を行った

が、ケース 9, 10 は、出荷予定工場屋外にて外気温環境下で封かん養生した。試験では注水後 4 時間後から最大 8 時間後まで 1 時間ごとに JIS A 1216(土の一軸圧縮試験方法)により圧縮強度を確認した。

2.2 試験結果

普通セメントを使用したケース 1~4 の若材齢強度を図- 1に、早強セメントを使用したケース 5~10 の若材齢強度を図- 2にそれぞれ示す。横軸は積算温度(式(1)で計算)を対数表示している。

図- 1、図- 2より、同一セメントを用いた配合では、若材齢強度には W/C の影響は少なく、耐寒促進剤の添加量に影響を受けることがわかった。耐寒促進剤の添加量ごとにグループ分けした圧縮強度と積算温度の相関係数は 0.9 以上であり、良い相関関係にあると言え、既往の論文¹⁾と同様の結果が得られた。また、セメントの種類が若材齢強度に与える影響は大きくないとの報告²⁾もあるが、普通セメント

キーワード 若材齢, スリップフォーム, 耐寒促進剤, 積算温度

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設株式会社 土木技術本部 TEL 03-3561-3915

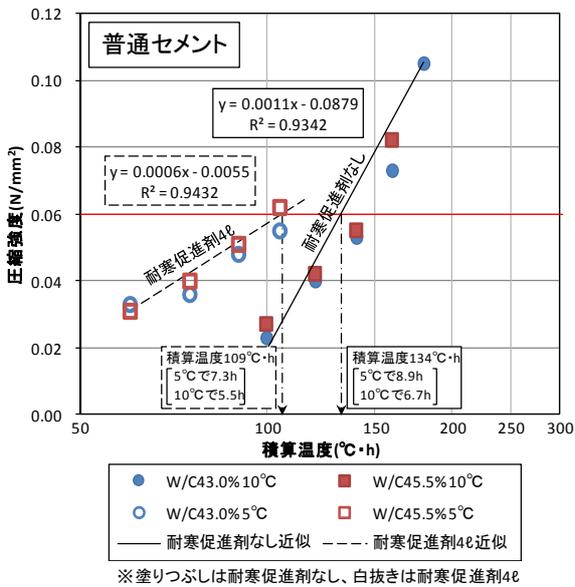


図-1 若材齢強度試験結果 (N)

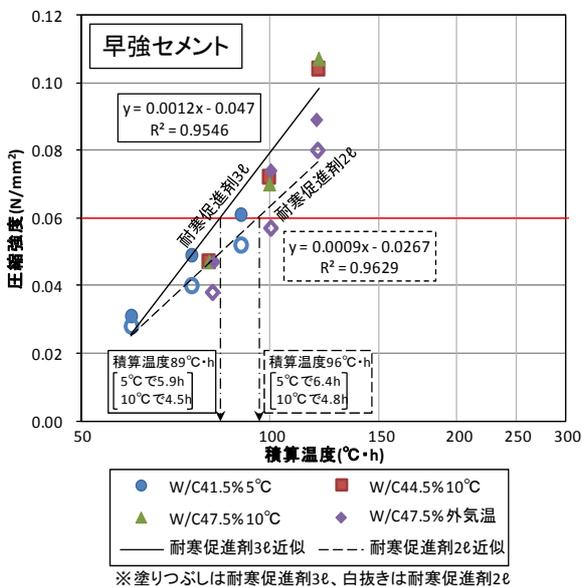


図-2 若材齢強度試験結果 (H)

では耐寒促進剤を 40 /m³ 使用した場合で目標強度である 0.06N/mm² に達する積算温度が 109°C・h であるのに対し、早強セメントでは耐寒促進剤の添加量が 20 /m³ の場合に目標強度に達する積算温度が 96°C・h であることから、本試験での材料、施工条件の範囲では、セメントの種類が若材齢強度に与える影響は無視できないものと考えられる。

試験結果の実施工への展開として、図-2より、早強セメントを使用した配合で耐寒促進剤の添加量を 30 /m³ とした場合は、積算温度が 89°C・h で目標強度に達し、耐寒促進剤の添加量が 20 /m³ の場合は、積算温度が 96°C・h で目標強度に達すると推定されたため、実施工では外気温が 10°C (5 時間で積算温度

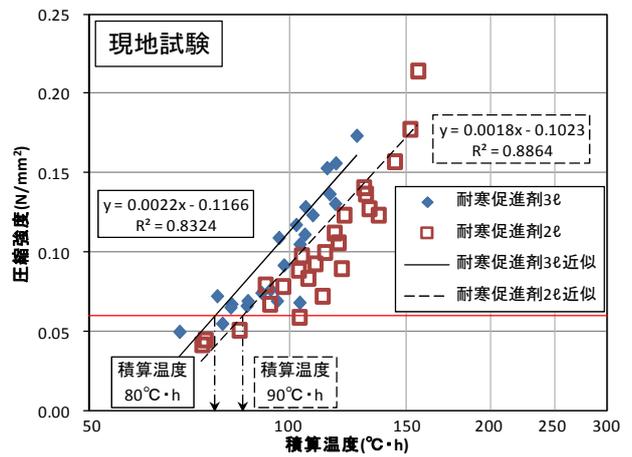


図-3 現地試験結果

100°C・h)を下回ると予想される場合は耐寒促進剤を 30 /m³ 添加した配合(ケース 8, 9 の配合), 10°Cを上回ると予想される場合は耐寒促進剤を 20 /m³ 添加した配合(ケース 10 の配合)を用いることとした。

3. 実施工状況

実施工では室内試験の結果を受けて早強セメントを使用した配合を用い、施工時期と外気温の計測結果から耐寒促進剤の添加量を 30 /m³ または 20 /m³ として施工を行った。現地での圧縮強度試験の結果の一例を図-3に示す。実施工においても室内試験と同様、若材齢強度は耐寒促進剤の添加量に影響を受け、また、積算温度と良い相関があることがわかった。

4. まとめ

本報ではスリップフォーム工法で求められる若材齢強度を満たす配合を室内試験と現地において確認した。その結果、若材齢強度には W/C の影響は小さいがセメントの種類や耐寒促進剤の添加量の影響が大きいこと、積算温度と良い相関があること、低温環境下では耐寒促進剤が有効であることを確認した。

謝辞

室内試験、実施工にご協力いただいた(株)フローリックの関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1)一瀬賢一, 中根淳, 久保田昌吾: 若材令時における高強度コンクリートの性状, コンクリート工学年次論文報告集, 13-1, pp. 225~230, 1991
- 2)石川時雄, 新川守, 名倉健二, 杉橋直行: スリップフォーム工法による大規模石炭サイロの施工, コンクリート工学, Vol. 38, No. 3, 2000. 3