

長大凍土方式遮水壁による地下水堰上りを考慮したモックアップ試験 凍土方式による遮水技術に関するフィージビリティ・スタディ事業 (その8)

鹿島建設 (株) 正会員 ○佐藤 一成, 吉田 輝, 高村 尚
ケミカルグラウト (株) 正会員 相馬 啓

1. はじめに

陸側遮水壁 (以下, 凍土方式遮水壁) は, その1で述べたように, 陸側から海側に向かう地下水流を延長約500mにわたって遮断することになる. そのため, 図1に示すように凍結管周りに凍土が成長するに従って堰上がり効果が顕著となり, 閉合前の凍土方式遮水壁の隙間を通過する地下水流の流速が増加し, 部分的に凍土造成に要する期間が長くなる等の影響が生じる可能性がある. そこで, 地下水流速が凍結挙動に与える影響を評価するため, 凍土方式遮水壁の一部を実大規模で再現したモックアップを用い, 地下水流環境下の地盤凍結試験を実施した (実証試験③). 本報文ではその概要を報告する.

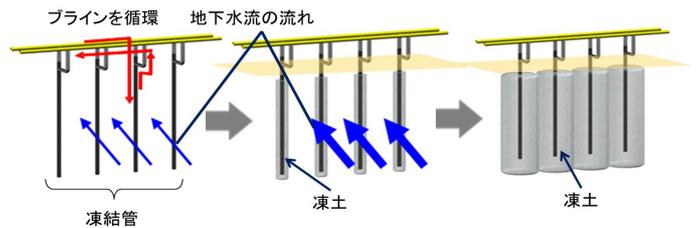


図1 凍土造成中の地下水流の増大イメージ

2. 試験概要

2. 1. モックアップ諸元

モックアップの概要を図2に示す. モックアップは実際の凍土方式遮水壁を90°横倒しにした形で, 凍結管3本を模擬地盤内に1m間隔で水平方向に設置した. 凍結管は凍結工法で一般に用いられる鋼管 (外径114.3mm) とした. 模擬地盤には6号ケイ砂を用い, 温度調整した水道水を供給して, モックアップ上部から鉛直下向きに模擬地下水流を発生させた. 給水側の水位をオーバーフロー管から常時越流させることで, 一定に水位を保つ一方, 流末の水位 (排水パイプの高さ) を調整して, 初期流速 (見掛け流速) を目標値に合わせた. これらの水位は試験中固定とした. 地盤の凍結状況は, 直交する3方向に50cm間隔で埋設した地中温度計と, 下流側の流量計により確認した.

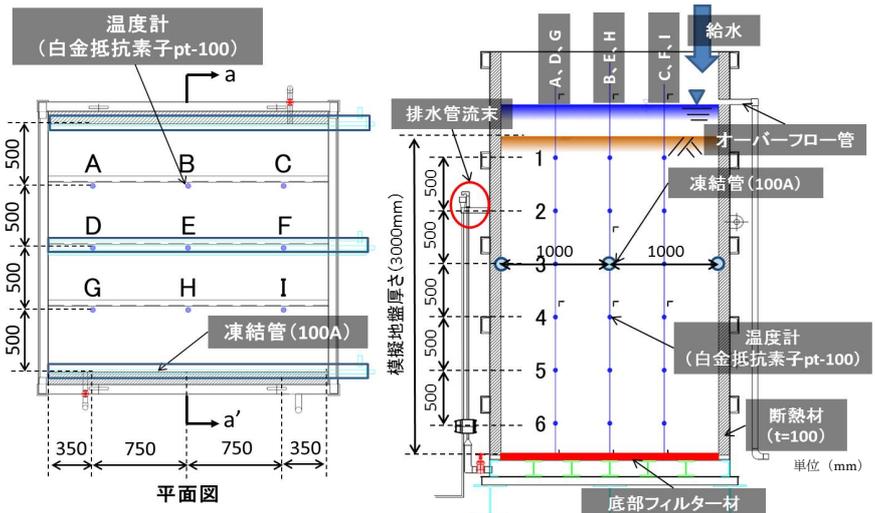


図2 モックアップの構造

表1 試験条件

	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5
ライン温度	-30℃			-40℃	
初期模擬地下水流速	0.1m/day	0.7 m/day	2.0m/day	0.7m/day	2.0m/day
凍結管間隔	1.0m				
模擬地下水目標水温	14.0℃				

2. 2. 試験条件

試験条件は表1に示す5通りとした. 試験条件は現地条件を考慮して, 模擬地下水の温度約14℃, ライン温度を-30℃または-40℃, 凍結前の初期地下水流速 (見掛け流速) を0.1, 0.7, 2.0m/日とした.

