

低炭素型高強度繊維補強モルタルにおける収縮抑制に関する検討

五洋建設(株) 正会員 ○水野 剣一, 正会員 正木 徹, 正会員 谷口 修
(株)トクヤマエムテック 正会員 古城 誠 (株)トクヤマ 茶林 敬司, 正会員 岩本 泰徳

1. はじめに

著者らはプレキャスト床版の接合部などの間詰材として高炉スラグ微粉末を高配合(高炉セメント C 種相当)した低炭素型高強度繊維補強モルタル¹⁾を検討しているが、環境温度 5℃において、モルタルフロー350mm 以下では練混ぜが難しく、凝結始発時間が 22 時間と通常のコンクリートより極めて遅い傾向が確認された。仕上げ時間など施工性を考慮した場合、コンクリートと同程度であることが望ましいと考えられる。凝結遅延の原因は種々あるものの、本材料の主な原因としては、ポリカルボン酸系化合物の超高強度用高性能減水剤を使用しており、この添加量の増加に応じて凝結遅延が発生していると考えられる²⁾。そこで、結合材の割合を調整することで超高強度用高性能減水剤の添加量を低減させて、通常のコンクリートと同程度の凝結時間とすることを目標とした。また、プレキャスト床版の間詰材として使用する場合、収縮への影響が懸念されるため、本配合において膨張材の添加量による違いについて把握することを目的とした。

2. 基本配合検討

基本条件は圧縮強度の特性値 100N/mm² 以上、モルタルフロー250～310mm、空気量 4%以下を目標とした。高性能減水剤の添加量の低減方法としては、シリカフュームにはマイクロファイラー効果に伴う減水効果と粘性低減があるため、その割合を増加させることで高性能減水剤の添加量を低減させることとした。使用材料を表-1 に示す。5℃環境、20℃環境、35℃環境における既往の配合(No.1)¹⁾と上述した基本条件を満足した配合(No.2)を表-2 に示す。なお、配合 No.2 のポルトランドセメントと高炉スラグ微粉末の割合は重量比で 35% : 65%とした。モルタルフロー試験は JIS R 5201 を参考に落下なしのフロー値とし、空気量試験は JIS A 1128、凝結試験は JIS A 1147 を参考に鋼繊維を除いた配合で実施し、それらの結果を表-2 に示す。5, 20℃環境では高性能減水剤の添加量は低減され、凝結時間が早くなり改善が見られた。しかし、35℃環境では、高

表-1 使用材料

材料	記号	密度 (g/cm ³)
水(上水道水)	W	1.00
普通ポルトランドセメント	C	3.16
高炉スラグ微粉末4000	BS	2.91
シリカフューム	SF	2.25
石膏	AG	2.90
ウォラストナイト	WA	2.91
細骨材	S	2.61
高性能減水剤	SP	1.07
消泡剤	DF	1.00
鋼繊維(引張強度 2750N/mm ² 以上)	F	7.85

表-2 配合と試験結果

No.	単位量(kg/m ³)										モルタル フロー (mm)	200mmフロー 到達時間 (s)	空気量 (%)	凝結時間 始発	凝結時間 終結
	W	B				WA	S	SP	DF	F					
		C	BS	SF	AG										
1_5℃	230	300	700	92	58	87	844	10.4 ²	1.15	157	358	11.4	3.5	22.1h	34.4h
1_20℃								10.4			294	9.6	2.5	5.7h	8.8h
1_35℃								8.6			276	8.7	2.5	2.0h	3.6h
2_5℃	230	334	620	138	58	87	831	6.6	1.15	157	295	8.2	3.8	9.1h	14.1h
2_20℃								6.6			300	7.4	2.2	4.9h	8.8h
2_35℃								9.2			285	6.2	2.5	2.8h	4.1h

※フローを大きくした場合、ファイバーボールが発生したため、高性能減水剤の添加量は20℃と同一とした。

キーワード 低炭素, 高強度, 繊維補強, 短繊維. 膨張材, 収縮低減剤

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株) 技術研究所 TEL 0287-39-2105

性能減水剤の添加量は増加し、凝結時間は No.1 配合に比べ遅延したものの、通常のコンクリートと同程度であった。No.2 の配合は 200mm フローの到達時間がすべての温度環境で No.1 の配合に比べ早く、粘性が低下していると考えられる。粘性が低下したことで 5℃環境ではモルタルフロー 310mm 以下でも練り混ぜが可能になったものと推測される。

