

# 高吸水性ポリマーを用いた地盤改良工法の高機能化に関する研究

研究代表者 小峯 秀雄  
(創造理工学部 社会環境工学科 教授)

## 1. 研究課題

地盤凍結工法は、近年の大深度地下を利用した外郭環状自動車道などの地下高速道路の建設における本線トンネルとランプトンネル接続のための地中拡幅工事等にも利用が予定されている。ただし、地盤凍結工法を適用できる地下水流速の上限が  $1\sim 2\text{ m/day}$  ( $\approx 1\times 10^{-5}\text{ m/s}$ ) であるため、砂礫地盤で地下水流速が大きい地盤においては地盤凍結工法の採用が困難となる。このようなケースの対応策として、図 1. に示すような凍結領域の上流側に補助工法として薬液注入による遮水壁を設け、下流側の地下水流速を低減させた後に凍結工法を適用する事例がある。しかしながら、従来の薬液注入工法による遮水壁では水ガラス系の固結体が地中に残存するため、特に地下水流動保全が求められる地域では、遮水壁の流動阻害を理由に地盤凍結工法そのものの採用が困難となるケースも多い。

本研究はこの遮水壁に着目し、(A) 施工時の地下水流速の低減 (砂礫層に対する目詰まり効果)、(B) 施工後の地下水流動の復元 (高吸水性ポリマーの離水) の両立を目指す工法の研究である。遮水壁の地盤注入材料としては、吸離水による体積変化のコントロールが可能な高吸水性ポリマー水溶液を用いる。

研究課題は、高吸水性ポリマー水溶液の砂礫地盤の間隙への浸透挙動、ならびに地盤内での残留・離水挙動を把握し、高吸水性ポリマーに求められる物性および仕様 (粘度、注入圧、ポリマー配合、多価金属イオンとの接触条件等) を検証することである。

