

高所長距離圧送時の配管計画および管内圧力の測定結果に関する一考察

安藤ハザマ ○正会員 庄野昭, 高瀬清隆, 正会員 白岩誠史
花王株式会社 吉浪雄亮
中央建設株式会社 西田俊祐

1. はじめに

本工事は、岐阜県飛騨市神岡町の山岳部に位置し、1920 年（大正 9 年）に運転を開始した神岡鉱業株式会社所有の土第一発電所（更新後 1865kW）の更新工事である。当工事では、取水口から導水された水を一時的に貯水する水槽を新たに構築する工事が含まれ、水槽の施工箇所は急峻な山肌となっており、アジテータ車によるコンクリート運搬が不可能である。そのため、図-1 に示すように、高低差 80m、配管延長 433m、水平換算距離 907mの高所長距離圧送によるコンクリートの打込みを計画し、圧送性改善を目的として、表-1 に示す 2 タイプの圧送改善剤¹⁾、タイプ N（標準タイプ）とタイプ H（圧送時のコンクリートの管内摩擦を低減させるため滑剤成分を増加したタイプ）の添加量を変化させ、図-1 に示す 3 箇所で管内圧力を測定した。

本報告では、計画時の配管の選定方法についてまとめるとともに、圧送改善剤のタイプ N と、タイプ H の添加量を変化させて測定した管内圧力から、配管計画の妥当性を確認した結果について報告する。

表-1 圧送改善剤の成分調整

タイプ	成分量			
	滑剤	分離防止	流動保持	気泡制御
タイプ N (標準タイプ)	通常	通常	通常	通常
タイプ H (富配合用)	増加	ゼロ	通常	通常

2. 配管の選定

本工事で圧送するコンクリートに使用する材料を表-2、配合を表-3 に示す。また、表-4 には、コンクリートポンプ施工指針 2012 年版（以下、ポンプ指針）の評価方法に従って、想定される水平管 1m 当りの管内圧力損失および必要吐出圧力を算出した結果を示す。当初は、打込み速度 12m³/h で計画していたが、管内圧力の測定結果を確認しながら、20m³/h まで増加した。

次に、表-4 で算出した打込み速度 12m³/h の時の必要吐出圧力から、荷卸し箇所からの水平換算距離と想定される管内圧力を図-2 に示すようにグラフ化し、配管種類を検討した。超高压管（許容圧力 22MPa）は、想定される管内圧力が 7MPa 以上となり、配管勾配が変化する地点（図-1 中の A）まで、中圧用輸送管（許容圧力 4～8MPa）は、想定される管内圧力が 2MPa 以上となる箇所（図-1 中の B）まで、それ以降は標準用輸送管とした（許容圧力 4MPa 以下）。

3. 圧送改善剤の管内圧力低減効果の検証

圧送改善剤による管内圧力の低減効果を把握するため、ポンプ指針に記載の実績値と圧送改善剤の使用量を変更した配合の計測値との比較を行った。計測時の打込み条件は、表-5 に示す通りである。

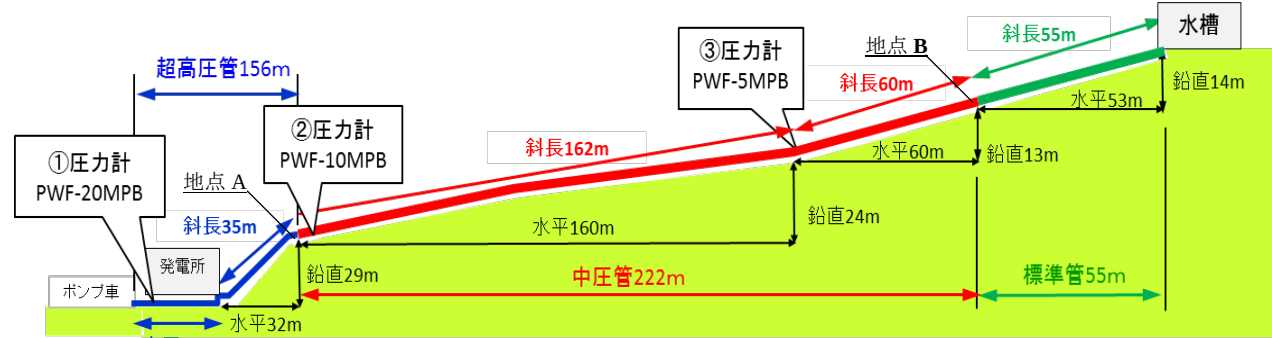


図-1 圧力計測位置および設置状況

キーワード 高所圧送, 長距離圧送, 圧送改善剤, 管内圧力, 管内圧力損失

連絡先 〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 安藤ハザマ 土木事業本部 TEL 03-6234-3670

