

キラ充填工法に用いる充填材の基本性能に関する研究

飛島建設 正会員 ○山本孝男、杉浦乾郎、坂本昭夫
飛島建設 石合伸幸、宮沢義博、和田幸二郎

1. はじめに

キラ充填工法に用いる充填材は砂利工場等で発生する粘土キラや砂キラを母材として用いる工法で、1974年に名古屋通産局の主導で東海地方の亜炭廃坑対策として開発された。またこれを応用した限定充填工法は空洞の一定区画を充填する技術で、東海環状自動車道の亜炭廃坑対策として採用された工法である。当時、これらの充填材はいずれも配合試験や実空洞での試験施工を経て有効性が確認された。実際の充填工事では、通常、既往の配合を参考に配合試験を行い、充填材が品質を満足することを確認して施工されている。しかし、近年の材料の変化もあり、これらの配合が性能面やコスト面で必ずしも最適配合ではない可能性もあると考えられた。本研究は多数の配合試験をもとに充填材の基本性能について検討したものである。

2. 目的・方法

充填材の基本性能を確認し、合理的でコストダウンにつながる配合を求めることを目的に次のような配合試験を行った。1)標準温度（20℃）における粘土キラ、砂キラ、固化材および水ガラスの適正配合量を求めるための試験、2)低温、高温下での温度変化に対応した遅延剤および水ガラスの適正配合量を求めるための試験

3. 標準的な配合と試験内容

現在の充填工事で標準的に用いられている配合を表-1に、また品質目標値と試験規格を表-2に示す。

表-1

充填材の標準的な配合

(単位: kg/m³)

種類	強度の品質目標値	粘土キラ	砂キラ	特殊土用固化材	特殊水ガラス	遅延剤	水
中詰充填材	50kN/m ² 以上	220	220	60	—	0.18	817
端部充填材		220	220	90	48.8	0.27	767

注1)端部充填材; 限定充填工法で充填範囲の外周部に沿って隔壁を形成する低流動性の充填材

中詰充填材; 限定充填工法で隔壁の内部を充填する高流動性の充填材で通常の充填工法でも用いる

(3)水の配合量は各材料の密度で変化する。

表-2

品質目標値と試験規格¹⁾

品質項目	目標値	規格	適用	
			中詰充填材	端部充填材
P漏斗流下時間	9～14秒	JSCE-F 521	○	
テーブルフロー値	140～180mm	JIS R 5201		○
ゲルタイム	—	カップ倒立法		○
ブリーディング率	3%以下	JSCE-F 522	○	○
一軸圧縮強さ	50kN/m ² 以上	JGS 0511	○	○

注(1)端部充填材;限定充填工法で充填範囲の外周部に沿って隔壁を形成する低流動性の充填材
(2)中詰充填材;限定充填工法で隔壁の内部を充填する高流動性の充填材で通常の充填工法でも用いる
(3)水の配合量は各材料の密度で変化する。

4. 試験結果

以下の図中の記号は、K ; 母材量合計、C ; 固化材量、S ; 水ガラス量、A ; 遅延剤量を表す。

(1)標準温度 中詰充填材の母材量の決定要因は P 漏斗流下時間が支配的で、品質目標値を満足するのは母材量 380～510kg/m³ であった (図-1(a))。ブリーディング率は全ての母材量の範囲で品質目標値を満足した (図-1(b))。一軸圧縮強さは固化材量 40kg/m³ 以上で品質目標値を満足したが、一般に充填材の強度は母材の性状の変動や施工要因によるばらつきが出やすいため、配合試験の結果にはある程度の余裕が必要である。その理想的な値を 100kN/m² 程度とすると、固化材量は 50～60kg/m³ となる (図-1(c))。端部充填材のテーブルフロー値の品質目標値を満足するのは、母材量では 400～500kg/m³ である (図-2(a))。水ガラス量では 15～25kg/m³ 以上であったが、そのなかでもフロー値の小さい領域の方が隔壁形成の面で望ましいことから、現在標準的配合としている水ガラス量 48.8kg/m³ は適正な結果を与えていると考える (図-2(b))。

