

III-37 シールド工事における石炭灰利用の現場試行結果についての一考察

NTT北海道総合技術センタ 正会員 今野 敏明

同 上 正会員 岡本 保幸

同 上 佐藤 厚司

協和電設（株）土木部 布施 康則

1. はじめに

シールド工事に使用される粘性付与材（泥漿材）は、陶土を主成分としたものを使用しているが、圧送ポンプでの長距離圧送に難点がある。今回、石炭灰の特徴である、①比重は2.2で陶土に比べ小さい、②粒径は平均10～30 μ で球状のため流動性が良い、等に注目し、陶土をこの石炭灰に置き換えて、所定の性能を有する粘性付与材の配合、並びに、その圧送性について確認することを目的として現場実験を行ったものである。

2. 現場実験方法

工事中のシールド工事現場で、配合と圧送現場実験を実施した。配合は予め室内配合実験で求めた、陶土を主成分する従来配合と同程度の性状を示す配合を用いて、大型高速ミキサーで5分間混合攪拌後、初期粘性を測定し、フロー試験を行った。圧送実験は、圧送ポンプPA-30（最大元圧30kgf/cm²）と3inパイプを使用して行った。図-1に現場実験方法を示す。

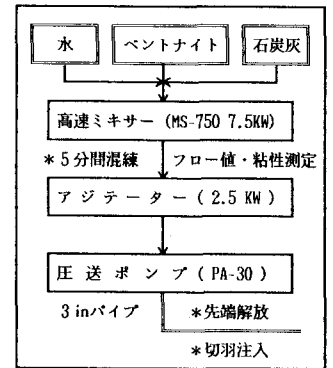


図-1 現場実験方法

3. 実験結果と考察

第1回現場実験としては、シールド掘進350m地点で、配合・圧送実験を実施した。表-1に現場実験の配合と特性、表-2に圧送距離とポンプ元圧を示す。

表-1 現場実験の配合と特性

現場配合の特性としては室内実験に

比べ、粘性はいくぶん小さく、フロー値は大きい値となっている。また、圧送実験ではパイプ先端解放で2.0 kgf/cm²（距離300m）、切羽注入で10.0kgf/cm²（距離350m）と非常

材料名	ベントナイト	石炭灰	水	水比	比重	水温	フロー値	初期粘性(cp)
配合量	150	450	750	80%	1.33	11°C	17cm	9000～13000

に良い結果が得られた。これは、従来配合（陶土を主成分とした粘性付与材）の1/3程度のポンプ元圧である。

第2回現場実験としては、シールド掘進714m地点で、配合・圧送実験を実施した。配合は前回と同様である。図-2に圧送実験観略図、表-3に圧送距離とポンプ元圧を示す。

表-2 圧送距離とポンプ元圧

条件	圧送距離	ポンプ元圧	パイプ径
先端解放	300m	2.0kgf/cm ²	3in(75mm)
切羽注入	350m	10.0kgf/cm ²	3in(75mm)

実験の結果としては、圧送時の初期粘性は9,000cpで前回の実験とはほぼ同じであったが、圧送開始後に各測点での粘性を逐次計測していくうちに、粘性の上昇傾向が見られ、測点②で14,000cp、測点③で15,000cp、測点④では初期粘性の倍近い17,000cpを示した。この時の、粘性付与材温度及び坑内温度は圧送開始時（A点立坑）のほぼ倍近い温度であった。しかしながら、A点立坑の大型高速ミキサー内の粘性付与材の粘性は、初期粘性とほぼ同じ10,000cpであった。

ポンプ元圧については、測点②で13~14kgf/cm²(413.0m:14,000cp)と測点①に比べ倍以上の上昇を示している。その後測点②、測点③では、粘性と距離の増加と共にポンプ元圧は上昇し、測点④では17,000cpという高粘性にも拘らず、ポンプ元圧20kgf/cm²で距離714.0mの圧送は可能であった。

