

外洋における没水型放水口工事に用いる軽量水中不分離性セメントペーストの配合選定 —石狩湾新港発電所1号機新設工事のうち土木本工事（第3工区）工事報告（その5）—

日本海上工事(株)

正会員○岸田 哲哉

鹿島建設(株)

正会員 関 健吾 飯田 和弘 岩前 伸幸

北海道電力(株)石狩湾新港火力発電所建設所

正会員 畠田 大規

1. はじめに

石狩湾新港火力発電所の新設工事では、 $39\text{m}^3/\text{s}$ の復水器冷却水を防波堤外側の外洋に放出する性能を持つ海底放水口を、没水型鋼管矢板井筒によって構築する国内初の施工を計画している。このうち、放水路トンネルと放水口の接続部分に該当する放水管は、海水中に構築予定の鋼管矢板井筒内に据え付ける必要がある。据付は、放水管と一体化させた鋼製架台を鋼管矢板井筒内に定置した後に、水中不分離性セメントペーストを充填して行う計画である。

本報告では、放水口工事に先立ち実施した、水中不分離性セメントペーストの配合選定試験の結果を報告する。

2. 試験概要

2. 1. 要求品質

水中不分離性セメントペーストの要求品質を表1に示す。本工事では、水中不分離性セメントペーストの単位容積質量を $1,500\text{kg}/\text{m}^3$ 以下の軽量なものとすることで基礎杭を省力し、施工の合理化を図っている。さらに、水中不分離性セメントペーストの圧縮強度をできる限り低くする（目標値 $5.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以下）ことで放水路トンネルを掘削するシールドマシンのビットを交換することなく、鋼管矢板井筒内を連続して掘削することが可能となり、施工の合理化が期待できる。また、圧送性の観点から水中不分離性セメントペーストの塑性粘度は $7,000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 程度以下を目標とした。

2. 2. 使用材料

使用材料を表2に示す。本工事では、海上にて台船上に設置したミキサーでセメントペーストを製造することから、練混ぜ水には海水を用いる計画となっている。そこで配合選定試験においては、人工海水を用いることとした。セメントは普通ポルトランドセメント、混和材には苫東厚真産のフライアッシュⅡ種、水中不分離性剤にはセルロース系、流動化材にメラミンスルホン酸系のものを用いた。

2. 3. 試験項目

試験項目を表3に示す。試験は単位容積質量および圧縮強度に加えて、圧送性を確認するため塑性粘度とモルタルフロー（0打）を測定した。なお、圧縮強度試験用の供試体は水中および気中で採取し、材齢2日で脱型した。脱型後は 20°C 水中養生し、試験は材齢7、28および91日で実施した。

2. 4. 試験配合

試験配合の一覧を表4に示す。強度および水中不分離性（粘性）の観点から配合を選定することとした。なお、対象配合における単位フライアッシュ量は、単位粉体量の46.5%となっており、このように比較的多量のフライアッシュを使用

表1 要求品質

項目	内容
単位容積質量	$1,500\text{kg}/\text{m}^3$ 以下
圧縮強度	$5.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以下

表2 使用材料

項目	記号	摘要
水	SW	人工海水
セメント	N	普通ポルトランドセメント、 密度= $3.16\text{g}/\text{cm}^3$
混和材	F	フライアッシュⅡ種（苫東厚真産）、 密度= $2.32\text{g}/\text{cm}^3$
混和剤	UWB	水中不分離性混和剤（セルロース系）
	NSW	水中不分離性コンクリート用流動化材

表3 試験項目

項目	内容
単位容積質量	JIS A 1116 に準拠
圧縮強度	JIS A 1108 に準拠（ $\phi 50\times 100\text{mm}$ ）
塑性粘度	B型回転粘度計による
モルタルフロー	JIS R 5201 を参考（0打）

キーワード 水中不分離性セメントペースト、単位容積質量、圧縮強度、水中気中強度比

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 日本海上工事(株) 技術研究所 TEL.042-490-9322

