

フライアッシュを大量に使用する長距離圧送型可塑性グラウトの開発

(株)熊谷組 正会員 大本 晋士郎 森 康雄
 テクノス(株)正会員 ○鈴木 隆次 岩井 孝幸
 (株)ファテック 平林 守 高嶋 展浩

1. 目 的

トンネル覆工背面などの空洞の充填に用いられる材料として可塑性グラウトが挙げられる。当社は以前、石炭火力発電所から生じるフライアッシュを有効利用するという観点から、フライアッシュを大量に配合した可塑性グラウト「エコマックス」を開発した¹⁾。「エコマックス」はフライアッシュを 1m³ 当たり 600～700kg 配合する非エア系の材料で、打込み後の沈降がほとんど無く、一液性のため少量のミキサー練りからプラント練りまで対応出来ることを特徴とする。その反面、練り混ぜ直後には可塑状態となることから、モルタルポンプで長距離圧送するには不向きな材料であった。例えば小口径トンネル覆工の背面空洞に大量に充填する場合など、ミキサー、プラントを設置出来る場所と充填場所が離れている場合には、長距離圧送を行わなければならない場合もあり、エコマックスの配合、性状に長距離圧送性が加われば、汎用性に優れた材料となることから、新たな可塑性グラウト「スーパーエコマックス」を開発することとした。

2. 基本配合

新たな可塑性グラウト「スーパーエコマックス」は、フライアッシュをできるだけ大量に配合する事、長距離圧送(2000m 程度)出来る事を目標とし、配合を決定した。練り混ぜ直後に可塑状態となる一液性タイプでは長距離圧送を実現するのは難しいと考えられ、基材(フライアッシュ+セメントの懸濁液、液状)と可塑材(液状)を別ラインで送り、充填箇所直前で練り混ぜる二液性タイプを基本とした。基材を A 液、可塑材を B 液とし、圧送性を確保するために、A 液、B 液それぞれのフロー、粘度を確認しつつ、フライアッシュが出来るだけ多い配合を選定した。さらに A 液+B 液で出来る可塑性グラウトの性状がフロー試験、水中不分離試験において NEXCO 規格値を満足することを確認し、配合を決定した。また充填性能を確認するため NEXCO の覆工背面空洞注入材の適用性確認試験方法(案)に基づいて充填性試験、非漏出試験を行った。

決定した配合は表-1、材料特性は表-2 の通り。また各種試験の状況について写真-1～4 に示す。

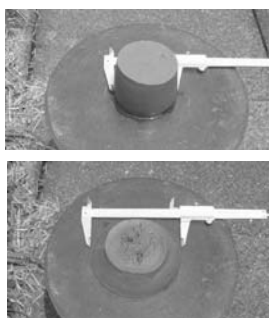


写真-1 フロー試験
(上:静置、下:15 打)

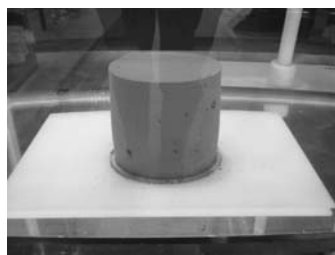


写真-2 水中不分離
抵抗性試験

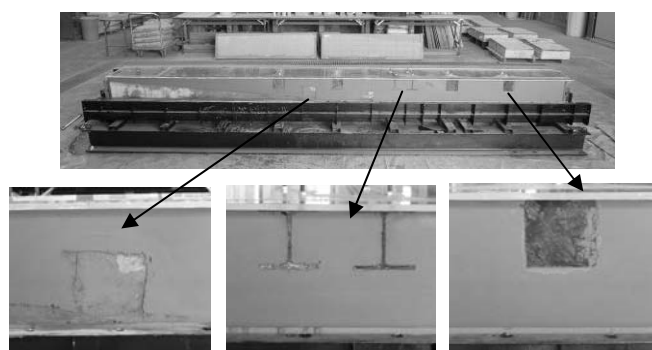


写真-3 充填性試験

表-1 標準配合表(1m³ 当たり)

基材(A 液)						可塑材(B 液)		
セメント	フライアッシュ	水	減水剤 SC	空気調整剤	可塑剤	可塑剤 SA	可塑剤 SB	水
350kg	350kg	590kg	1.8kg	0.55kg	1.1kg	1.1kg	9.0kg	138kg