表-2 使用材料

材料の種類	内容／物性
セメント	普通ポルトランドセメント（比重 3.15）
水	地下水，回収水
細骨材 1	砕砂（粗） 比重 2.67，粗粒率 2.60
細骨材 2	砕砂（細） 比重 2.67，粗粒率 1.50
粗骨材	砕石 2005，比重 2.69，実積率 60%
混和剤	A E 剤 I 種 天然樹脂酸塩 A E 減水剤標準型 リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸エテルの複合体
圧送補助剤	通常タイプ（タイプ N） 粘性低減タイプ（タイプ H）

表-3 配合表（30-18-20N）

W/C (%)	s/a (%)	配合 (kg/m ³)				
		セメント	水	細骨材 1	細骨材 2	粗骨材
47.0	45.3	368	173	683	121	979

表-4 必要吐出圧力の算出

打込み速度 (m ³ /h)	作業効率	必要吐出量 (m ³ /h)	水平換算長さ (m)	1m 当り圧力損失 (10 ⁻² MPa/m)	必要吐出圧力 (MPa)
12	0.4	30	907	0.95	10.77
16	0.4	40	907	1.20	13.61
20	0.4	50	907	1.40	15.87

表-5 打込み状況

打設箇所	打設日	コン最高温度 (℃)	打設数量 (m ³)	打設開始時刻	打設完了時刻	打設速度 (m ³ /h)
均しコ	6/28	25.0	24.0	10:00	12:27	9.6
1リフト	7/11	31.0	72.0	9:45	13:58	18.0
2リフト	7/26	29.0	100.0	7:57	12:45	20.0
3リフト	8/10	31.0	56.0	7:42	11:35	7.8

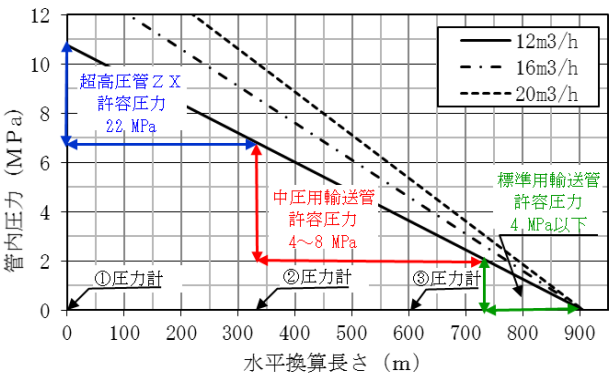


図-2 配管種類および配置検討

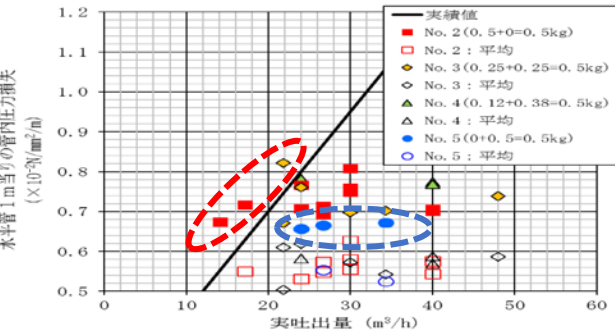


図-3 実吐出量と管内圧力損失の関係

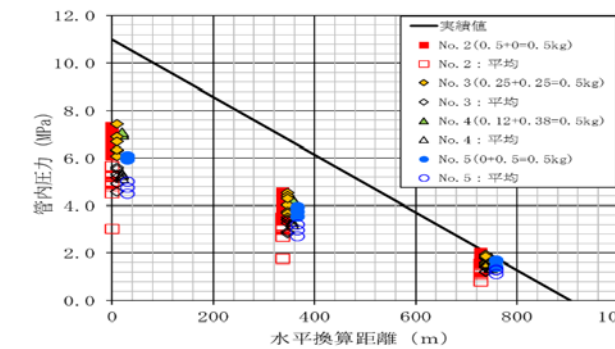


図-4 水平換算距離と管内圧力の関係

図-3 に、配合ごとの実吐出量（圧送速度）と水平管 1m 当りの管内圧力損失の実測された最大値と平均値との関係を示す。タイプ N のみである No.2 の配合において、最大値がポンプ指針の実績値を上回る値を記録した。また、タイプ H のみの No.5 の配合においては、実績値より最大値が大きく低下している。次に、図-4 に、配合ごとの管内圧力の測定値を、図-2 の水平換算距離と管内圧力のグラフにプロットした。どの配合も配管選定時に想定した管内圧力よりも小さい値となった。管内圧力は、タイプ N のみの No.2 の配合が高く、タイプ H のみの No.5 の配合が低い傾向となった。

4. まとめ

これらの結果から、ポンプ指針の実績による事前の検討が安全側で計画されていたことが確認できるとともに、滑剤の混合量を高めた配合は、管内圧力を低減し、圧送性を向上できることが明らかになった。

参考文献

1) 竹山博之，北野潤一，橋本紳一郎，泉達男，谷所美明：圧送改善剤を用いたコンクリートの圧送性に関する検討，土木学会第 72 回年次学術講演会，VI-137, pp.273-274，平成 29 年 9 月