

大深度ボーリング孔におけるセメンチングについて

(株)大林組 正会員 ○下嶋 隆史, 正会員 安藤 賢一
正会員 小西 一寛, 正会員 石田 知子
太平洋マテリアル(株) 正会員 高橋 則雄, 正会員 花田 達雄

1. はじめに

近年、地熱利用や地震計設置あるいは放射性廃棄物処分における調査等で大深度ボーリング孔の計画・実施が進んでいる。大深度ボーリング孔において、保孔の代表的な方法としてケーシング・セメンチングによる方法がある。これは、掘削孔内に鉄管を挿入し、その周囲にセメントスラリーを充填する方法で、セメント充填が充分でないとガスや湧水の発生によりボーリング掘削が難しくなる。また、地熱発電など大深度ボーリング孔を長期的に利用する場合や長期モニタリングシステムを設置し計測する場合において、ケーシング・セメンチングの長期耐久性が非常に重要になる。そこで、敷地・工費・工期が限定された中での施工を考え、合理的な設備で高品質なセメンチングについて検討を行った。

2. 施工方法の現状

現状多くの場合で行われているセメンチングの施工方法としては、全数量を溶解し、タンクに一時貯留し、一度に打設する方法である。セメントスラリーに対しては連続的にミキシングしながら施工する方法が適するが、打設数量が少ないため高額なミキシングプラントやセメントサイロ設備を設置することが難しい。しかし、地層からの暴噴に耐えうるよう地層とケーシングの密着性を図るためにセメントスラリーの充填が必要となるが、セメントスラリーの経時変化等の問題が発生することが多い。

3. 施工上の問題点

汎用的に用いられるボーリング孔におけるセメントスラリーの比重は1.7～1.8程度であり、比重が1.8の場合溶解開始から全作業終了まで2時間以内で作業を行うことが望ましい。これ以上の時間ではポンプで圧入注入することが困難な時間（シックニングタイム）となる¹⁾。一度に全量のセメントスラリーを溶解する場合、シックニングタイムを超えてしまいポンプ圧送ができなくなることや、経時変化や分離等のトラブルのリスクがある。シックニングタイムを超えなくても経時変化を始めたスラリーは、粘性が高くなるため圧送ポンプに負荷がかかる上、地層深くまで高比重のスラリーを送ることも困難になることもある。また、高圧で送りすぎた場合、地層内に想定以上のセメントが入ってしまい、所定のケーシングを固定できないことも考えられる。

作業上の問題としては、セメントの溶解を開始した後は作業を止めることは難しく、セメントスラリーの注入を開始した場合はすみやかに作業を完了させる必要がある。

4. 改良点、試験練り

以上のようなことから大深度ボーリング孔におけるセメントスラリーとして性状として、(1)低粘性（ポンプへの負担の軽減のため）、(2)遅延性（経時変化による施工不良の排除）、(3)低ブリーディング（密着性向上および他作業の実現）、(4)高濃度（密着性の向上）、(5)施工完了後は早期硬化（次作業の早期着手）が実現できれば、施工効率がよく、品質のよいセメンチングが可能となる。

そこで、本稿は、(4)セメントスラリーの比重を維持し、配合を替えることにより、より上記性状を満足することのできる配合について試験練りを行った。主な試験練りの配合表を表-1に、結果は図-1～4に示す。

キーワード：セメントスラリー、経時変化、粘性

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組東京本社原子力本部原子力環境技術部 TEL03-5769-1309

図 - 1 は分散剤および練混ぜ水を一定にし、普通ポルトランドセメント（以下、OPC）、微粒子セメント（以下、DS）の配合比（重量比）を変化させたことによる粘性の変化を時系列で示したものである。これにより、OPC : DS = 3 : 1 配合の経時変化が少ないことがわかる。図 - 2 は、図 - 1 における試験体におけるブリーディング率と2日圧縮強度である。圧縮強度の発現が遅い場合、ボーリング掘削において次作業の開始の遅延を招くことになり、費用がかかる原因となる。この結果より、試験体 No. 4 を主配合とし、分散剤の配合率を変えた結果を図 - 3 に示す。3種類の試験体において経時変化はほぼ同じである。ブリーディング率および2日圧縮強度の結果では、No. 5 および 6 が No. 4 に比べて、圧縮強度が低いもののブリーディング率が改善されたことがわかる。なお、当試験練りにおいては、練り混ぜ量を 1.2L 程度で実施し、温度は 20℃ 程度であった。

表 - 1 試験練り配合表

試験体	配合割合				W/(OPC+DS) (%)	分散剤 /(OPC+DS) (%)	比重	経時変化:ファンネル粘度計(500cc)(sec)				ブリーディング率 (%)	圧縮強度 (2日)	圧縮強度 (3日)
	OPC	DS	分散剤	W				直後	3H	5H	7H			
No.1	0.00	1.00	0.010	0.625	62.5	1.00	1.70	26.6	34.3	34.4	35.4	12.5	0.1	10.5
No.2	0.25	0.75	0.010	0.625	62.5	1.00	1.70	25.6	28.8	29.3	30.4	8.8	1.2	9.7
No.3	0.50	0.50	0.010	0.625	62.5	1.00	1.71	23.9	26.6	27.5	28.8	2.2	1.8	12.8
No.4	0.75	0.25	0.010	0.625	62.5	1.00	1.72	24.4	24.0	24.1	24.4	19.6	3.4	
No.5	0.75	0.25	0.009	0.625	62.5	0.90	1.72	23.0	24.2	25.0	25.9	2.2	2.1	
No.6	0.75	0.25	0.008	0.625	62.5	0.80	1.72	24.0	27.2	24.9	26.2	0.0	2.0	

