

工期短縮に寄与する鋼板巻立て工法における速硬軽量無収縮グラウトの開発

清水建設株式会社 正会員 ○吉田 匠吾 近畿日本鉄道株式会社 藤田 輝男
清水建設株式会社 正会員 久保 昌史 清水建設株式会社 正会員 板津 吉晃

1. はじめに

鋼板巻立てによる耐震補強工事において、補強目的がせん断補強やじん性補強である場合、鋼板と躯体の間に充填する無収縮グラウトの圧縮強度は5N/mm²以上あればよいとされており¹⁾、この性能を満足した比重1.3程度の軽量無収縮グラウトが使用されている。これによりグラウト注入時に鋼板に作用する側圧が低減するため、鋼板の変形防止用の支保工の簡素化や、一回の注入高さを高くすることが可能となり、工期短縮やコスト削減に寄与している。しかし、狭あい箇所などで支保工を組むことができない場合、一回の注入高さを低くせざるを得ない。グラウトの硬化開始時間は12時間程度であるが、この時間を施工に影響のない範囲で短縮することができれば、制約条件下であっても工期短縮が可能となる。

そこで、従来品よりも硬化開始時間の短い軽量無収縮グラウトを開発し、駅構内のラーメン高架橋RC柱の耐震補強に適用した。本報は、開発に際して行った各種試験の結果を報告するものである。

2. 試験概要

試験は、室内における物性確認試験により各温度環境下における材料の物性を確認し、屋外におけるモックアップ試験体による施工性能確認試験を行った。

(1) 物性確認試験

室内における物性確認試験は、5、10、15、20、30℃の環境下で行った。ここで、5、10℃環境下では低温用、20、30℃では常温用とした。なお、30℃環境下では可使時間が短くなる可能性があったため、別途遅延剤を使用した。試験項目と要求性能の一覧を表-1に示す。

(2) 施工性能確認試験

モックアップ試験体の概要を図-1に示す。試験体はプレキャスト部材のボックスカルバート(860×860×2,000mm、壁厚130mm)を直立させ、これを囲うように断面方向にコの字型に2分割、鉛直方向に2分割した鋼板を建て込み、ボルトナットで接合した。

鋼板の下端から50、850mmの高さにひずみゲージ、変位計、ダイヤフラム型圧力測定計を取り付け、グラウト注入時に測定を行った。試験実施時は10月下旬で外気温が20℃以下のため、低温用の材料を用いて試験を行った。グラウトは1袋25kgのプレミックス材であり、注入の際には1袋ごとに練混ぜを行い、1層目を800mmの高さまで、2層目を天端まで1200mm注入した。注入完了2時間後にグラウトの充填性を確認するため鋼板を取り外し、グラウトが充填されているかの確認も行った。

表-1 室内試験における試験項目および要求性能

項目	試験項目	試験方法	要求性能 (目標スペック)
流動性	J _{1d} ロート流下時間	JSCE-F 541 に準拠	4~10 秒
練上り容重	単位容積質量	JIS A 1171 に準拠	1.30kg/L 以下
材料分離抵抗性	フリーディング率	JIS A 1123 に準拠	0%
無収縮性	膨張収縮率	JSCE-F 542 に準拠	0%以上膨張
塩化物量	塩化物量	JASS 5T-502 に準拠	0.3kg/m ² 以下
圧縮強度	圧縮強度	JIS A 1108 に準拠	σ _{28d} 5N/mm ² 以上
凝結時間	凝結時間	JIS A 1147 に準拠	2.0h 以下 (始発)

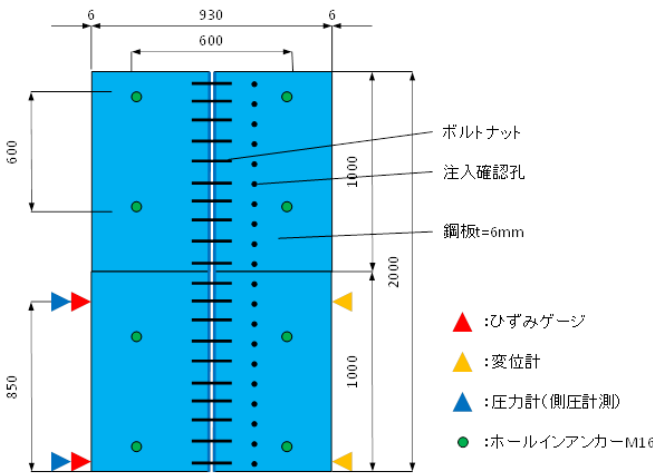


図-1 モックアップ試験体概要

キーワード 鋼板巻立て工法、工期短縮、速硬、軽量、グラウト

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

3. 試験結果

(1) 物性確認試験

室内試験結果の一覧を表－2および図－2に示す。30℃環境下のみ遅延剤を用いる必要があったが、目標とした要求性能を低温用、常温用とも満足し、速硬軽量無収縮グラウトとして問題がないことを確認した。圧縮試験の結果、材齢3時間（5℃環境下のみ材齢4時間）の強度は1.39～3.23N/mm²となり、強度発現性に優れることを確認できた。初期材齢の強度発現は低温用、常温用とも温度が高いほど速いが、材齢28日では大きな差は見られず、9N/mm²前後とほぼ同一の値となった。

