

急結性を有する可塑性グラウトの温度条件の違いがフレッシュ性状に与える影響に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○橋本 学 正会員 室野井 敏之 正会員 柳井 修司
 正会員 田中 俊行 正会員 中島 悠介
 電気化学工業(株) 串橋 巧

1. はじめに

可塑性グラウトとは、そのままの状態では自立するが、圧力によって容易に変形することのできる性状を持つセメント系材料で、既設トンネルの覆工背面やコンクリート構造物裏面の空隙を充填するための注入材として利用されている。今回、可塑性グラウトのうち急結性を有するグラウトについて、高温および低温といった特殊な環境下で適用することを想定し、温度条件の違いがフレッシュ性状に与える影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

使用材料および可塑性グラウトの配合を表-1 および表-2 に示す。セメントは普通ポルトランドセメント、フライアッシュには JIS の II 種規格品を使用した。可塑性 A および可塑性 B については表-1 に示す主成分のものを使用した。可塑性グラウトの配合は、主材と可塑性それぞれを 850L、150L として、単位セメント量を $C=400\text{kg/m}^3$ のもと、水粉体容積比 $V_w/V_p=179\%$ として単位水量およびフライアッシュの容積を定めた。また、可塑性 B については、B/C (B 材とセメントの質量比) $=10\%$ とした。

実験概要を表-3 に示す。主材の練混ぜは、ハンドミキサ (1200r.p.m.) を用い 300 秒間行った。練混ぜ完了後、表-4 に示す試験項目に従い、主材の JHS フロー値および塑性粘度 (回転粘度計, TVB-10H) を測定した。次に、写真-1 に示すバッチミキサは A 社製の KMM770 (自転 450r.p.m., 公転 135r.p.m.) によって主材と可塑性 A, B をそれぞれ混ぜ合せた後、5 秒間練り混ぜ、可塑性グラウトとした (練上がり量: 1L/バッチ)。可塑性後 90 秒経過時に可塑性グラウトのフレッシュ性状の確認として、15 打モルタルフロー値および写真-1 に示す貫入抵抗試験機 (Y 社製; TPU-2D) にて 3 回の貫入抵抗値の平均を算出した。環境温度および材料温度はそれぞれ 10℃、20℃、30℃の 3 水準として実験を実施した。

表-1 使用材料

材料名	記号	摘 要
水	W	水道水、密度: 1.0g/cm^3
セメント	OPC	普通ポルトランドセメント、密度: 3.16g/cm^3
フライアッシュ	FA	A 電力産フライアッシュ II 種、密度: 2.22g/cm^3
可塑性 A	PL-A	ポリマー系可塑性材 (アクリル系重合体)、密度: 1.05g/cm^3
可塑性 B	PL-B	セメント鉱物系可塑性材 ($\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{CaSO}_4$ を主成分)、密度: 2.87g/cm^3
遅延剤	DA	凝結調整剤

表-2 可塑性グラウトの配合

単位量 (kg/m^3)									
主材 (850L)					可塑性 (150L)				
B/C (%)	V_w/V_p (%)	セメント C	フライアッシュ FA	水 W	可塑性 A PL-A	水 W	可塑性 B PL-B	水 W	凝結遅延剤 DA
10	179	400	396	545	3	72	40	61	0.11
主材					可塑性 A		可塑性 B		

表-3 実験概要 (試験方法および水準一覧)

項 目	摘 要
① 練混ぜ方法	主材: ハンドミキサにて 300 秒 可塑性 A, B: 手練りにて 60 秒
② 主材と可塑性の練混ぜ時間	主材+可塑性 A, B: バッチミキサ 5 秒
③ 環境温度および材料温度	環境温度および材料温度を 10℃, 20℃, 30℃の 3 水準

表-4 品質確認試験

分類	試験項目	摘 要
主材	JHS フロー	JHS A 313 による
	塑性粘度	B 型回転粘度計による
可塑性グラウト	モルタルフロー	JIS R 5201 (15 打フロー値)
	貫入抵抗値	写真-1 貫入抵抗試験機による

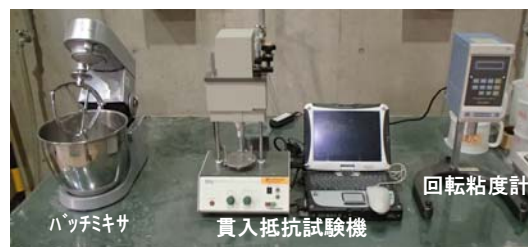


写真-1 試験機器

キーワード 可塑性グラウト, 温度依存性, 環境温度

連絡先 : 〒182-0036 調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-8026

3. 実験結果

(1) 主材のフレッシュ性状

主材の練上がり温度と JHS フローの関係を図-1 に、練上がり温度と塑性粘度の関係を図-2 に示す。主材の練上がり温度が高くなるに従い、JHS フローの値は小さくなり、塑性粘度は高くなる傾向が認められた。この理由として、温度が高くなることでセメント中の間隙質 (C_3A , C_4AF) の水和反応が少なからず進行するため、注水から同じ経過時間において上記のような現象が認められたと考えられる。

