

Ⅲ - B315

山留め鋼材間の部分凍結に関する基礎実験

(株)熊谷組 技術研究所 正会員 鶴飼 達郎・波多江 勝・粕田 金一

//

坂口 雄彦・伊藤 洋

1. はじめに

山留め鋼材間を部分凍結させることにより高度な止水機能を持ち、かつ急速施工が可能な連続止水壁を構築する工法の開発を行っている。鋼矢板継手間の止水に関しては、フィールド実験により止水性の確認を既に終了している。本報文では、工法の概念を述べるとともに、H鋼などの山留め鋼材間の止水に本工法を適用するために実施した基礎実験結果について報告する。

2. 工法の概念

本工法の概念を図-1に示す。地下水位の高い地盤中において凍結管を有する鋼材を施工し、凍結管内に液体窒素(約 -190°C 程度)を循環させ、鋼材間の地盤を凍結させることにより、鋼材と凍土の連続ハイブリッド壁を構築する。本工法により短時間で高度な連続遮水壁の設置が可能となる。本工法では凍土を鋼材間の止水のみに利用しているため、遮水性や力学的強度に優れた連続壁を構築でき、様々な形状の山留め材、構造物取合い部の止水が可能である。また、鋼材と地下水(氷)のみによる止水工法であるので、撤去時に地盤中に残る材料がなく、工事完了後の流況阻害といった問題も無い。

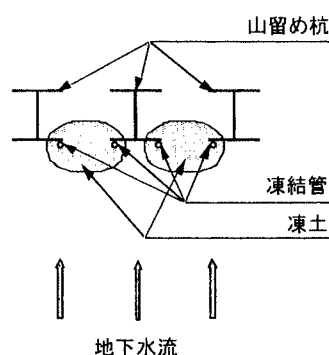


図-1 概念図

3. 基礎実験

本工法の基本的効果を確認するため、模擬地盤に鋼板と凍結治具(凍結管+補助鋼材)を配した実験装置を用い、基礎実験を実施した。

(1) 実験装置と方法

実験装置の概要を図-2に示す。鋼製の実験土槽(幅 60cm×奥行 100cm×深さ 60cm)の中央部に山留め鋼材を模擬した鋼板を 10cm 間隔で設置し、開口部から相対距離 5cm の位置に凍結管(ステンレス管、 ϕ 10mm U 字管)と補助鋼材からなる凍結治具を取り付ける。使用した砂は透水係数 $3.2 \times 10^{-2}(\text{cm/s})$ の珪砂で、地盤深さは 55cm 程度とする。実験土槽の上流部と下流部にそれぞれ水位設定用のオーバーフローを設け、所定の動水勾配を設定する。流量測定により定常状態が確認された後、凍結管内に液体窒素を流入させ、漏水量、地中温度、液体窒素使用量の経時変化を測定する。液体窒素流入量は、深さ 30cm 位置の凍結管表面に設けた温度センサーと電磁弁により設定温度で制御する。

実験ケースを表-1に示す。地下水の流速と漏水停止時間および液体窒素使用量の関係を確認するため、設定温度を -40°C 、地盤の動水勾配を 1/90、1/30、1/10、1/5(地下水流速 3.56×10^{-4} 、 1.07×10^{-3} 、 3.20×10^{-3} 、 $6.4 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$)と変えた 4 ケース、および設定温度の差による凍土形成状況の違いを確認するため、動水勾配 1/10(Case3)の設定温度を -20°C とした 1 ケースの計 5 ケースを実施する。

(2) 実験結果

実験結果を表-1にまとめて示す。同表には全 5 ケースの初期地盤温度、液体窒素流入開始から漏水停止までの経過時間、液体窒素使用量を示してある。また、本基礎実験では同一条件で比較するため、鋼板開口幅は 10cm で一定とした。図-3は漏水量の経時変化を示したものである。凍結時間は地下水流速により差

キーワード：凍結工法、連続止水壁、地下水

〒300-22 茨城県つくば市鬼ヶ窪 1043 (株)熊谷組技術研究所 TEL 0298-47-7502 FAX 0298-47-7480

が現れるが、設定温度 -40°C では、いずれのケースにおいても3時間以内に漏水が停止していることが認められる。一方、設定温度 -20°C の場合は、凍土形成により1/3程度まで漏水量の低減が見られるが完全止水には至らなかった。この結果より、少なくとも地盤温度 20°C 前後で、かつ地下水流速が $3 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$ 程度の地盤に対しては、凍結管温度を -40°C 程度に設定する必要があることが示唆される。次に図-4は、地下水流速と漏水停止時間および液体窒素使用量(漏水停止時まで)の関係を示したものである。両者の関係に相関関係がみられるが、流速が $3.0 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$ 以上になると傾きが大きくなる傾向があることが認められる。したがって、合理的な止水壁構築のためには、地下水流速に応じた対応が必要であると考えられる。

本基礎実験により、山留め鋼材間の部分凍結による完全止水壁の構築は基本的に可能であることが確認された。今後は実験データを蓄積することにより、設定温度と凍土形成限界流速の関係および効率的な凍結管温度設定方法について検討していく予定である。

<参考文献>

1)伊藤 洋 他：鋼矢板継手部の凍結による高度止水壁工法の開発、熊谷組技術研究報告、第54号、pp.113-119、1995.10

表-1 実験ケース及び結果

実験 ケース	初期地盤温度 ($^{\circ}\text{C}$)	動水勾配	設定温度 ($^{\circ}\text{C}$)	漏水停止時間 (hour)	液体窒素使用量 (l)
Case1	20	1/90	-40	1.5	34
Case2	19	1/30	-40	1.6	41
Case3	19	1/10	-40	1.8	57
Case4	19	1/5	-40	2.8	108
Case5	17	1/10	-20	—	65(*)

(*) 参考として3時間経過時の液体窒素使用量

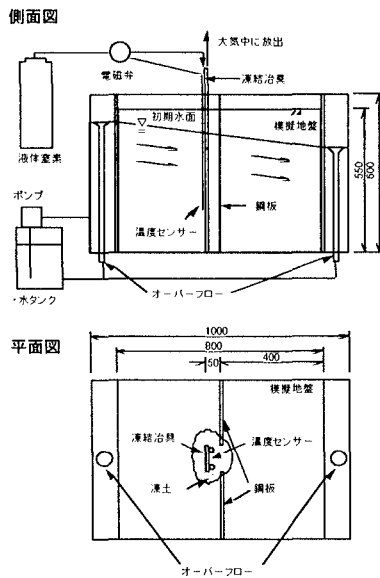


図-2 実験装置

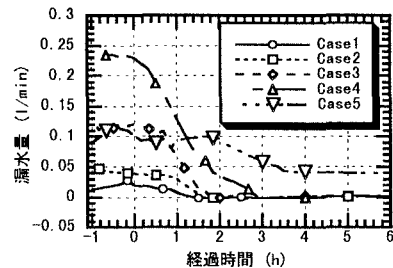


図-3 漏水量の経時変化

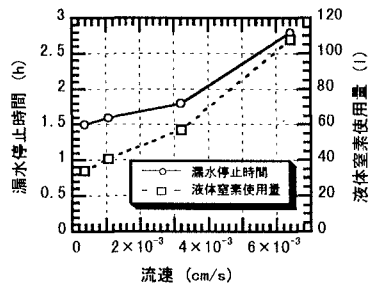


図-4 流速と漏水停止時間・液体窒素使用量との関係