した場合、全てのフライアッシュがポゾラン反応することは考えにくいため、本報告では水結合材比ではなく、水セメント比を圧縮強度のパラメータとして評価することとした。

3. 試験結果および考察

3. 1. フレッシュ性状

塑性粘度とモルタルフローの関係を図1に示す。図中には練上り直後と経過時間60分後の結果を記載している。水中不分離性剤添加率0.8%では粘性が低く、1.0%では経時変化での粘性の増加が懸念される結果であった。実施工時の品質管理を考慮したとき、塑性粘度を測定するのは誤差が出やすいことや測定時間が比較的掛かるため最善の方法とは言い難い。塑性粘度とモルタルフローには高い相関関係があることから、モルタルフローによる管理でも十分に水中不分離性ペーストの性状を把握することは可能と考えられた。

3. 2. 単位容積質量

練上り直後の単位容積質量を図2に示す。いずれの配合においても要求品質である $1,500\text{kg/m}^3$ 以下を満足する結果であった。

3. 3. 圧縮強度

圧縮強度試験結果を図3、水中気中強度比を表5に示す。水中不分離性剤添加率1.0%のケース(No.5,6)については、フレッシュ性状において時間の経過による粘性の増加が懸念されたことから材齢7日のみ実施した。水中不分離性剤0.9%のケース(No.2~4)については、7日の水中気中強度比が良好であったNo.2を選定し、材齢28, 91日と試験を実施した。No.1,2ともに材齢91日の水中強度は要求品質を満足し、また同様の水中気中強度比となった。

4. まとめ

写真1にNo.2の水中落下させたときの状況を示す。水中落下させたときの濁りの状況が非常に良好であったことから、本工事ではNo.2の配合を選定した。さらに別途、実機試験および圧送試験も実施した結果、計画通り施工できる見通しが得られたため、2015年8月より本施工に臨む予定である。

表4 試験配合

No	W/C (%)	W/P (%)	単位量 (kg/m ³)			UWB W×%	NSW (L/m ³)
			SW	C	F		
1	235	125	780	337	293	0.8	10
2						0.9	
3	248	133	790	323	280		
4	278	149	810	295	256		
5	262	140	800	309	268	1.0	
6	295	158	820	281	244		

※W=SW+NSW

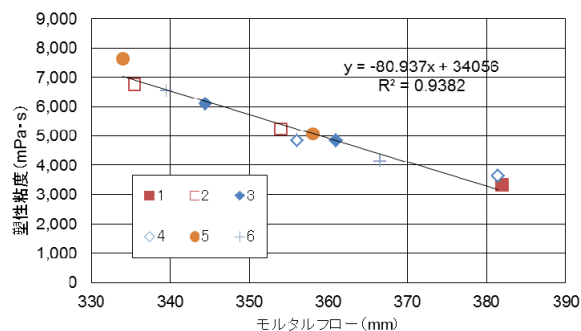


図1 塑性粘度とモルタルフローの関係

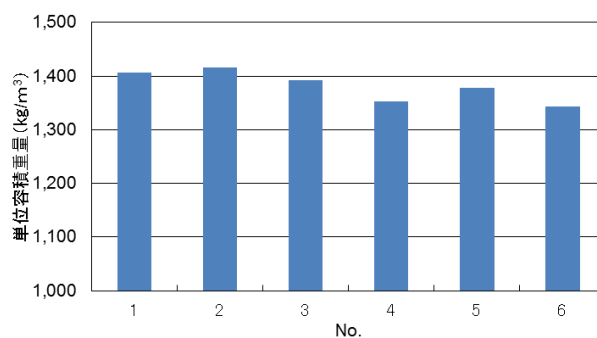


図2 単位容積質量試験結果

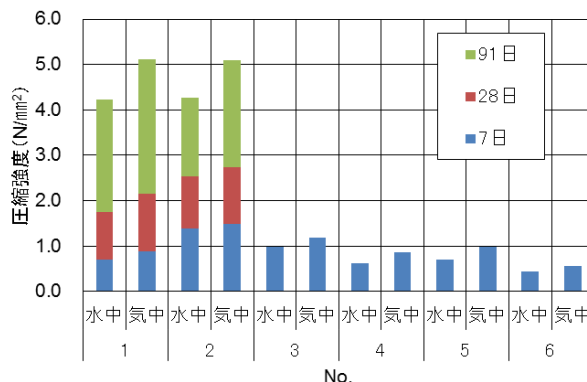


図3 圧縮強度試験結果



写真1 No.2の水中落下状況

表5 水中気中強度比

材齢	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
7日	0.80	0.94	0.822	0.728	0.713	0.811
28日	0.82	0.93	—	—	—	—
91日	0.84	0.84	—	—	—	—