キーワード 可塑性グラウト、フライアッシュ、空洞充填、長距離圧送、スーパーエコマックス

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組土木事業本部リニューアル事業部 TEL03-3355-3442

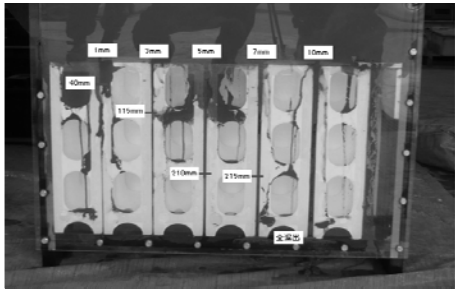


写真-4 非漏出性試験

表-2 材料特性 (NEXCO 品質規格を満足)

項目	規格項目	規格値	試験結果
流動性	フロー値 (静置)	フロー値 80～155mm 60 分後のフロー値:100mm 以下	134mm 88mm (60 分)
	フロー値 (打撃)	フロー値 130～205mm 60 分後のフロー値:170mm 以下	191mm 154mm (60 分)
強度	一軸圧縮強度	$\sigma_{28}=1.5\text{N/mm}^2$ 以上	2.4N/mm ²
比重	比重	エア系:11～12kN/m ³ エア系以外:11～15kN/m ³	14.4kN/m ³
水中 不分離性 抵抗性	PH	注入直後からの 60 分経過後の PH 測定比率が±10%である事.	7.6(投入前) 7.70(10 分) 7.69(30 分) 7.65(60 分)

3. 長距離圧送性

熊谷組技術研究所ヤードにおいて配管 1000m とプラントを設置し圧送試験を行った. 管には 20m 毎に圧力計を設置し, また基材, 可塑性の練混ぜを行うスタティックミキサ, 注入ホースにも圧力計を取付け, 発生圧力を計測した. 結果を表-3 に示す. 1000m 配管+スタティックミキサで発生する圧力から 2000m 配管+スタティックミキサで発生する圧力を換算したところ, 中, 低圧の配管, ジョイントの耐圧 2MPa 以下であることが確認でき, 2000m で圧送可能であることが実証できた.

表-3 長距離圧送時発生圧力

1000m (実測)	発生圧力 (MPa)		
	基材圧送ライン	可塑性圧送ライン	スタティックミキサ + 注入ホース
流量			
50L/min	0.28	0.08	0.46
100L/min	0.52	0.13	0.59
150L/min	0.75	0.23	0.67
2000m (換算)			
100L/min	1.04	0.26	0.59

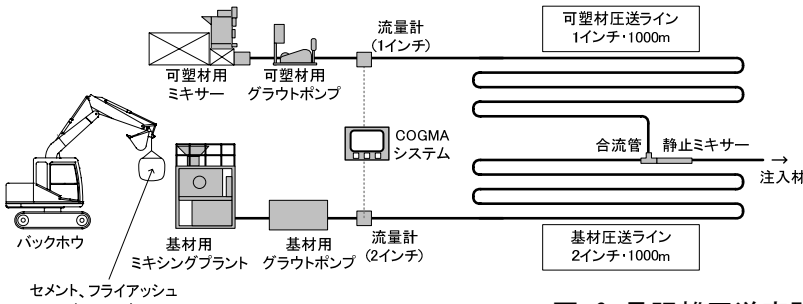


図-6 長距離圧送実験状況



4. 施工事例

河川擁壁底面に空洞が発見され, 安定化を図るため, スーパーエコマックスを用い空洞充填を実施した.

打設量は 250m³ で水中への充填であったため, 水中不分離性が必要で, かつ短期間での施工 (打設速度の確保) を求められたことから, プラントを設置して施工が出来る「スーパーエコマックス」を用いる事となった. プラントは擁壁上に設置したので, 注入位置まで水平距離 100m, 高低差 15m と長距離圧送ではなかったが, プラント練りにより, 品質にばらつきのない高品質充填材を安定的に供給でき, 設置撤去含め 2 週間 (充填 6 日間) で作業を完了した.

参考文献

- 1) 森康雄他:イオン系増粘剤を使用した可塑性注入材の開発
熊谷組技術研究報告 第 66 号, 2007.12



写真-5 プラント全景



写真-6 吐出状況



写真-7 充填状況