(2)温度変化 中詰充填材の P 漏斗流下時間は温度変化の影響を大きく受けるが、遅延剤の添加である程度制御できる (図-3(a)、(b)、(c))。P 漏斗流下時間で品質目標値の 14 秒以下を維持できる時間を可使時間とすると図-4 のように表される。ここで可使時間の上限を目安を 60 分とすると、年間を通して使用してきた遅延剤は同図に示したように使い分けることができる。端部充填材のテーブルフロー値は温度が高いほど小さくなる (図-5(a))。ゲルタイムは温度が高いほど小さくなり、その割合は大きい (図-5(b))。

キーワード 空洞充填工法、限定充填工法、キラ充填材、亜炭廃坑

連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦一丁目5番11号 名古屋伊藤忠ビル9階 飛島建設㈱名古屋支店 TEL052-218-5760

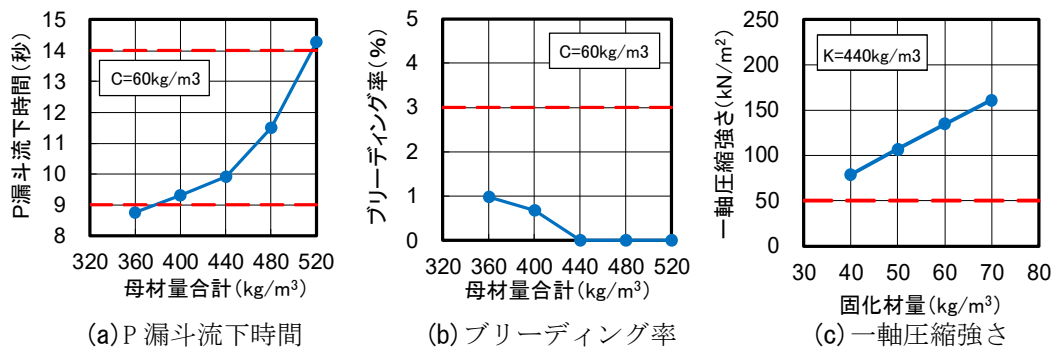


図-1 中詰充填材の標準温度における試験結果

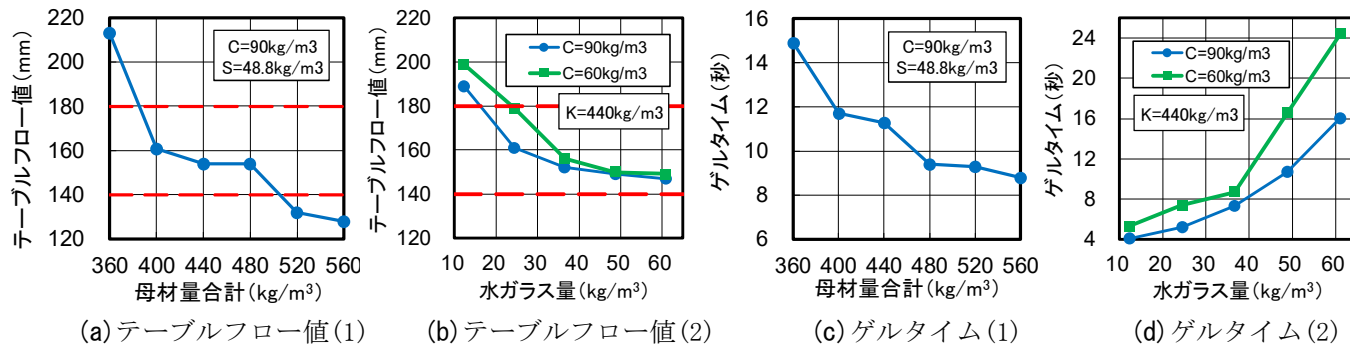


図-2 端部充填材の標準温度における試験結果

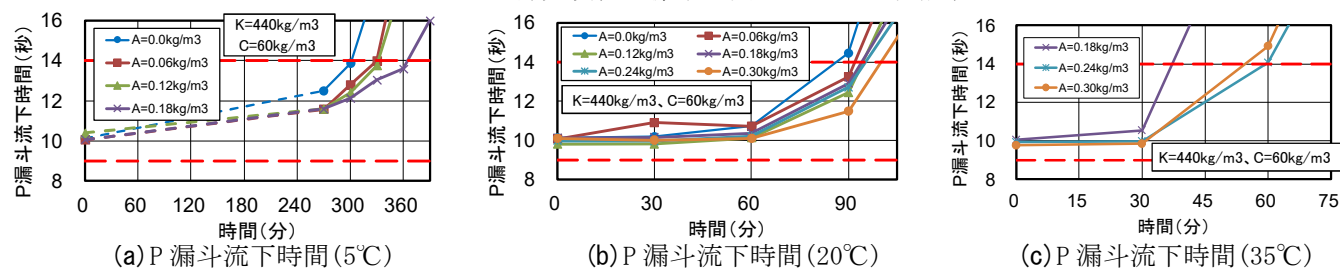


図-3 中詰充填材の温度変化における試験結果

