NATMの大断面山岳トンネル掘削で月進270m達成

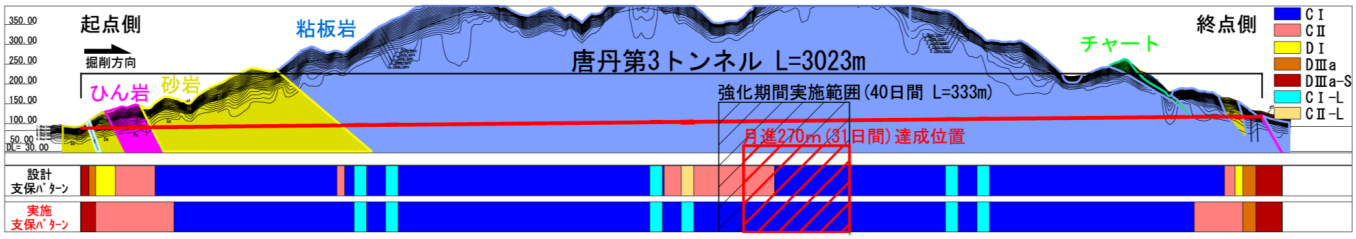
鹿島建設(株)　正会員　○橋本　基　新岡尚幸　竹市篤史　佐藤崇洋　中嶋翔平　月崎良一

１．はじめに

国道 45 号　唐丹第３トンネル工事は、東日本大震災からの復興リーディングプロジェクトである三陸沿岸道路の一部で、延長 L=3,023m、掘削断面積約 115 ㎡の長大トンネル工事である。長距離の片押し施工であるため、15 ヵ月の掘削工程短縮を目標とした、機械編成、材料、施工方法、管理方法の計画を行った。また、掘削の過程で、更なる工程短縮を目的として 40 日間の掘削強化期間を実施した。その結果、2016 年 6 月 14 日から 7 月 14 日の 31 日間において、NATM の大断面(掘削断面積 110㎡ 以上)山岳トンネルにおける月進 270m、月間掘削土量 31,050㎥ の日本新記録を樹立したので報告する。

２．地質

唐丹第３トンネルの地質は、中生代ジュラ紀釜石層の粘板岩・砂岩主体で、湧水も少なく、比較的安定した状態であり、大部分が鋼製支保工の無いＣＩパターンであった。地質縦断図を**図－1** に示す。



図－1　地質縦断図

３．施工計画

大断面トンネルの高速施工にあたり、トンネルの大部分を占めるＣＩパターンを念頭に、大型機械の採用、複数配置による施工停止の回避、作業員の負担軽減を基本として計画を策定した。**表－1** に計画の概要を示す。

４．掘削強化期間

掘削強化期間に向けた事前準備や、40 日間毎日連続して施工するための体制作り、サイクルタイム短縮のための種々の取組み、および施工実績について述べる。

4.1 事前準備

①期間中の故障を防止するため、各種重機を始めとして、バッチャープラント、濁水処理設備の集中点検と整備を事前に実施した。

②最終的な実施判断のため、L=200ｍの長尺水平ボーリングを行った。その結果、破砕帯や弱層、大量湧水も無く、良好な地質が継続することが判明したため、掘削強化期間の実施を決定した。

表－1　計画概要

作業項目	選定機械・工法・資材・管理方法等	効果
穿孔	ドリルジャンボ 2B2B 210kg級×2台	穿孔能力増、複数化
	差角誘導システム	進行確保、余掘り低減
装薬	粒状含水爆薬	孔数削減
	爆薬装填機：60kg×4台	装薬時間短縮、安全性向上
	導火管付き雷管	結線時間短縮、安全性向上
ずり出し	ホイールローダ(集積・積込) 3.1㎥級×1台	ずり積込能力増、複数化
	ローディングショベル(積込) 3.5㎥級×1台	
	オフロードダンプトラック(運搬) 30t積×6台(＋2台予備機)	運搬能力増、クッション性良好
吹付コンクリート	エレクタ付2ノズル吹付機×１台	吹付能力増、複数化
	クリアショット	粉塵低減、リバウンド低減
	残像照射レーザー×2台	吹付仕上り向上
ロックボルト	GFRPロックボルト(上部120°範囲)	軽量、作業負担軽減

4.2 施工体制

①掘削班を１班追加し、**表－2** に示すように 4 勤 2 休体制とした。職員や後向き作業員は、各人ごとに 5 勤 1 休のローテーショ

表－2　掘削班の 3 班体制

day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
昼勤	A班	A班	A班	A班	B班	B班	B班	B班	C班	C班
夜勤	B班	B班	C班	C班	C班	C班	A班	A班	A班	A班

