

(株)熊谷組 技術研究所 正会員 粕田 金一, 鈴木 猛康
(株)熊谷組 土木技術部 正会員 中條 昇, 小林 正宏

筆者らは、シリコン系材料をシールドトンネルのテールボイドに注入し、トンネル外周に免震層を構築する技術を開発中^{1), 2)}であるが、一般の裏込め材料とは性質の異なるシリコン系材料の注入性および注入後の物性が免震層として必要な値を満足するかどうかについてあらかじめ確認しておく必要がある。そこで、大型実験土槽を用いた注入性確認実験を実施したので、その結果について報告を行う。

注入性確認実験は、大型実験土槽を用いて実施した。土槽は幅4m、長さ3m、高さ3mであり、土被り1mの位置にトンネル模型管が設置されるように設計されている。図-1に実験の概要を示す。

トンネル模型は、スチール製であり、シールドマシンを模擬した外径 106cm、厚さ9mm の外筒管とギョムリングを模擬した外径 100cm、厚さ10mmの内筒管からなっている。管は各 2 本ずつあり、外筒管の中に内筒管を挿入した状態で、2 本の内筒管を中央部の隔壁リングに結合し、1 本の模型管として地盤中に設置する。この際には外筒管どうしは左右に分離されており、実験は油圧ジャッキにより外筒管を引き抜きながら、地盤と内筒管の間にできる厚さ 3cm のテールパイプに免震層材料を注入する方法を採用した。左右の外筒管が独立であるため、1 土槽で 2 回の注入実験が可能である。注入は、外筒管と内筒管の間のクリアランスにセットした外径28×16mmの楕円形の注入管を通じて行なった。

注入材のシリコン系材料は、注入性を改善するため注入時の粘度を物性試験²⁾で用いた値の半分に調整して用いた。JIS-C2123に従って測定したヤング率Eは7.5kgf/cm²、粘度は5000cps、ゲルタイムは1時間である。

4. 注入実験の方法

The diagram illustrates the experimental setup for the water bag test. It shows a cross-section of a cylindrical vessel with an inner pipe and an outer pipe. A partition ring is placed between them. A water bag is formed by the outer pipe and a reaction frame. A hydraulic jack is used to apply pressure to the water bag. A pressure gauge and a displacement sensor are connected to the system. Dimensions are given: 3000 mm for the total height and width, 1060 mm for the inner pipe diameter, and 1000 mm for the partition ring height. Labels include: Water Bag, Model Ground, Partition Ring, Inner Pipe, Outer Pipe, Pressure Gauge, Hydraulic Jack, Reaction Frame, Displacement Sensor, Water, and Isolation Material.

1674

後、注入を開始した。注入区間は左右ともに約70cmとした。目標とする充填率は、最初に行なった右側区間の注入では全区間100%とし、次に行なった左側区間については、最初の40cm区間は100%、残りの30cm区間は110%と設定した。

5. 注入実験結果

注入実施の翌日、地盤を撤去して免震層形成状況の確認を行なった。写真-1に地盤撤去直後における免震層形成状況を示す。左右それぞれのストローク30, 50, 70cmの各断面内において円周方向に30度ピッチで切り出した注入材の厚みの計測を行なった。写真-2に切り出した免震層の断面の例を示す。テール厚さ3cm に対して、ほぼ純粋なシリコン系材料からなる部分約3cm とその外側にシリコン系材料と砂の混合層が約1cm みられた。周辺地盤への浸透割合は、材料の粘性の関係から、同一実験装置により以前行なった通常の裏込め材の注入実験³⁾の結果と比べて、均一な注入ができることが明らかとなった。

左側区間の例としてストローク70cmにおける測定結果を図-2に示す。クラウン部については免震層の厚みが3cm に満たないが、それ以外の箇所では均一な注入が達成されていることがわかる。クラウン部の充填性が悪いのは、注入管が細いため初期の段階で注入が何度も途中で中断しクラウン部の砂層がゆるんで注入材が脈状に浸透したために、最大で110%までしか考慮していなかった注入材の量が不足したためである。実施工では注入管の径は今回のように細くないため、注入材の量を適切に見積もることにより、クラウン部の充填性は十分に確保できるものと考えている。注入が良好に行われた区間において、砂混じり層の厚みから推定した実注入率は111~117%であった。

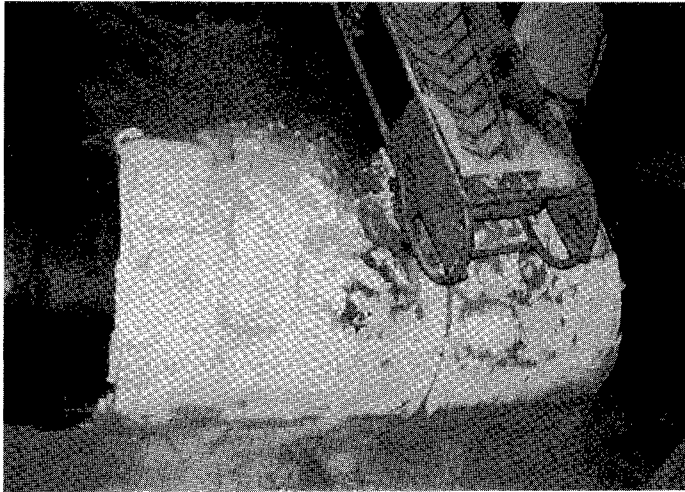


写真-1 免震層形成状況



写真-2 免震層厚の測定例

JIS-C2123 に従って注入後の部材のヤング率を求めた結果、 $E=8.4\text{kgf/cm}^2$ が得られた。この値は純粋な材料の物性試験結果よりもやや大きく、周辺地盤の砂粒を若干取り込んだためと思われるが、免震層として必要な物性は十分に満たしている。

6. まとめ

注入性確認実験の結果、以下の結論が得られた。

①シリコン系材料により形成された免震層は、テール部をほぼ100%充填することを確認した。また、その外側に形成される砂との混合層は、一般の裏込め注入の場合と比べて薄く、均一であることがわかった。実注入率は今回の実験地盤のテール部に対して115%程度であった。

②注入により形成されたシリコン系材料の層は、免震層として必要な物性を満たしている。

参考文献：1)鈴木他，土木学会論文集，投稿中。2)田中他，土木学会第50回年講，1995。3)岡本他，熊谷組技術研究報告，NO.53，1994。

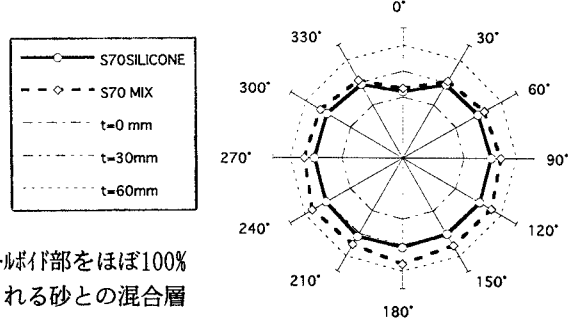


図-2 左側 ストローク70cm位置での免震層厚