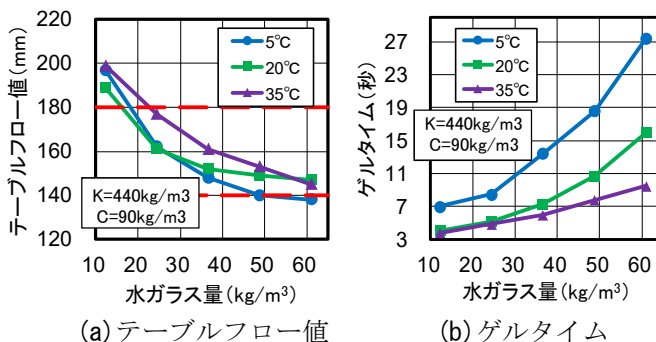
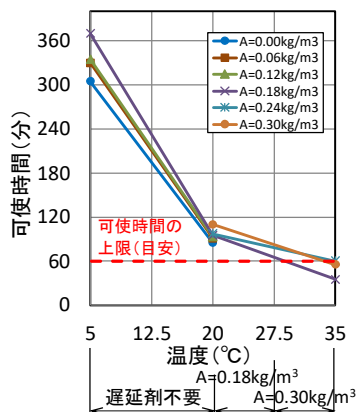


図-5 端部充填材の温度変化における試験結果

5. まとめ

1) 充填材の標準的な配合(表-1)は、今回の試験で用いた材料を使う範囲では適正な配合といえる。2) これまでの充填工事では年間を通して一定量の遅延剤が使用されているが、気温や材料温度に応じて使い分けする方が合理的である。年間気温変動の傾向から、一例として表-3のような使用方法が提案できる。3) 端部充填材の温度変化の影響は、テーブルフロー値では比較的小さいが、ゲルタイムは影響が大きいので、夏場の高温時や冬場の低温時でゲルタイムが問題になる場合は水ガラス量を増減して調整することもできる。ここに、多大なるご指導をいただきました愛知工業大学工学部岩月教授に感謝の意を表します。参考文献 1) 空洞充填調査施工マニュアル(2016), 一般社団法人充填技術協会, 2016年5月

表-3 充填材に用いる遅延剤添加量の提案

温度	添加量	岐阜県東濃地方での目安
20°C以下	不要	11月～3月
20°C超え27.5°C以下	0.18kg/m³	4月、10月
27.5°C超え35°C以下	0.30kg/m³	5月～9月