

VI-73 新しいトンネル掘削工法(New PLS工法)の開発

建設機械化研究所 正会員 亀岡 美友
 日本国土開発(株) 正会員 指田 健次
 日本国土開発(株) 正会員 浅沼 潔
 日本国土開発(株) 正会員 鴨志田 文

1. はじめに

トンネル掘削工法のNATMは、その優れた安全性、経済性により急速に普及し、現在では山岳トンネルの標準工法となっている。NATMの施工は、「地山そのものが本来有する強度を発揮して、最大限、地山自身で保持させる」という概念に基づいて行われる。したがって、土や岩石の固結度がかなり低く、また、不連続面が存在する土砂地山を対象とする都市トンネルにおいては、切羽の崩壊や地表面沈下などの問題からNATMの適用は困難と考えられる。

筆者らは、このような現状に対して、自立性に乏しい地山にトンネルを築造する場合、前述の問題を生じることなく、安全に、かつ経済的に大断面トンネルを構築する新工法「New PLS(ニュー・プレライニング・サポート)工法」の開発を行っている。本文では、New PLS工法開発の概要について述べる。

2. 本工法の概要

2.1 施工システム

本工法は、地表面沈下防止や切羽安定のためにトンネル掘削に先立ち、切羽前方の防護を事前に行う先受け工法の一つである。すなわち、緩やかに湾曲させたベンド型チェーンカットを用いてトンネル外周に沿ってスリット(厚さ32cm, 奥行き3.2m)を切削し、同時に、チェーンカットと一体化させたコンクリート注入ノズルからスリット内にコンクリートを充填する。次いで、コンクリート硬化後、切羽掘削を行う工法である。

本工法の施工システムは、図-1に示すように、ダブルチェーンカットを装備したNew PLS機を中心に、コンクリートポンプ車およびトラックミキサを組み合わせたものである。また、本工法では、コンクリート硬化後の切羽掘削用にブーム式掘削機あるいはショベル式掘削機を使用する。本機の主な仕様を表-1に、スリットコンクリートの概念図を図-2に、また、試作したNew PLS機を写真-1に示す。

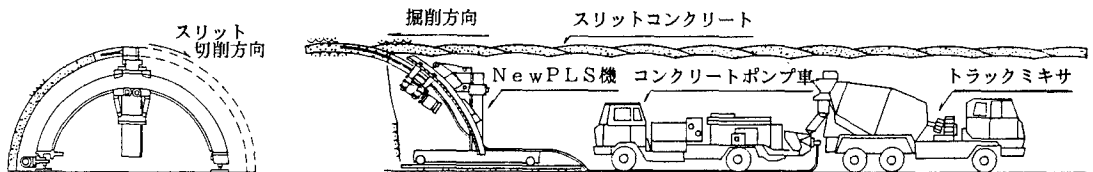


図-1 施工システム

本工法の主な特徴は、以下のとおりである。

(1) スリット切削と同時にコンクリートを充填するため、スリットの解放時間がほとんどなく、地山のゆるみによる地表面沈下を抑制することができる。

(2) スリットの切削は、既設のスリットコンクリートの先端の一部分を含めて行われる。したがって、スリットコンクリートは、図-1に示すように、トンネル縦断方向の連続性を有するものとなる。また、図-2に示すように、コルゲート状のコ

表-1 New PLS機の主な仕様

型 式	ベンド式ダブルチェーンカット
切削深さ	3200mm
切削幅	320mm
切削速度	0~0.25m/min(60Hz)
重 量	4.5t

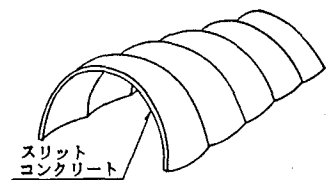


図-2 スリットコンクリート概念図

ンクリートシェルが形成されるため、平板のシェルに比べて支保効果の向上が期待できる。

2.2 本工法用コンクリート

本工法に使用するコンクリートが必要とする主な性質は、(1) スリット内の充填性、(2) 妻枠側コンクリートの自立性（充填時におけるコンクリートの流出防止）および(3) 早期強度発現性（施工時間の短縮化）である。

これらのうち、(1)および(2)については、鋼板で製作した実規模のスリット模型による各種の充填実験を行い、コンクリート注入ノズルの位置や形状等を改良した結果、スランプ12cm程度のコンシステンシーを有する通常のコンクリートではほぼ満足することが分かった。また、(3)については、本工法では、施工サイクルおよび既往のトンネル計測結果¹⁾を考慮して、打込み5時間後の

所要圧縮強度を50kgf/cm²以上としている。これに対しては、コンクリート製造時に、急硬性混和材（カルシウムアルミネート

無機硫酸塩系化合物）を結合材量に対して内割りで20%添加することによって必要な強度発現性が得られることが分かった。表-2に配合表を、図-3に圧縮強度の経時変化を示す。

以上のように、施工方法や使用材料の検討を行った結果、前述した性質を満足するコンクリートの施工が可能であることが分かった。しかしながら、地山内に形成したスリット内面の摩擦抵抗は、充填実験のスリット模型に使用した鋼板に比べて大きいことや、充填時における地山の吸水作用によってコンクリートの流動性が低下することなどを考慮すると、充填時におけるコンクリートのコンシステンシーの管理値としては、スランプ18cm程度が適当であると考えられる。また、スランプの管理値の増加に伴い、妻枠側コンクリートの自立性が低下する。このため、(3)よりもさらに早い時期における強度発現性（打込み後10分程度で自立強度以上）をコンクリートに付与する必要があるものと考えられる。

したがって、今後は、前述した強度発現性および充填性を付与する最適な混和材料の選定およびそれを用いたコンクリートの製造方法の検討が重要な課題となる。

3. おわりに

現在、試作機に改良を加えた実用機を製作して、模擬地盤による種々の切削・充填実験を行い、本工法の最適な施工管理システムおよびコンクリートの充填性、強度発現性等を検討している。今後、これらの実験結果を踏まえて、本工法の実施工への適用を図りたい。

[参考文献]1) 佐々木宏二: PLS工法の開発に関する研究(その4), 技術研究報告No. 1, 日本国土開発(株), 1981年



写真-1 New PLS機

表-2 配合表

粗骨材 の最大寸法 (mm)	スランプ の範囲 (cm)	空気量の 範囲 (%)	水結合材 比 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和材料	
					W	C	S	G	急硬性混和材	AE剤
20	12±2.5	4±1	45.0	40.0	180	320	658	1170	80	0.24

(注) 結合材（セメント+急硬性混和材）量=400kg/m³

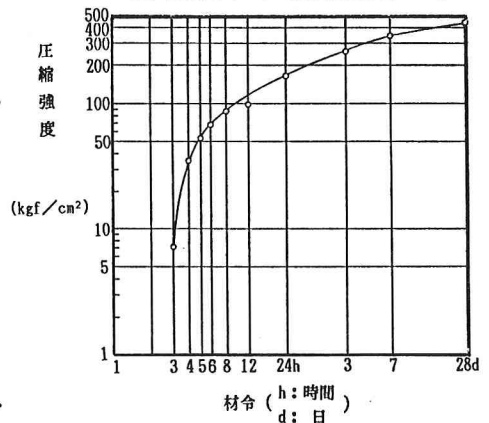


図-3 圧縮強度の経時変化