



地盤凍結工法の安全性と経済性

Safety and Economy of Ground Freezing Construction Method

榎谷 麻衣 佐藤 一成 吉田 輝

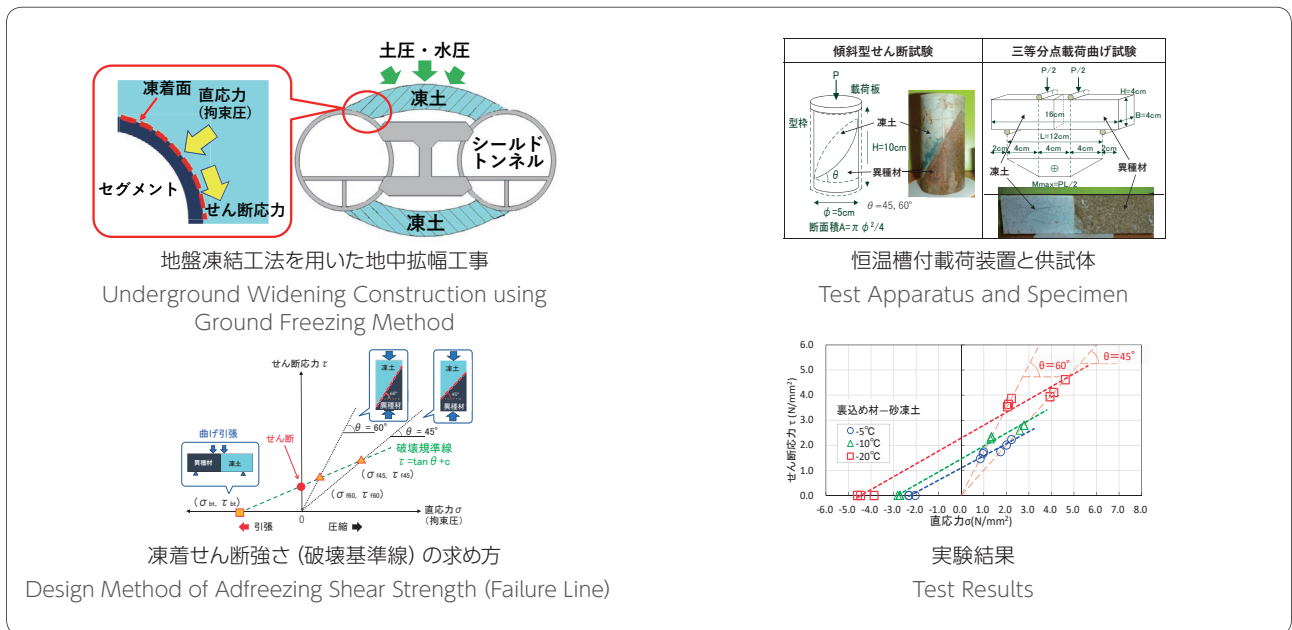
Mai Masutani, Issei Sato and Teru Yoshida

実験の背景と目的

シールドトンネルをはじめとした地下構造物の建設では、軟弱な地盤を掘削しながら構造物を施工する。しかし、とりわけ大深度地下の施工時は、地下水の噴出や土砂崩壊といった危険が伴う。そこで本体工事の前に、掘削地盤に強度をもたせて安全に施工するための地盤改良が行われるが、その代表的工法の一つが地盤凍結工法である。地盤凍結工法は、地下水を含む地盤を凍結させることで強度と止水性を高めることができる。また、凍土を融解すれば元の地盤に戻ることから、安全性が高く環境に配慮した工法として普及している。実務設計では凍土自体の強度検討を行うが、例えば左上図のように地盤凍結工法を用いて地中拡幅を行う場合には、凍土と異種材（ここでは鋼製・RC系などのシールドセグメント）の界面の凍着時のせん断強さに対する検討が必要となる。凍着せん断強さは拘束圧に依存すると予想されるが、その試験方法は確立されておらず、実務設計でも拘束圧依存性は考慮されてこなかった。そこで、室内実験による凍着せん断強さの拘束圧依存性の実用的な評価法の確立を目的とし、凍土と異種材の界面を有する供試体を用いた傾斜型せん断試験と曲げ試験による実証実験を実施した。

実験例

本実験では、右上図に示す寸法と傾斜角 θ を成す異種材を用いて、供試体を作製した。型枠に異種材を嵌めこみ、間隙に湿潤状態の地盤材料を締め固めて $5\sim-20^{\circ}\text{C}$ 下で凍結させることで、凍土が異種材に凍着して右上図のような供試体を作製できる。傾斜型せん断試験では、2種類の傾斜角 θ （ここでは $\theta=45, 60^{\circ}$ ）の界面を持つ供試体を鉛直方向に圧縮することで、凍着面に沿ってせん断が生じ、破壊時の直応力とせん断応力 $(\sigma f, \tau f \theta)$ を得ることができる。これに加えて曲げ試験を行うと、供試体下端の凍着引張強さ σbt が得られる。以上の3点はMohr応力円上に存在し、これらを結びとせん断から曲げ引張破壊を含む広範囲で拘束圧と凍着せん断強さの関係（破壊基準線）を求めることができる（左下図）。右下図にシールド裏込め材と砂質土凍土の凍着せん断強さを対象とした試験結果を示す。この結果からは、凍着面の温度が低いほど破壊基準線の切片（粘着力）が増加し、高い凍着せん断強さを有することがわかる。以上のように、凍着せん断強さの拘束圧依存性を考慮することで、安全性と経済性を両立した、より合理的な設計が可能となる。



参考文献

- 1) 吉田輝, 辻良祐, 田口翔大, 永谷英基, 長田友里恵, 相馬啓, 西村聡: 凍土の一軸圧縮・曲げ引張・せん断強度の一括評価—凍土設計データベースの整備—, 第53回地盤工学研究発表会, 2018.