硬化時間については、従来品が12時間程度であるのに対し、全環境下において3時間以内であり、速硬性も確認した。なお、施工時に重要となる可使用時間については、指標となるゲルタイムはいずれも30分以上となり、従来通りの取り扱いが可能であることが分かった。

(2) 施工性能確認試験

側圧の測定結果を図－3に示す。実測値は液圧が作用したと仮定した場合に比べて10～60%程度であった。

同時に測定を行ったひずみとたわみについて、ひずみ最大値における鋼板への作用応力は47N/mm²であり、鋼板の許容応力（157N/mm²）の30%程度、たわみはグラウトの液圧が作用したと仮定した場合の最大値は1層目で4.25mm、2層目で6.52mmだが実測では1層目で1.00mm、2層目で0.50mmとなり、ひずみとたわみのいずれも安全側の結果であることが明らかとなった。安全側になった要因として、注入中に下層より凝結が開始し、注入全量が液圧として作用しないということが考えられる。

写真－1に鋼板撤去、はつり後のグラウトの充填状態を示す。グラウトは隙間なく充填されており、空隙などは見られなかった。また、1層目と2層目の打継部に脆弱部は見られず、充填性は良好であることが分かった。

4. まとめ

速硬型軽量グラウトの実用化にあたり、物性確認試験、施工性能確認試験を行い、目標とした諸性能を満足することを確認した。これを受けて平成27年2～3月に駅構内のRC柱鋼板巻立て耐震補強工事において、速硬型軽量グラウト（低温用）を適用し、高さ2.6m（1.3m/層×2回打設）のグラウト充填で支保工を使用せずに一晩（施工時間：21時～翌6時）で施工した。

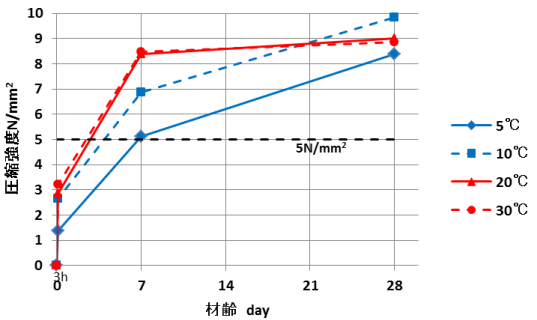
今後は常温用を用いた施工性能確認試験を実施し、気温20℃以上となる春～秋の環境下での速硬軽量グラウトの適用も検討する。

参考文献

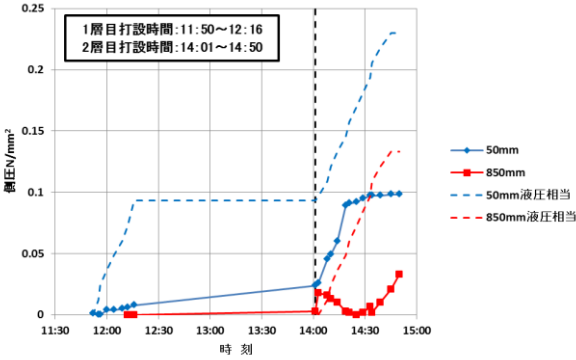
1) 社団法人日本鉄道施設協会：土木工事標準仕様書（東日本旅客鉄道株式会社編），p26-1，2010年11月

表－2 室内試験結果一覧

環境条件		5℃	10℃	20℃	30℃	
プレミックス材	線より温度（℃）	低温用	低温用	常温用	常温用	
					遅延剤	
					無	有
J14漏斗 流下時間 (秒)	直後	5.0	12.0	21.0	31.0	33.0
	5分後	7.5	6.9	5.9	5.1	5.3
	10分後	7.6	6.8	5.9	5.2	5.3
	15分後	7.7	7.0	6.1	6.7	5.7
	20分後	7.9	7.1	6.2	—	8.1
	25分後	7.7	7.4	7.6	—	9.2
	30分後	7.8	7.5	8.0	—	10.0
単位容積質量 (kg/L)		1.22	1.22	1.21	1.19	
ブリーディング率 (%)		—	—	0.0	—	
膨張収縮率 (%)	材齢1日	—	—	0.38	—	
	材齢7日	—	—	0.39	—	
塩化物物量 (kg/m ³)		—	—	0.04	—	
凝結時間 (分)	始発	—	90	65	—	
	終結	—	140	135	—	
ゲルタイム (分)		95	60	36	15	32



図－2 材齢と圧縮強度の関係



図－3 打設高さで側圧の関係



写真－1 はつり後のグラウトの充填状態