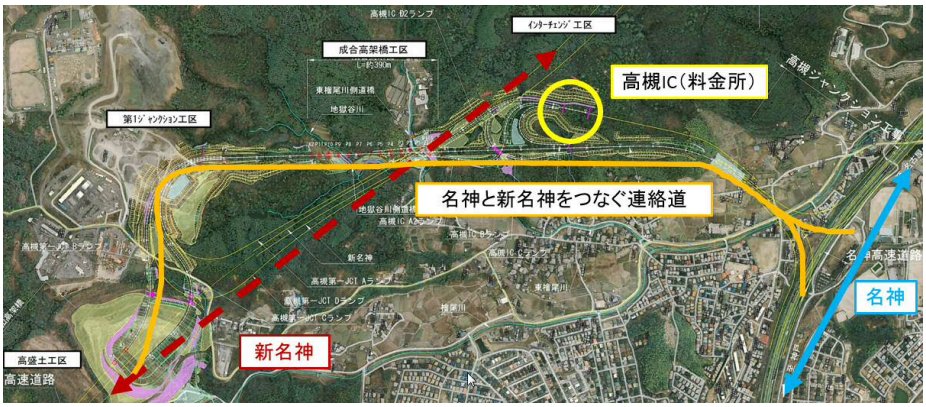
硬岩掘削補助工法の選定と実績

鹿島建設(株)　正会員　堂本聖司　○江上　眞　小槻敏広

1．背景および目的

高槻インターチェンジ工事は，新名神高速道路（高槻～神戸間）の東端に位置し，土工量 360 万 m³，のり面工 26 万 m²，用排水工 4 万ｍの大規模土工事である．大型重機により土工事を施工し，橋脚・橋台 37 基，函渠工 10 ヵ所，調整池 7 ヵ所等の数多くの付帯工事も施工する．掘削により発生する土砂は，高盛土工区へ場内運搬し 65ｍの高盛土を造成する（**図－1**）．

料金所を含むインターチェンジ工区の掘削土量は約 150 万 m³ であり，そのうち約 22.7 万 m³ が硬岩である．硬岩は工事終盤で出現するため，その実硬岩量や強度等の状況によっては，当初計画の 100t 級，70 t 級の大型ブルドーザによる掘削では（**写真－1**），工程遅延に対して大きなリスクがあった．また，当工区は住宅地が近接しており，騒音や振動の発生により工事中断のリスクも大きい．したがって，環境に配慮し，掘削の進捗を促進できる補助工法の検討が必要となった．



図－1　工事全体図

写真－1　大型ブルドーザ

2．追加土質調査と補助工法の選定

硬岩掘削における工程遅延リスクを回避する判断基準として，上部の土砂部を掘削中に，追加の土質調査を行った．その結果，硬岩のうち約 14 万 m³ が弾性波速度 Vp=2.5km/s を超えており（最大 4.0km/s），しかも引渡し期限の一番厳しい料金所付近に点在していた．リッパ工法の適用限界は，一般的に弾性速度 Vp=2.5km/s とされる．そこで，四国の硬岩掘削現場や山口県の砕石採掘場等を視察し，環境に配慮したうえで工程短縮が可能な補助工法として，**表－1** のような選択肢を挙げた．発破工法や岩盤切削工法は，平面的に広く使用することで工程短縮を期待できたが，周辺同意を得ることが困難であること，余掘り量の増加が大きすぎることから，採用に至らなかった．結果として，ブルドーザのリッパビリティの効率を上げるためにクローラドリルを 2 台常駐させ（**写真－2**），先行して硬岩部を削孔させることとし，掘削開始後，さらに掘削困難な硬岩が出現した場合には，割岩工法や非火薬破砕工法などの適用も検討することとして，準備を進めた．

表－1　補助工法一覧

補助工法	細別
大型油圧ブレーカ	
クローラドリル	250kgドリフタ，φ125
発破	
岩盤切削工法	サーフィスマイナー
静的破砕剤	ブライスター
非火薬破砕工法	
蒸気圧破砕薬	ガンサイザー
多段式非火薬岩盤破砕システム	NRC
プラズマカプセル破砕工法	
割岩工法	ビッガー工法、かち割り君