3. 膨張材・収縮低減剤の影響

使用する膨張材は石炭系特殊クリンカーを主成分とする早強型膨張材とした。実験ケースは無添加、1 m³当たり膨張材を 20kg, 30kg, 40kg 添加した配合に加えて、1 m³当たり膨張材を 20kg と収縮低減剤を 10L 添加した全 5 ケースで実施した。なお、膨張材はセメントと高炉スラグ微粉末で置換した。供試体は 100×100×400mm の角柱とし、埋込み型ひずみ計を用いて封緘状態のひずみを材齢 91 日まで測定した。測定した自己膨張と自己収縮結果を図-1 に示す。材齢 1 日程度で膨張率は最大であり、最大膨張率と添加量の関係を図-2 に示す。添加量 20kg までは膨張量が小さいものの、添加量 20kg～40kg では添加量と膨張率は線形的な関係であることが分かった。最大膨張率から材齢 91 日までの収縮率の結果を図-3 に示す。無添加が最も収縮率が大きく、添加量 20kg～40kg の変化は少ないことが分かる。また、無添加と添加量 20kg との収縮率の差分を図-2 の無添加に記載すると、添加量 0～40kg で概ね線形関係であることが分かった。この結果により現場に応じて最適な膨張材量を決定する。収縮低減剤を併用した配合の収縮率は -200×10^{-6} 程度であった。φ50×100mm の円柱供試体で圧縮強度試験した結果を図-4 に示す。膨張量の大きい 40kg は若干強度が増加し、収縮低減剤を添加した場合は低下傾向が見られた。

4. おわりに

各温度で通常のコンクリートと同程度の凝結時間となる低炭素型高強度繊維補強モルタルの配合を検討し、本配合における早強型膨張材と収縮低減剤の影響を確認した。今後は本材料を実現場へ適用展開していく予定である。

参考文献

- 1) 水野剣一ほか:常温硬化性能を有した低炭素型高強度繊維補強モルタルの検討,コンクリート工学年次論文集,Vol.44,No.1,pp.934-939,2022,日本コンクリート工学会
- 2) 小泉信一ほか:設計基準強度 300N/mm² の超高強度コンクリートの実用化その 2:新規高性能減水剤について,材料施工(2014),pp.105-106, 2014,日本建築学会

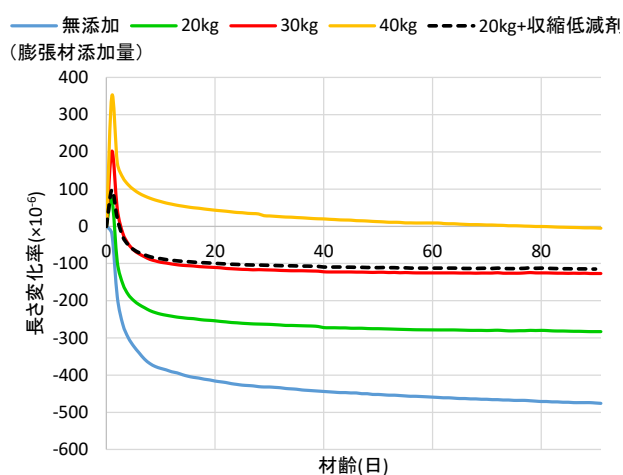


図-1 自己膨張と自己収縮

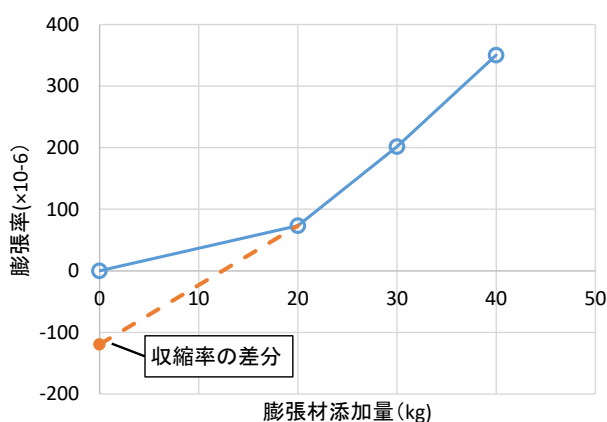


図-2 最大膨張率と膨張材添加量の関係

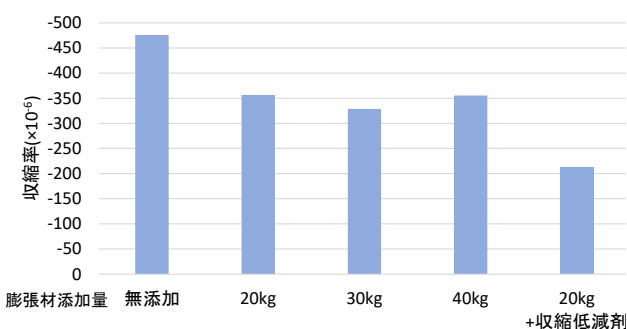


図-3 最大膨張率から材齢 91 日までの収縮率

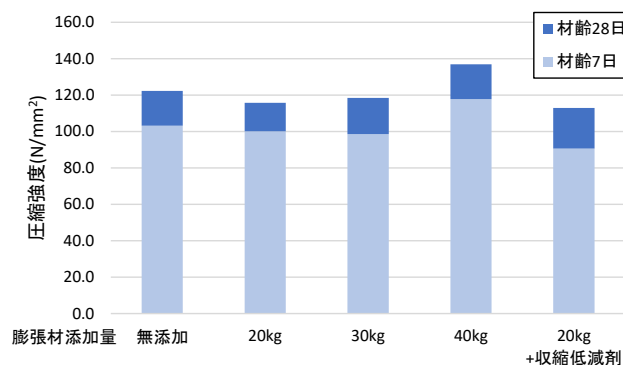


図-4 圧縮強度結果