(2) 可塑性グラウトのフレッシュ性状

可塑性グラウトの可塑後の温度と JIS フローの関係を図-3 に、可塑後の温度と貫入抵抗値の関係を図-4 に示す。ここで、主材と可塑性材 A、B のそれぞれの材料温度を 30°C とし、その他の材料については 20°C とし、 30°C 環境で実施した結果を併せて示した。可塑後の温度は急結性の可塑反応により、各条件での温度よりも 5°C 程度高くなる傾向が認められる。 10°C 条件での JIS フローの値は 20°C 条件とほぼ同等であるが、貫入抵抗値は 20°C 条件よりも小さくなる、つまり、流動性が高くなる傾向が認められた。この理由は、今回の実験では可塑後に測定する時間を同一としたため、可塑反応が 20°C よりも遅くなり、流動性の保持時間が長くなったことが考えられる。

一方で、 30°C 条件では図-3 に示すように JIS フローの値がばらつくとともに、写真-2 に示すように可塑状態が壊れている状況が確認され、貫入抵抗値が小さくなる傾向が認められた。この現象は、主材のみを 30°C した場合のみ認められ、可塑性材 A および可塑性材 B のみを 30°C とした場合は認められなかった。また、鎖線丸印は練混ぜ時に主材の材料温度を 30°C とし、練混ぜ完了後に主材が 20°C となるように冷却して、 20°C 環境で実施したケースである。このケースでは、JIS フローの値は若干大きくなり、貫入抵抗値は小さくなる傾向が認められた。以上の結果から、主材の温度は可塑状態を形成する上での支配的要因となり、一度でも主材が 30°C を超える温度に達すると、可塑性が不安定になるものと考えられる。この理由は定かではないが、主材が高温履歴を受けることで主材自体の水和反応が進行したため、可塑反応に必要なセメント中の間隙質 (C_3A , C_4AF) が減少することが考えられるが、引き続き検討が必要である。

4. まとめ

急結性を有する可塑性グラウトのフレッシュ性状は、主材の温度依存性が高く、高温 (30°C) 条件で可塑性が不安定な状態となることが分かった。

【参考文献】

- 坂本淳ほか：可塑状を有するトンネル覆工背面の空洞充填材の材料特性に関する研究，コンクリート工学論文集，Vol.25，No.1，pp.1865-1870，2003

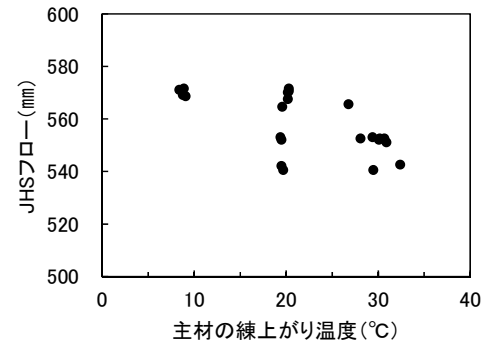


図-1 主材の練上がり温度と JHS フローの関係

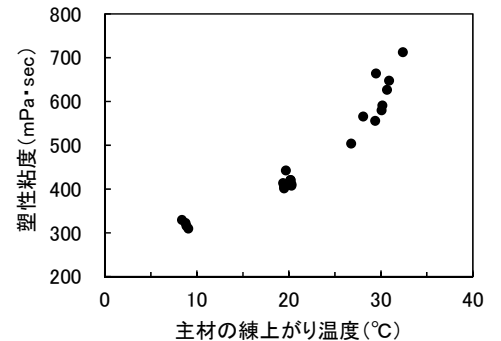


図-2 主材の練上がり温度と塑性粘度の関係

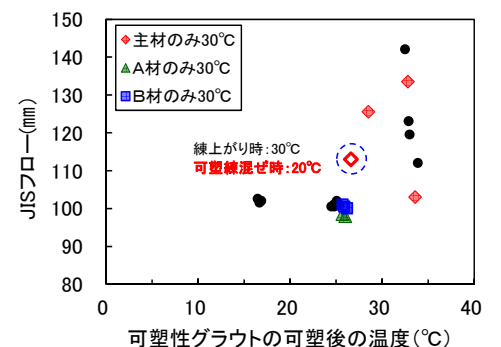


図-3 可塑性グラウトの可塑後の温度と JIS フローの関係

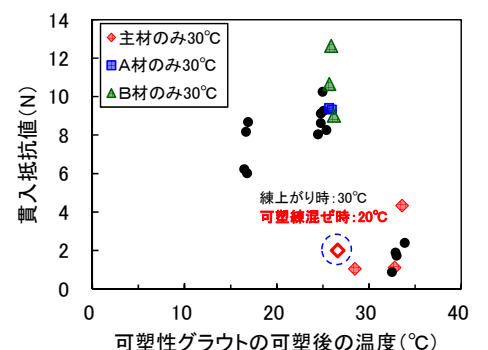


図-4 可塑性グラウトの可塑後の温度と貫入抵抗値の関係

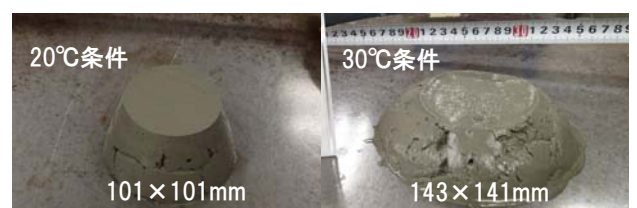


写真-2 可塑性グラウトの JIS フローの状態(15 打)