キーワード 凍結工法, モックアップ試験, 福島第一原子力発電所

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-485-1111

3. 試験結果

3. 1. 地下水流の凍土造成に及ぼす影響

試験結果を表 2 に示す。冷却温度 -30°C の場合、地下水流速 $0.1\text{m}/\text{日}$ (CASE1) では凍土は閉合し、地下水流速 $0.7\text{m}/\text{日}$ (CASE2), $2.0\text{m}/\text{日}$ (CASE3) では閉合しなかった。一方、冷却温度 -40°C の場合、地下水流速 $0.7\text{m}/\text{日}$ (CASE4) では凍土は閉合し、地下水流速 $2.0\text{m}/\text{日}$ (CASE5) では閉合しなかった。各ケースについて、凍結管と凍結管の間にある計測列 B の温度計測結果を図3に示す。閉合しなかったCASE2, CASE3, CASE5 のうち、CASE2 は 6 日後以降、CASE3 とCASE5 では 2 日後以降でほぼ一定温度を示し、熱的平衡状態になったものと考えられる。閉合した2つのCASEのうち、CASE1 は凍結管に近い計測点 (B-3) の温度低下が先行しているが、CASE4 では流速が比較的大きいため、下流側 (B-4~B-6) が先行して、温度低下している。さらに、流速の大きいCASE3, CASE5 では、地下水がほとんど温度低下しないまま、下流へ流れ去っていることが分かる。

3. 2. ブライン温度引き下げの効果

初期地下水流速が同一 ($0.7\text{m}/\text{day}$) の CASE2, CASE4 によると、ブライン温度を -30°C から -40°C に引き下げることから、ブラインの低温化が地下水流対策手法の一つとして有効であることを確認できた。

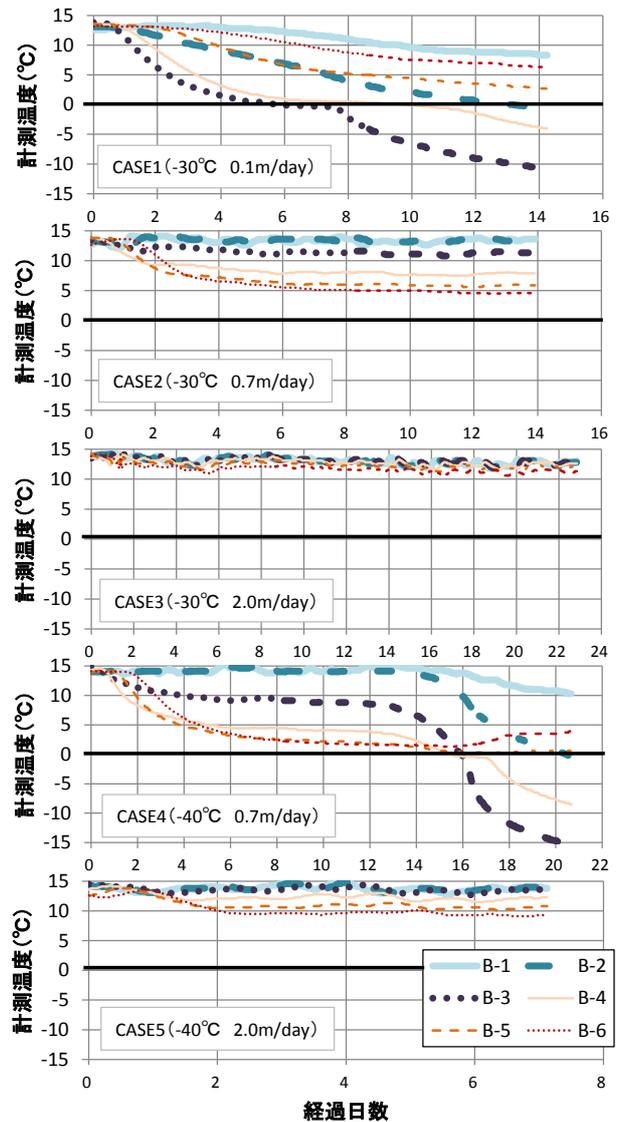


図3 計測列 B の計測結果

表 2 試験結果一覧

	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5
ブライン温度		-30°C		-40°C	
初期模擬地下水流速	$0.1\text{m}/\text{day}$	$0.7\text{ m}/\text{day}$	$2.0\text{m}/\text{day}$	$0.7\text{m}/\text{day}$	$2.0\text{m}/\text{day}$
凍結管間隔	1.0m				
模擬地下水平平均水温	13.6°C	13.7°C	13.4°C	14.2°C	13.8°C
凍土閉合	○	×	×	○	×
閉合に要した時間	7日と7時間	-	-	17日と14時間	-
試験終了直後の土槽内温度分布 (閉合時の土槽内温度分布) (a-a' 断面)					

4. おわりに

モックアップ試験にて、地下水流速とブライン温度が凍結に与える影響を定量的に評価した。このような大型の凍結実験は類例が少なく大変貴重なデータを取得できた。本検討は、資源エネルギー庁からの委託業務である「凍土方式による遮水技術に関するフェージビリティ・スタディ事業」の一環で実施した。末筆ながら本事業の関係各位に深謝申し上げる。