

「無水掘工法」から生まれた NSL ノンストップレーン

JOS システム研究会 無水掘工法部会 北宅憲太郎

概要 2001 近畿建設技術展において発表した「無水掘工法」(ロックアンカー工・ロックボルト工における削孔システム)の現場応用編として、NSL ノンストップレーンについて現場例を挙げて解説するものである。

「無水掘工法」とは、圧密削孔により孔壁の保持を行うことにより、削孔水を使わず、ローケーシング、超軽量電動マシンでの削孔が可能となった工法である。圧密削孔とは、超高圧のエア削孔で面圧・周速・トルクの相乗効果を理論的かつ実証的に確立した削孔システムである。これにより永久アンカーの命である設置地盤(定着層)の確認、地下水動向の把握が可能となり、削孔注入水による法面の崩落及び地すべりの危険が全く無くなった。

本論文では、本工法の現場における有効性について具体的に解説する。

1 はじめに

平成 2 年 2 月に土質工学会(現地盤工学会)が刊行した「グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説」を契機に、数多くのグラウンドアンカーの材料における新技術・新工法が発表された。



このような中、現場では、品質の向上(設置地

写真 1. 中国地方整備局: 山口工事事務所

国道 2 号勝谷防災工事

盤の確認、地下水動向把握)、安全性の向上(削孔水不使用、遠隔操作) 施工性の向上(コスト縮減、工期短縮、省力化、仮設の簡素化)などが求められ研究開発した結果、削孔機の軽量化等を実現した全く新しいロックアンカー・ロックボルトの削孔システム「無水掘工法」がうまれた。

平成 10 年には建設省の「新技術活用促進システム」新技術・新工法として「無水掘工法」(副題:ロックアンカー工・ロックボルト工における削孔システム)が評価、認定され、パイロット事業として登録された。

また、平成 12 年 3 月には 10 年ぶりに大改訂された地盤工学会の「グラウンドアンカー

設計・施工基準，同解説」(JGS4101-2000)の第7章 施工，削孔の項で『設計資料・地盤条件・施工条件・施工規模などを考慮して削孔機械と削孔システムを選定し、アンカーの品質が十分に満足できるものとなるように管理を行いながら施工する。』と明記され、現場施工時に1本1本の定着層の確認が義務付けられた。

その一翼を担う「無水掘工法」も現在 330 現場、111,000mの実績が示すように数多くの現場で採用されており、結果この新工法が十分評価されていると考えられる(表1)。

2 施工例

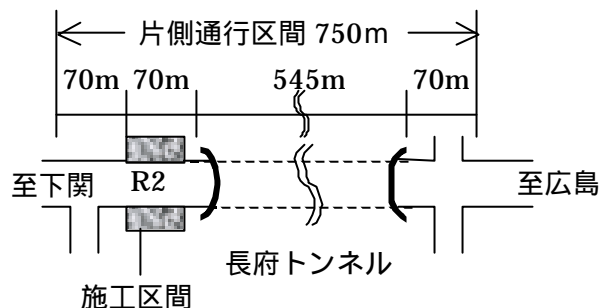
平成13年度山口工事事務所発注の国道2号勝谷防災工事についてご紹介します(写真1)。当初は従来工法であるロータリーパーカッション式二重管泥水掘工法(交通規制必要)で計画されたが、現場が国道2号線であり、交通量が28,834台/日(H11年調べ)と非常に多く、またトンネル抗口部にあたるため片側規制区間(750m)が非常に長くなり、日中の交通規制による交通渋滞の距離や時間が長きにおよぶと考えられていた。しかしながら、本工法が比較検討される事によって、計画の見直しははかられ、パイロット事業として採用される事となった現場である。

2.1 工法概要

採用されたNSLノンストップレーンは無水掘工法を基本とした応用工法の一つであり、基本工法の特徴の一つである足場幅の縮小を活かし、交通規制をかけず路肩の範囲内において施工可能とするもので、最大のメリットは社会的コストの低減にある。

2.2 工事概要

長府トンネル西口付近の両斜面は擁壁となっている。時間の経過と共に不安定となってきたおり、補強の必要が生じたため、擁壁にグラウンドアンカー工を施工することとなった。材料はSFL-1であり、設計アンカー力は1本当り107.2kN~138.4kN、設計長はL=7.~10.5m本数両側合わせて41本である。