写真－2　クローラドリルによる削孔

キーワード　硬岩掘削，工程短縮，新名神高速道路

連絡先　〒569-1017　高槻市成合北の町 761-1　鹿島建設(株)高槻インターチェンジ工事事務所　TEL 072-680-3930

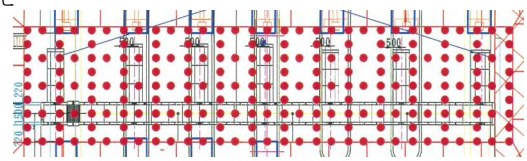
３．条件変更に伴う更なる工程短縮案の検討

硬岩の出現まで 1 ヵ月を切り，クローラドリルを投入したところで，料金所部引渡しの 1 ヵ月前倒しと，施設工事（料金所施設を施工する他工事）の基礎部の硬岩掘削の追加が必要となった．そこで再度検討を行ったが，前述した追加の補助工法では必要な工程短縮は達成できそうになく，斬新な提案が必要であった．発注者や本社，協力業者と様々な意見交換を行い，全周回転掘削機を用いたパイプドリル工法による硬岩掘削の適用について検討を進めた．φ3.0m まで掘削が可能で，工程短縮には非常に有効ではあったが，全周回転掘削機を用いるため，機動力に問題があり適用を見送った．

４．他工種を応用した斬新な補助工法

前述したパイプドリル工法の検討により，基礎を施工する機械で何か応用できるものはないかという点に着眼した．当現場では約 6,000m² の重ダンプ用仮桟橋を設置しており，その杭の硬岩部削孔にダウンザホールハンマ工法を適用していたため，その検討を進めた．ベースマシーンがバックホウタイプで φ600 を採用し（**写真－3**），開放率（必要掘削面積に対してどれくらいの削孔が必要か）の設定も含め，試験施工を行った．その結果，工程短縮に有効であることが分かり，また開放率を 10.8%と設定し，削孔配置を計画したうえで（**図－2**），実施工を開始した．

写真－3　ダウンザホールハンマ



図－2　削孔配置

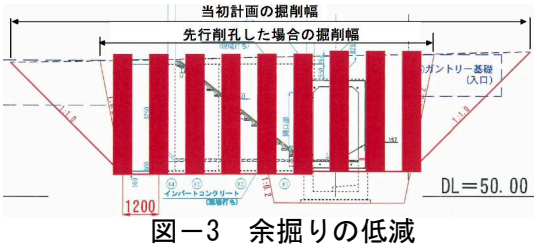
５．補助工法の実績と副産物

結果として，大型油圧ブレーカ 2 台，クローラドリル 2 台，ダウンザホールハンマ 1 台を硬岩掘削の補助工法として採用し，追加となった施設工事の掘削も含め，当初工程の 1 ヵ月前に完了し（**写真－4, 5**），引き渡すことができた．施工数量の実績を**表－2** にまとめる．

表－2　施工数量

補助工法	削孔径	台数	削孔数	削孔延長	開口率
クローラドリル	φ125	2台	8,200箇所	24,600m	-
ダウンザホールハンマ	φ600	1台	449箇所	1,151m	8.4%

また，ダウンザホールハンマで先行削孔を行った結果，**図－3** のように本来 1：1.0 の法勾配で掘削する計画だった構造物掘削に対し，法勾配を立たせることができ，余掘り量を低減することができた．これにより工程短縮だけではなく，コスト縮減にも寄与することができた．



図－3　余掘りの低減

写真－4　人道 BOX 部の掘削完了

写真－5　設備基礎部の掘削完了

６．まとめ

様々な条件変更に伴う工程短縮の課題に対し，工種の枠を超えた工法の検討により，その課題を解決することができた．この実績を，今後の参考にしていただければ幸いである．