

炭酸ガスを使用した低アルカリグラウト材の開発

大成建設 正会員 ○本島 貴之, 進藤 彰久, 井尻 裕二
 成和リニューアルワークス 正会員 安部 章正
 日鐵セメント 正会員 蒲原 均

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価において、放射性物質はアルカリ分に吸着する性質があるため、pHの高いセメント材料を使用すると放射性物質を吸着したアルカリ分が溶出し、放射性物質を拡散する懸念がある。このため、グラウト材料のpHを11以下の低アルカリグラウト材の開発が進められており、普通ポルトランドセメントの50%以上を、シリカフェームおよびフライアッシュに置換している場合が一般的である^{1),2)}。しかし、水比の小さいコンクリートや吹付け材料では効果が確認されているが、水比の大きいグラウト材料ではシリカフェームがリッチな場合には初期強度が出ず、ダメ押し、ブロッキングなどの効果が少ないため、注入材料としては不向きである。現在使用されている低アルカリコンクリートや低アルカリ吹付けコンクリートにおいてもpHが11に低下するまでに時間を要し、早期に確認できないことが現実である。一方で、アルカリ性の高い工事用排水のpH処理を行う場合は炭酸ガスを使用して早期に改善して排水することが一般的であり、また近年では、環境保全の観点からコンクリートに二酸化炭素を封じ込める施工方法の開発も報告されている。そこで筆者らは、低アルカリグラウト材の早期中性化を目的として、炭酸ガスを使用した低アルカリグラウト材の適用性について検討した。本稿では配合試験を行った結果について報告する。

2. 試験概要

セメントは水和反応によって硬化する過程でCa(OH)₂を生成し、pH12~13を呈する。このため、フライアッシュやシリカフェームのポゾラン反応を利用してCa(OH)₂を消費することでpHを低下させる方法が検討されてきた。本研究では既存検討に比べて低価格かつ注入性能のよい低アルカリ超微粒子セメントグラウト材の開発を目的として、早期のセメント中性化を促進するため、炭酸ガスマイクロバブルをセメント粒子の周りに配置し、長期の安定したポゾラン反応はシリカ系混和材を添加することで二段構えの低アルカリ化を図る。

試験としてはセメント、フライアッシュおよびシリカフェームの配合と、炭酸ガスの有無を変えたケースを設定して混合し、ブリージング試験、pH測定および強度試験(2週, 4週)を行った。試験ケースとしては総計44ケースを実施しており、そのうち本稿で報告する試験ケースの配合を表1に示す。

試験手順は、100Lバケツに25L相当の材料を入れ、ハンドミキサにて混練を行った後炭酸ガスバブル添加装置を用いて炭酸ガスを添加し、その後キャビテーションミキサにて炭酸ガスのマイクロバブル化、分散混合を行い、試料をJSCEブリージング袋に各3本採取した。1本はブリージング測定およびpH浸漬試験用、2本は強度試験用として採取した。

表1 配合ケース表

ケース	C:W	C	炭酸ガス
42	1:2	低アルカリA	有
43	1:2	低アルカリB	無
44	1:2	低アルカリB	有

キーワード 低アルカリ, グラウト, 炭酸ガス, 地層処分, フライアッシュ, シリカフェーム

連絡先 〒163-6009 東京都新宿区西新宿6-8-1 大成建設(株) 原子力本部 TEL03-5381-5315

3. 試験結果

試験結果を表 2 に取りまとめた。

表 2 試験結果

ケース	ブリージング(mm)			pH			強度(N/mm ²)		備考
	3H	24H	72H	上澄み	促進1週	促進4週	σ 14	σ 28	
42	4	18	25	11.8	11.9	10.9	1.49	6.27	72H 固化せず
43	14	31	31	12.5	11.2	10.7	0.73	2.83	24H 固化
44	4	28	28	12.5	11.3	10.6	0.59	1.59	24H 固化

ブリージングの測定結果については、いずれのケースも、24 時間経過時点では概ね 30mm 以下と少ない結果となった。また、ケース 43, 44 は 24H 時点で固化が認められており、注入材として望ましいと考えられる。ケース 43 とケース 44 で炭酸ガスの添加の影響を比較すると、添加した方がブリージングが少なく、促進 4 週では pH も若干低くなる結果となり、炭酸ガスマイクロバブルの添加の有効性が認められた。

pH はいずれのケースにおいても練混ぜ直後の上澄み液では 12 程度であるものの、促進 4 週で pH11 を下回っており、低アルカリ注入材としての有効性が確認できた (図 1)。

強度については 2 週 (14 日) 経過時点では 0.6~1.5N/mm² 程度の強度であり、4 週 (28 日) 経過時点ではケース 42 では約 6.3 N/mm²、ケース 43 は約 2.8 N/mm²、ケース 44 は約 1.6N/mm² 程度の強度となった。ここで、硬化の性状を整理すると、ケース 42 では 24 時間を経過しても供試体が固化しなかったのに対し、ケース 43, 44 については 24 時間後には固化しており、早期に固化することから注入材料としてはケース 43, 44 の方が望ましいと考えられる。

4. まとめ

配合試験を行った結果、全てのケースにおいて pH11 未満を達成できた。ブリージングについても全てのケースで小さい値を示した。ケース 42 では 24 時間経過時点で硬化が確認されていない一方、ケース 43, 44 は 24 時間経過時点で硬化の発現が認められており、低アルカリ性のグラウトを行う上でのブロッキング効果が期待できる。また、これらの材料はプレミックスで提供されるため現場での使用に適しており、とくにケース 44 の材料は炭酸ガスの添加の効果も見られるため、今後の運用が期待される。

一方、ケース 42 の材料は 3 日では固化しないが、4 週では大きな強度を発現できるため、除染土の低アルカリセメントによる固化或いは埋め立て時の地盤改良などに威力を発揮できる材料である。

参考文献

- 1) 鈴木他：亀裂充填グラウト材料の耐水圧に関する実験的研究，土木学会第 66 回年次学術講演会，CS3-043 (2011)，
- 2) 延藤他：耐久性に優れた溶液型グラウトの水圧抵抗性に関する原位置試験，土木学会第 66 回年次学術講演会，VI-180 (2011)。

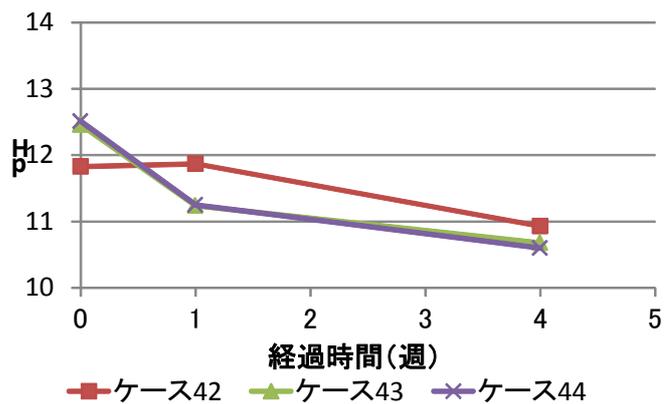


図 1 pH の測定結果