キーワード　長大トンネル、高速施工、大断面トンネル、差角誘導システム、NATM

連絡先　〒980-0802　仙台市青葉区二日町 1-27　鹿島建設(株)　東北支店　TEL022-261-7111

ンを組み合わせて対応した。

②重ダンプを予備機として2台追加し、機械メンテナンス要員として、重機メーカーより整備員を2名常駐させた。また、当社の地質技術者1名と、新技術(後述)の指導員2名も追加し、バックアップ体制を強化した。

③資材メーカー、商社等の協力のもと、休日の燃料補給・資材補充体制を確保した。

写真－1　後続設備

4.3 新技術の導入

①差角誘導システム[1)]の導入による発破精度の向上により、確実な進行率の向上を得るとともに、余掘りと吹付け量の低減を図り、ずり出し時間と吹付け時間を短縮した。

②自動サイクルタイム採取システムを導入し、各掘削班の各作業時間を把握して、最速の方法を水平展開することにより、全体の作業レベルの向上を図った。

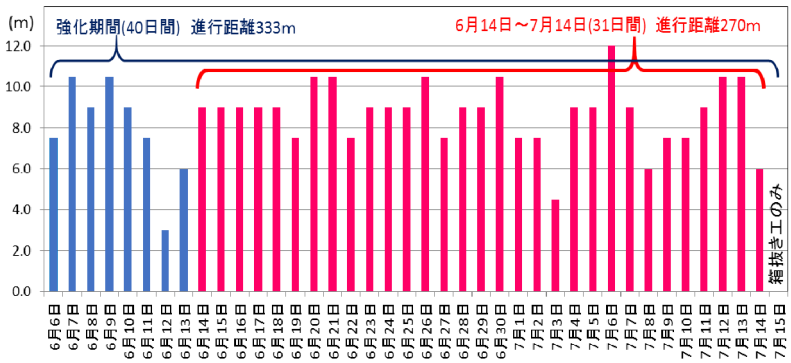
4.4 設備移動・非常用設備箱抜き工

切羽の進行とともに、集塵機、電源台車、コンプレッサー台車等の後続設備(**写真－1**)の移動が必要となる。また、設備移動の前には非常用設備箱抜きを施工する必要があり、結局期間中、4回の設備移動と大小22ヵ所の箱抜き工を実施した(ただし箱抜き8ヵ所は最終日に施工)。通常時であれば週末等に合わせて実施するが、強化期間中は切羽近くで、切羽と同時に箱抜きも発破し、平行して仕上げることでロスを最小限とした。設備移動に関しても、掘削班も含めて役割分担を明確に行い実施することで、1回あたり1時間余りで完了させ、掘削への影響を極力排除した。

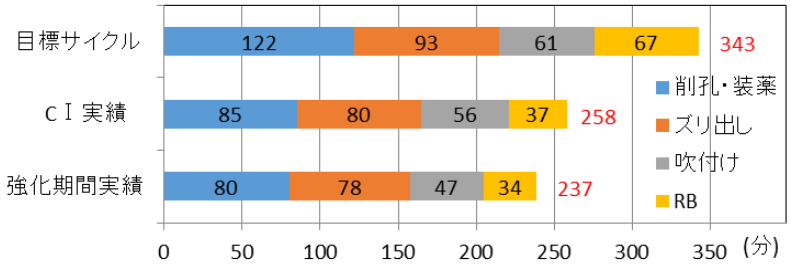
4.5 施工実績

2016年6月6日から40日間の掘削実績を**図－2**に示す。全期間中333mの進行の内、6月14日から7月31日(31日間)の合計が270m(掘削土量31,050m³)となった。

また、**図－3**にCIパターンにおける施工サイクルタイムを示す。上から順に、当初目標としたサイクル、CIパターンの施工が安定した段階の実績サイクル、強化期間中の実績サイクルである。種々の機械・材料・工法の計画により、CIパターンの実績サイクルは目標より25%短縮された。そして、十分な人員とバックアップ体制を整え、施工ロスを極力低減することにより、強化期間中の実績サイクルは、通常のCIパターン実績よりもさらに21分(8%)短縮することができた。



図－2　強化期間中の掘削実績



図－3　CIパターンにおける掘削サイクル

5．あとがき

長距離の大断面トンネルにおける高速施工に挑戦し、月進270mの日本記録を達成することができた。また、当初掘削計画の47ヵ月に対し、現在27ヵ月完了時点で残り66mと、目標とした15ヵ月を超える工期短縮が見込まれている。これらの成果が、復興道路の早期開通に繋がり、被災地への復興支援の一助となれば幸いである。

参考文献

1)　犬塚ら：発破掘削時の差角誘導システムの開発　土木学会第71回年次学術講演会講演概要集VI-192　P383-384, 2016.9