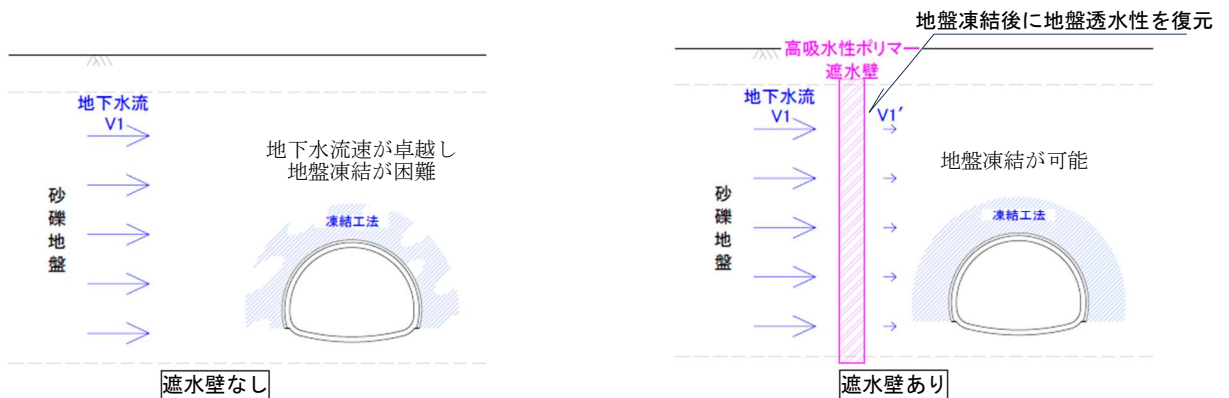


図 1. 地下水流速低減を目的とした地盤凍結工法における遮水壁の役割

## 2. 主な研究成果

### 2.1 既往基礎的研究の整理

砂地盤を対象とした模型実験による結果を整理し、今回の止水壁への適用性を検証した。

図 2. は、過去に実施した砂地盤の試験体に対する注入試験、透水試験および離水試験であり、高吸水性ポリマー水溶液の充填性や離水の状況を目視で確認したものである。

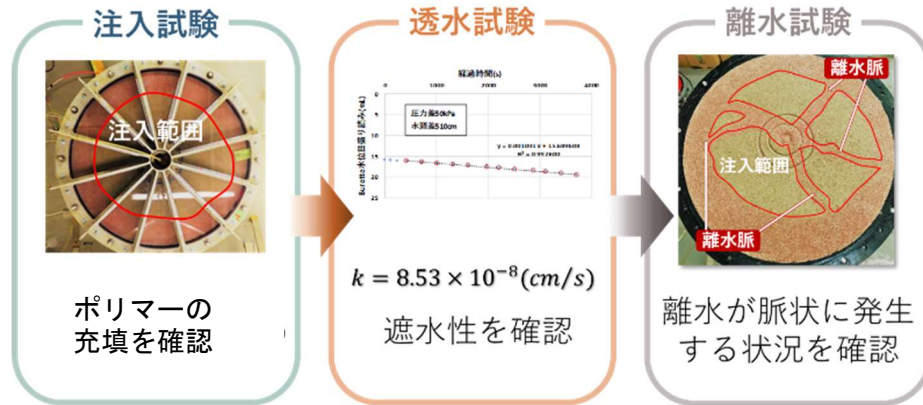


図 2. 模型実験（砂地盤）におけるポリマー水溶液の注入・遮水性の向上・離水による透水性改善確認の結果

## 2.2 砂礫地盤に対する高吸水性ポリマー水溶液の注入透水試験の検討

高吸水性ポリマーの砂礫地盤への浸透性，充填性を定量的に把握するため，室内試験装置と定量的な確認方法を検討した．現在も検討中である．

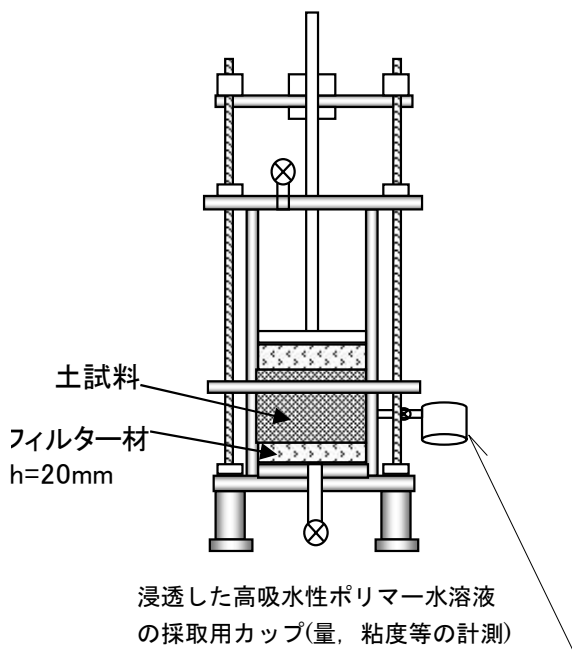


図 3. 室内注入試験モデル（案）

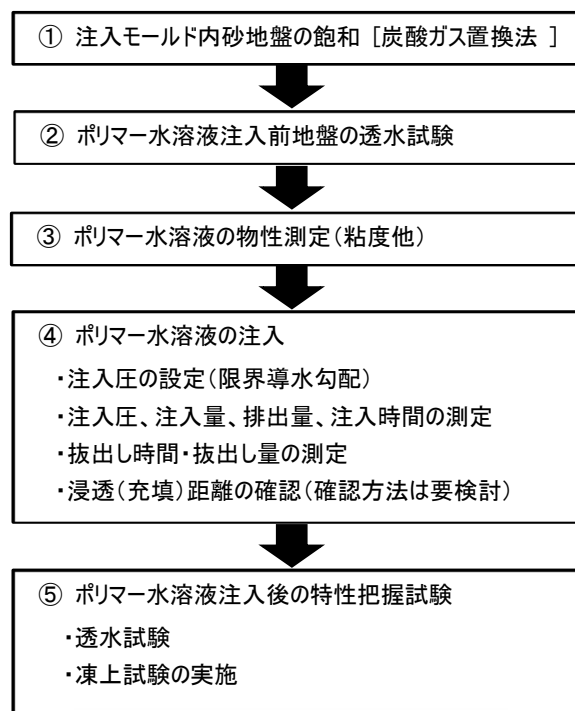


図 4. 室内注入試験のフロー（案）

## 2.3 コスト効果

遮水壁に用いる注入材の材料費に関するコスト比較を行った．概算として，高吸水性ポリマー水溶液は，通常の薬液注入材（水ガラス系）の概ね 35% であり，コストメリットを期待できる．なお，施工費については，本工法の地盤注入方法はダブルパッカー式であるため施工費は同一と試算した．

表-1 高吸水性ポリマー注入を用いた場合の材料費からみたコスト試算

CASE	配合条件				配合表		性状		水溶液 単価 (SAP+NaCl) (円/ℓ)
	ポリマー 吸水率	ポリマー 水溶液 自由水率	使用水* 電気伝導率	ポリマー 水溶液 吸水倍率	NaCl 添加量	ポリマー 添加量	ファンル 粘性	粘度	
	Qp (%)	η (%)	Ecs (μS/cm)	Q (g/g)	mn (g)	ms (g)	(秒)	(P)	
A	4.7	80	250	20	916	1000	18.0	0.3	22
B	23.5	30	250	100	146	700	108.2	2.8	14

水ガラス系注入材 材料単価 50~60 円/ℓ

∴ 比率=22 円/60 円≒0.35

### 3. 共同研究者

足立有史（安藤ハザマ 研究開発推進部長），大野康年（太洋基礎工業 技術本部 部長），浅野均（戸田建設 執行役員副社長），石山宏二（西松建設 執行役員副室長），安井利彰（前田建設工業 土木技術部長）

### 4. 研究業績

- 4.1 学術論文 なし
- 4.2 総説・著書 なし
- 4.3 招待講演 なし
- 4.4 受賞・表彰 なし
- 4.5 学会および社会的活動 なし
- 4.6 講演

砂礫地盤における高吸水性ポリマー注入による地下水流速低下を利用した地盤凍結工法の開発，土木学会全国大会 第 81 回年次学術講演会，2026 年 9 月，赤木寛一，伊藤雅通，大野康年，利根誠，吉野修，佐藤諒（投稿中）

### 5. 研究活動の課題と展望

課題は，砂礫地盤の間隙に対する高吸水性ポリマー水溶液の注入による浸透量の計測方法とグラウタビリティの関係性の把握である．地盤の粒度分布，高吸水性ポリマーの粒径と膨張率（吸水倍率）との関係性から，遮水壁としてのみかけの透水係数の算定，遮水壁の仕様（壁厚，注入ロッドの設置間隔）の検討を行う予定である．

本研究は 3 か年の計画である．2 年目の今年度は室内注入試験を実施し，3 年目には高吸水性ポリマー水溶液注入による遮水性確保に向けて，実地盤で仮説検証を行う．これらの成果に基づいて，高吸水性ポリマー水溶液と対象地盤条件に応じた最適配合設計方法の構築を予定している．