

V-517

石灰石微粉末を用いた高流動コンクリートの諸物性
—— 上信越自動車道神川橋への適用（その2） ——

西松建設(株)技術研究所 正会員 西田德行 高橋秀樹
西松建設(株)技術研究所 正会員 湊 康裕 佐藤幸三
西松建設(株)道上田出張所 一色真人
日本道路公団上田工事事務所 久保真一

1. はじめに

R/Cアーチ構造である上信越自動車道神川橋工事では、上面型枠を要するアーチリブ厚さが90～60cmであり、苛酷な締固め作業となるため、締固め作業の解消と施工の信頼性向上を目的に、高流動コンクリートの施工を試験的に行った。高流動コンクリートに関する研究は数多く、配合は多粉体系および分離低減剤系の2つに大別される。また、配合は現場条件に応じて粉体の種類と量等が異なり、多種多様であると言える。

本報告では、この種のコンクリートのデータ蓄積のため、本工事に適用した石灰石微粉末（以下、石灰粉）を用いた粉体系高流動コンクリートの諸物性（フレッシュおよび硬化性状）の試験結果について述べる。

2. コンクリート配合

表-1 高流動コンクリート配合および管理目標値

配合および品質管理目

標値を表-1示す。高流動コンクリート配合の設計^{1,2)}に当っては、現場条件（施工、要求性能、

G _{max} (mm)	管理目標値			W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					減水剤 P× (%)
	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	V _a . s. ロート (秒)			水 W	セメント C	石灰粉 LS	細骨材 S	粗骨材 G	
20	60～70	4～5	10～20	53.0	48.2	179	338	233	728	815	2.2

セメント：普通ポルトランドセメント（比重3.16，比表面積3250cm²/g）
石灰石粉：青倉石灰 炭酸カルシウムTM-1号（比重2.71，比表面積5050cm²/g）
細骨材：千曲川産 川砂（比重2.59，FM=2.45，実積率61.0%，吸水率2.22%）
粗骨材：新張山産 碎石（比重2.70，FM=6.82，実積率60.2%，吸水率1.58%）
を検討し、配合を決定し

た。特に、アーチリブは上面型枠を有することから、配合試験時には充填性能においてコンクリートの流動性を重視し、材料分離が生じない範囲でスランプフローが大きく、V_a. s. ロート流下時間が小さくなるよう検討した。耐久性は、机上検討で配合条件を設定した（表-2）。

表-2 耐久性から設定した配合条件

強 度	セメント比	60%以下 (f'ck ≥ 240kgf/cm ²)
中 性 化		72.5%以下
温度応力	セメント量	350kg/cm ³ (lcr ≥ 1.2)
耐凍害性	空気量	4.5 ± 1.5%

3. コンクリートの物性試験結果

3-1 フレッシュ性状

高流動コンクリートの凝結時間は、通常のコンクリートと比較して遅くなる傾向になると言われている³⁾。しかし、石灰粉を用いた本コンクリートの凝結時間は、始発6.3時間・終結8.3時間前後であり、石灰粉および高性能AE減水剤が凝結特性に及ぼす影響は小さいことが確認できた（表-3、図-1）。なお、実施工では荷卸時のスランプフローが63～70cm（平均値67.0cm，標準偏差1.5cm）であり、良好な品質管理ができた⁴⁾。

表-3 フレッシュコンクリートの試験結果

スランプフロー (cm)	空気量 (%)	V _a . s. ロート (秒)	コンクリート 温 度 (℃)	ブリーディング	
				量	率
68.0	4.2	11.9	20.0	0	0

3-2 硬化性状

材齢28日の圧縮強度は、設計基準強度を十分満足する582kgf/cm²（W/C=53%）であった（表-4）。また、使用した生コン工場の実績推定強度（普通ポルトランドセメント）は330kgf/cm²であることから、石灰粉の影響による強度増加が考えられる。セメント量は、配合設計時に行った温度応力解析から350kgf/m³以下とし、配合調整の結果、335kgf/m³となった。ここでは石灰粉が断熱温度特性に及ぼす影響を把握するため、断熱温度上昇

試験を行った(図-2)。終局断熱温度上昇量は45.7℃であり、示方書による推定値(50.2℃)よりも若干小さい値となった。これより、石灰粉が断熱温度増加に及ぼす影響は小さいことが確認できた。石灰粉が乾燥収縮に及ぼす影響は、通常のコンクリートと比較して小さいと言われている。材齢90日での乾燥収縮ひずみは 720×10^{-6} であり、石灰粉を用いた高流動コンクリートの文献³⁾と同程度であった(図-3)。耐凍害性について高流動コンクリートの場合、通常のコンクリートより高強度となるため、空気量が2%以上であれば、概ね良好な結果となると言われている。しかし、普通ポルトランドセメントをベースに石灰粉を用いた高流動コンクリートの報告は少ないため、凍結融解試験を行った(図-4)。これより、相対動弾性係数は、97%以上であり、耐凍害性に対して良好な結果を得た。