反力伝達にはF F U軽量受圧板が使用された(表2)。

2.3 施工手順

準備工としての足場は2m幅で路肩内に収めた。単管組立時のみ安全を考慮して夜間の片側通行規制を行い、同時に削孔機械のセットも2tユニック車にて行った。削孔は無水掘で行い粉塵・スライムの処理はCMPカンプリート工法(口元集塵自動搬送システム)にて行った。また、設置地盤の確認のためにスライムは1m毎にコアケースへ採取し、あらかじめ採取した調査ボーリングコアとの比較を行い設置地盤の妥当性確認を行った。推定設計通りの地層が確認されたため、設計長を変更することなく施工を行った。(設置地盤の位置や層厚が違えば、アンカー長を変更する可能性があるため、アンカーテンドンは現場加工で長さを変更できるタイプの採用となった。)また、被圧のかかった地下水が存在した場合は、そのままセメントミルクを加圧注入すれば周囲の希釈を受け品質の悪化に繋がるため、即排水ボーリング工を検討する必要があるが、本現場ではスライムに湿り気があ

表1. 無水掘工法と従来工法との比較表

工法 項目		新 工 法		従 来 工 法	
		無水掘工法 (基本工法)		ロータリーパーカッション式 二重管泥水掘工法	
削孔システム		超高压エア－削孔 (無水)		泥水削孔	
安全の確保		削孔水を使わないので 二次災害の不安が無い		削孔水による二次災害の 不安がある	
コストの縮減		従来よりも施工性が良く 省力化 仮設簡素化			
工期の短縮		従来よりも施工性が良く 省力化 仮設簡素化		○	
品質の 確保	設置地盤の確認	1m毎パウダーコア採取で 可能			確認が難しい
	地下水の確認	水を使わないため動向把握 可能		×	確認できない
環境への 配慮	泥排水対策	水を使わないため無し		×	泥排水(産廃)処理必要
	粉 塵	口元集塵自動搬送システム により飛散しない			水掘の為出ない
	騒 音	○	先端ハンマー打撃の為 音が地中に吸収され、小さい		ドリフターのトップハンマーの為、 高い金属打撃音が大きい
	振 動	○	上記理由により地上では わずか(データ集積中)	○	
交通の確保		足場が小さい為、 通行規制受けるのが少ない		×	通行規制受けるのが多い
オペレーター 作業員		1人 ワンマンリモートコントロール		○	4人 機械手元合図作業
機 械 重 量		250 kg		○	1.0~1.5 t
削 孔 動 力		電動タイプ 7kW		○	油圧タイプ 55kW
仮 設 足 場 幅		2.0m		○	4.5m
性 能	削 孔 径	66 ~ 146		66 ~ 165	
	削 孔 長	~20m 土質によって30mまで可		~ 50m	
削 孔 地 盤	砂 質 土	(孔壁作成時間が必要)		(ケーシング保持)	
	礫 質 土	(孔壁作成時間が必要)		(ケーシング保持)	
	軟 岩	(ダウンザホールハンマーのため長 さによる影響無し)		(トップハンマーのため 長さによる影響大)	
	中 硬 岩	(ダウンザホールハンマーのため長 さによる影響無し)		(トップハンマーのため 長さによる影響大)	
	硬 岩	(ダウンザホールハンマーのため長 さによる影響無し)		(トップハンマーのため 長さによる影響大)	

注： NSLノンストップレーンは無水掘工法を基本とした応用工法の一つであり、基本工法の特徴の一つである足場幅の縮小を活かし、交通規制をかけず路肩の範囲内において施工可能とするもので、最大のメリットは社会的コストの低減にある。

ったものの、地下水がエアに乗って孔口から出てこなかったため、たまり水はあるが被圧水は無いと判断した。削孔が完了後圧密削孔の孔壁保持を確認した上、アンカーテンドンを挿入した。その後セメントミルクの注入方式については、協議のうえ自然注入を行った。セメントミルクの養生期間を置いた後FFU軽量受圧板(78kg)を人力にて設置し緊張・定着を行い工事を完成させた。

表2. 無水掘工法(NSL ノンストップレーン)とロータリーパーカッション式二重管泥水掘工法の比較表

	変更実施		当初計画	
工法	無水掘工法 (NSL ノンストップレーン)		ロータリーパーカッション式 二重管泥水掘工法	
平面図				
断面図				
足場空 ³	555.2空 ³		1658.5空 ³	
交通規制期間	規制日数	施工日数	規制日数	施工日数
足場工	4	4	12	12
削孔工	0	19	19	19
定着工	0	4	4	4
合計	4	27	35	35
交通整理員数 (先導車2台含む)	15人×4日 60人工		15人×35日 525人工	

3. 今後の課題

本工法における削孔長は、現在 20m(土質によっては 30m 可)である。しかしながら、地すべり対策工などではより長い削孔能力が求められる場合もある。また、砂質土・礫質土においては、孔壁作成時間が必要なため、従来工法に比べると削孔時間に少し劣る。そこで、限界削孔長を伸ばす事、孔壁作成時間を短縮する事を目指して、今後さらに技術・機械開発に取り組みたい。