

日本電信電話公社茨城電気通信研究所 ○正会員 東 百道
松浦武利

1. まえがき

電電公社においては、トンネル部における施工工程の完全自動化及び施工速度の高速化を目的とする、「小断面シールド工法」の開発を行っている。樹脂モルタルは、セメントコンクリートに比べて早期強度特性が優れており、かつ、硬化時間（施工可使時間）が添加剤の調節により比較的容易に制御できることため、本工法のトンネルライニング材として有望視されている。

樹脂モルタルの本工法に関する実用化を追求する一環として、水中打設時における打継目を保持するため、シラン処理の補強効果について検討を進めた。本報告は、シラン処理方式及びその実用上の最適条件に関する実験的検討結果を述べたものである。

2. 樹脂モルタル自動ライニングシステムの概要

樹脂モルタル自動ライニングシステムは、図1に示すように、樹脂モルタルを立坑内においてかくはんし、材料運搬車でトンネル内に混合打設機に運搬送給し、混合打設機において硬化剤を添加した後、リング状の型枠装置内に打設する。ライニング硬化後、シールド機はこれに反力をとり、型枠装置を脱型しつつトンネルの掘進を行う。以上の工程を1サイクルとして連続的に繰り返し打設する。1サイクルのライニング長を約50cmとし、1日のトンネルライニング長約10m（20サイクル）を目標としている。

地下工事において、地下水の流入を完全に防ぐことは困難であり、そのため、50cmごとの打継目部分が水中内接着となり、この条件下で強度特性をどの程度確保しうるかが本工法開発の重要なポイントの一つとなっている。

3. 実験

3.1 目的

樹脂モルタルの水中接着打設による打継目の強度特性を確保するには、シランカップリング剤によるシラン処理が有効であるが、それには次の2つの方式がある。

(1)骨材処理方式……先に骨材のみをシラン処理し、その後樹脂と混合して結合させる方式

(2)樹脂添加方式……先に樹脂にシラン剤を添加して反応させ、その後に骨材を混合して結合させる方式

以上の2方式のシラン処理効果を比較検討することが本報告の第1の目的である。第2の目的は、シラン処理効果の優れている方式に関して経済的、省力的観点から実用上の最適条件を検討することである。

3.2 方法

(1)材料 ①樹脂 不飽和ポリエチレン樹脂 (SUMIP MG-1L)

②シランカップリング剤 NUCシリコーンA 174

(2)供試体

①供試体寸法 $4 \times 4 \times 16$ (単位cm) $n = 3$

②作成方法 図2に示す。

③強度試験の方法

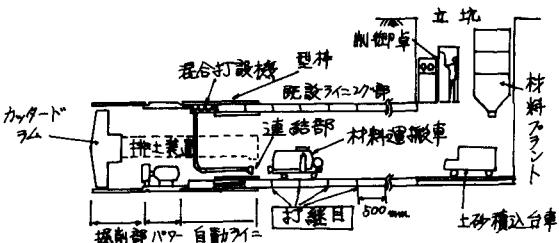


図1. 樹脂モルタル自動ライニングシステム概要図

フ) 試験方法 3 等分点曲げ試験法
 イ) 加圧速度 2 mm/min
 ウ) 試験機 Instron Universal Testing Instrument

(エ) 室温及び水温 17°C ~ 21°C

3.3 結果と考察

(1) シラン処理方式の比較

シラン処理工方式と未処理を加えて3通りについて、打設条件を変えて強度を比較した結果を図3に示す。また各方式ごとの水中接着打設におけるシラン剤濃度の影響を図4及び図5に示す。図3へ5により以下のことが分かる。

(2) シラン処理効果

水中接着打設の場合 喬材処理方式がレジン添加方式より効果がある。水中接着なし(未処理あるいは喬材処理)の場合の強度(約 250 kgf/cm²)に比べ、前者が 80% 程度の強度を確保しているのに対し、後者は 60% である。未処理の場合は 50% である。

(3) シラン処理剤濃度の影響

(1) 喬材処理方式の場合 喬材処理液濃度が 0.5% 以上になると強度は安定しており、0.5 ~ 5% の範囲では濃度の影響はない。

(2) 樹脂添加方式の場合 樹脂に対する添加濃度の明確な影響はみられない。

(2) 喬材処理方式の最適条件

フ) 喬材処理液濃度 0.5% (図4より)

イ) 喬材処理時間 1分 (表1より)

(喬材処理時間: シラン処理液に喬材を浸潤、かくはんする時間)

ウ) 加熱喬材乾燥温度 150°C ~ 175°C (図6より)

(加熱喬材乾燥温度: シラン処理した喬材を絶乾状態……含水比 0.3% 以下……まで乾燥処理するための加熱温度)

(3) その他

シラン処理剤の経済化及びシラン処理効果の機構解明を図るために、シラン剤 A / 74 に、撥水性はあるが樹脂との結合性をもたないシラン剤 A / 63 を配合しその影響を調査した。その結果、図7に示すとおり、シラン剤 A / 63 の配合比が増すにつれて強度が落ちる傾向がある。ニ水により、撥水性のみでは効果がないことが分かる。

4. あとがき

今後は、水中打設接着に対するシラン処理効果の機構を解明し、実用化を目指すこととした。

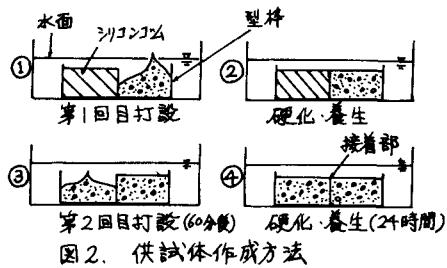


図2. 供試体作成方法

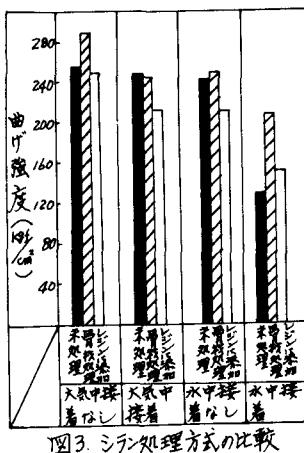


図3. シラン処理方式の比較

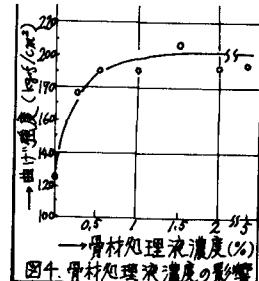


図4. 喬材処理液濃度の影響

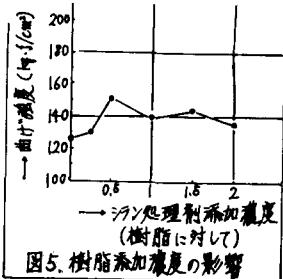


図5. 樹脂添加濃度の影響

表1 喬材処理時間の影響

処理時間	1分	30分
水中接着強度	190 (kgf/cm ²)	193 (kgf/cm ²)

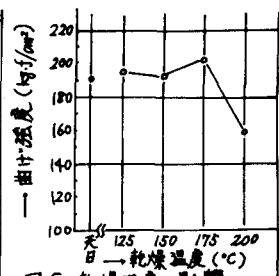


図6. 乾燥温度の影響

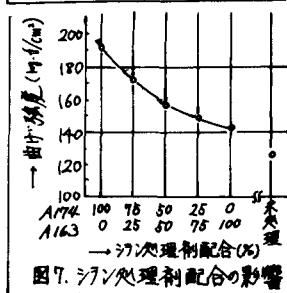


図7. シラン処理剤配合の影響