表-4 コンクリート強度試験結果

材齢 (日)	圧縮強度*1 (kg/cm ²)	引張強度*2 (kgf/cm ²)	静弾性係数*3 ($\times 10^5$ kgf/cm ²)
3	252	21.5	1.85
7	471	28.5	2.28
14	536	29.5	2.45
28	582	34.6	2.67
91	671	40.0	2.90

671t

$$\text{近似式*1: } f'_c(t) = \frac{4.21 + 0.97t}{t}$$

$$\text{近似式*2: } f_t(t) = 0.243 f'_c(t)^{0.779}$$

$$\text{近似式*3: } E_c(t) = 0.04 f'_c(t)^{0.880}$$

4. まとめ

本工事に適用した高流動コンクリートについて各種物性試験を行った結果、石灰石微粉末を用いた粉体系高流動コンクリートは、充填性能を満足すれば、他の混和材に比べ、耐久性能は把握し易いと言える。

【参考文献】1)岡村甫・前川宏一・小澤一隆：ハイパフォーマンスコンクリート、技報堂出版、1993。9。2)西田徳行・渡康裕・高橋秀樹・小澤一隆：現場条件を考慮した自己充填性ハイパフォーマンスコンクリートの配合設計例、土木学会第49回年次学術講演会概要集、第5部、pp. 336~337、1994。9。3)日本コンクリート工学会：超流動コンクリート研究委員会報告書(Ⅱ)、1994。5。4)渡康裕・西田徳行・高橋秀樹・一色真人・幸村英二：石灰石微粉末を用いた高流動コンクリートのRCアーチ橋への適用、土木学会第50回年次学術講演会概要集、第5部、投稿中。

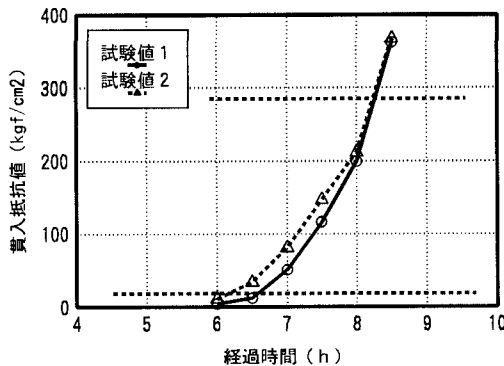


図-1 経過時間と貫入抵抗値の関係

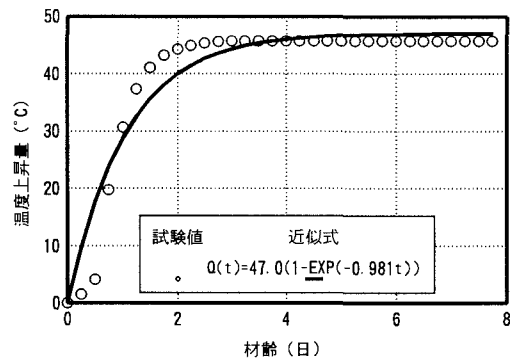


図-2 断熱温度上昇量と材齢の関係

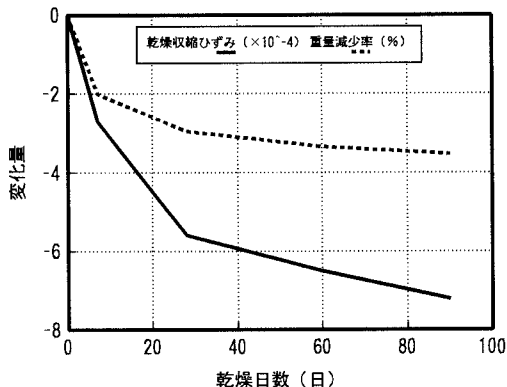


図-3 乾燥収縮試験結果

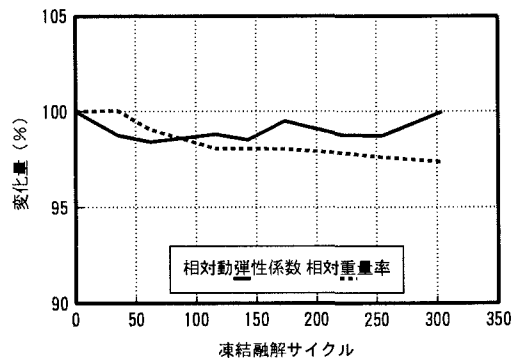


図-4 凍結融解試験結果