OPC: 普通ポルトランドセメント(比重3.16)

DS: 微粒子セメント(比重3.00)

W: 練り混ぜ水

ブリーディング率: φ5cmボリ袋採取(練混ぜ7時間後の試料による)

圧縮強度: φ3.5×7cm(練混ぜ7時間後に試料を採取し、圧縮試験を実施)

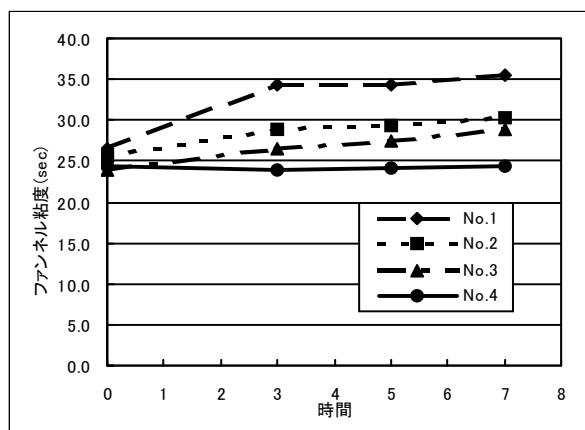


図 - 1 ファンネル粘性 (500cc 計, No.1~4)

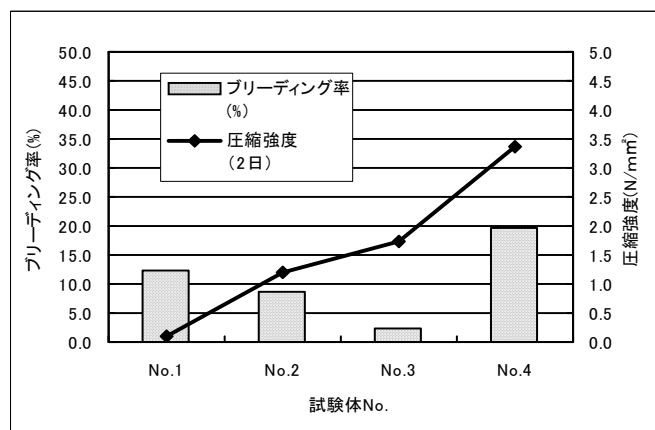


図 - 2 ブリーディングおよび圧縮強度 (No.1~4)

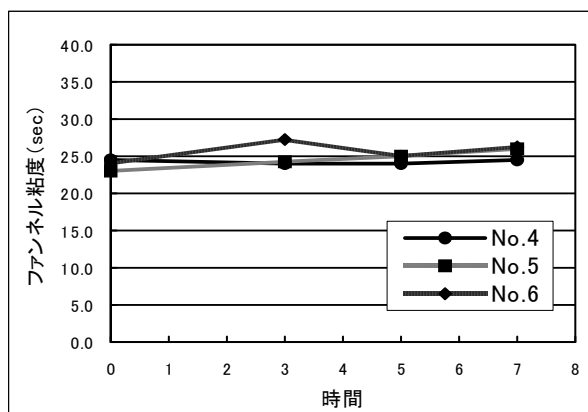


図 - 3 ファンネル粘性 (500cc 計, No.4~6)

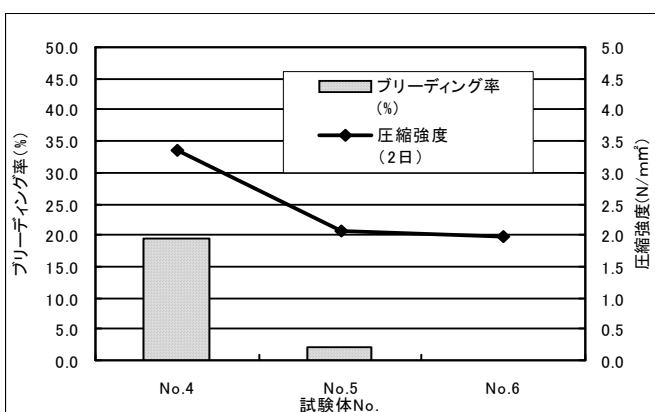


図 - 4 ブリーディングおよび圧縮強度 (No.4~6)

5. 今後への展望

今回の試験は、実際にボーリング孔におけるケーシング・セメンチング作業のための試験練りであり、今後実際のボーリング掘削において適用する際は、限られた工費・工期の中で、既存設備の範囲内で良質なセメントスラリーを打設することをさらに検討する必要がある。

参考文献

- 1) 社団法人 全国地質調査業協会連合会：ボーリングポケットブック