実験の結果から、粘性付与材に石炭灰を使用した場合、ベントナイトの膨潤によるものと考えられる粘性の経時変化はあるが、高粘性での長距離圧送は可能である。これは、石炭灰の特徴である、粒子形状が球形に近いことによるものと考えられる。（陶土を主成分とした粘性付与材での施工実績では、粘性10,000cpで400m程度が圧送可能な限界である。）

第3回現場実験としては、シールド掘進1,000m地点で、配合・圧送実験を実施した。実験方法は前回と同様である。配合は粘性の経時変化を抑えるため、ベントナイトを減らし、水比は70%とした。表-4に現場実験の配合と特性、表-5に粘性の経時変化を示す。

実験の結果としては、初期粘性が6,000cpと前回の配合より低くなっている。粘性の経時変化は混練り後50分程度で10,000cpまで上昇するが、その後60分程度で粘性8,000cpと安定傾向を示す。なお、粘性9,000cp切羽注入状況でのポンプ元圧が20~24kgf/cm²で1,000m地点への圧送は十分可能であった。

3回にわたる現場実験の結果から以下のことが言える。

石炭灰を主成分とした粘性付与材は、

①圧送管内での付着、ブリージング等による管詰まりは生じない。

②水比は70%程度が良く、混練り時間

は5分程度で十分である。

③同じ粘性を示す、陶土を主成分とした粘性付与材と比べ、目視、手ざわり、フロー試験時の形状及び圧送実験等から、

付着性の小さい、流動性の良い粘性付与材といえる。

4. おわりに

今回の現場実験の結果、石炭灰を主成分とした配合の粘性付与材は、流動性が良く、長距離圧送が可能になったことがわかった。今後は、これまでの実験結果をもとに、粘性経時変化の安定化及び種々の地山での切羽注入後の性状について検討を加えて行くこととする。

【参考文献】

- 1) 北海道電力（株）技術研究所：石炭灰の土木材料への利用，研究報告第302号，1982，
- 2) 岡本保幸 他：石炭灰利用の可能性に関する一考察，第43回土木学会年次講演会，1988，pp932~933

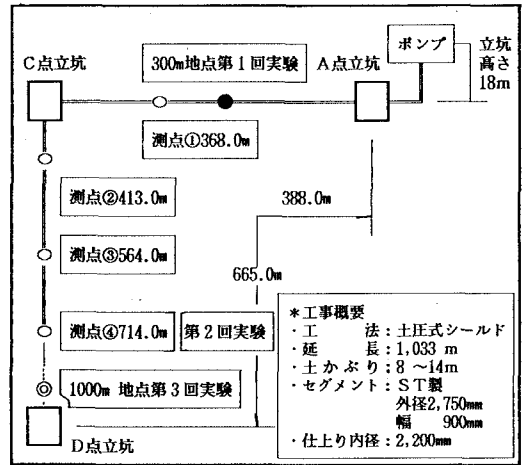


図-2 圧送実験概略図

表-3 圧送距離とポンプ元圧

測点番号	点号	距離(m)	粘性(cp)	ポンプ元圧(kgf/cm ²)	材料温度	坑内温度	備考
A点立坑		0.0	9,000	——	7 C	8 C	水温6C
測点 ①		368.0	11,500	5~6	11 C	12 C	
測点 ②		413.0	14,000	13~14	12 C	17 C	
測点 ③		564.0	15,000	17~18	12 C	15 C	
測点 ④		714.0	17,000	20	14 C	17 C	
A点立坑		0.0	10,000	——	6 C	6 C	計測後

表-4 現場実験の配合と特性

材料名	心付付	石炭灰	水	水 比	比 重	水 温	70-値	初期粘性 (cp)
配合量	1 2 5	4 8 0	8 6 0	7 0 %	1.30	5 ° C	—	6,000~8,000

表-5 粘性の経時変化

経過時間	混練後	10mi後	20mi後	30mi後	50mi後	1 H後	2 H後
粘性(cp)	6,000	8,000	9,000	10,000	10,000	8,000	8,000