プラズマによる岩盤破砕工法の施工法に関する一考察

日産建設　大阪支店　正会員　土肥　隆
日産建設技術研究所　正会員　五味信治
日産建設技術研究所　正会員　岡本將昭

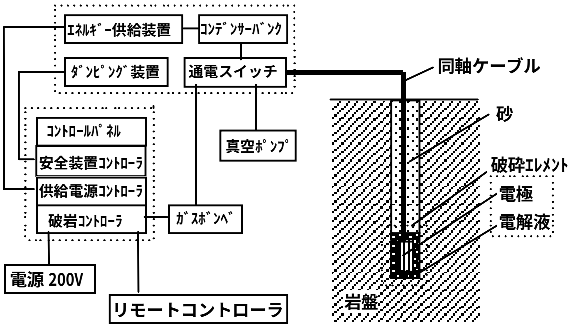
１．はじめに

従来，岩盤掘削は重機による破砕や発破工法が採用されてきた．しかし，近年は山岳部においても民家などの既設構造物に近接している施工区間が増加しており，従来工法では周辺環境に与える影響が大きいため施工が困難となってきている．そこで本研究では，周辺の環境に与える影響が小さく，掘削効率が良いと考えられる工法としてプラズマ (放電衝撃) による破砕工法を開発し，破砕実験等を報告している[1),2)]．本報では，破砕実験と試験施工により得られた本施工法について評価･検討したので報告する．

２．プラズマ破砕工法の概要と特徴

本施工法は，プラズマ (電気放電衝撃) を利用した岩盤破砕工法である．プラズマは，電気エネルギーを蓄電池に充電し電極および特殊溶液を封入した破砕エレメント内の電極に瞬間的に放電させ発生させる．プラズマ破砕工法は，２段階のプロセスにより岩盤や岩石の破砕を行う．破砕の第１段階は，破砕エレメント内の電極間で発生させたプラズマが破砕エレメント内に封入してある特殊溶液に作用する．第２段階は，発生した高温･高圧のガスの衝撃エネルギーにより岩盤を破砕 (破岩) する．プラズマ破砕工法の概念図およびプラズマ発生装置の仕様をそれぞれ**図－１**および**表－１**に示す．

プラズマ破砕工法には，大きな特徴が４点ある．第１の特徴は，安全性である．例えば，破砕エレメントは火薬などとは異なり爆破の危険性などがなく輸送や装填等の作業が非常に安全であり，母線との接続後も静電気等による誤爆もない．第２の特徴は，周辺環境に与える影響 (騒音や振動) が従来工法と比較して非常に小さいことである．第３の特徴は，火薬や爆薬では岩盤の破砕時に有害ガスが発生するが，プラズマ破砕工法では微量の水素ガスが発生するが有害ガスの発生はない．第４の特徴は，破砕力のコントロールが可能である．



図－１　プラズマ破砕工法の概念図

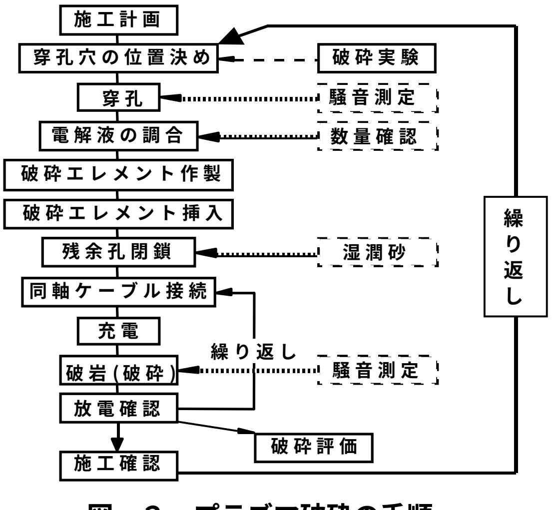
表－１　プラズマ発生装置の仕様

型　　式			B-300
破岩力		(Kj)	950
破岩回数		(回/h)	20
破岩量	2～3孔同時破岩時	(m³/回)	1.5～2.0
	1孔単独破岩時	(m³/回)	0.5～0.9
消費電力		(KW)	20 (単相200V)
充電エネルギー		(Kj)	300
充電時間		(sec.)	30
最高充電電圧		(KV)	9
設計ライフ		(放電回数)	100000
寸法(L×W×H)		(mm)	1500×1400×1155
重　量		(kg)	1500

３．施工方法

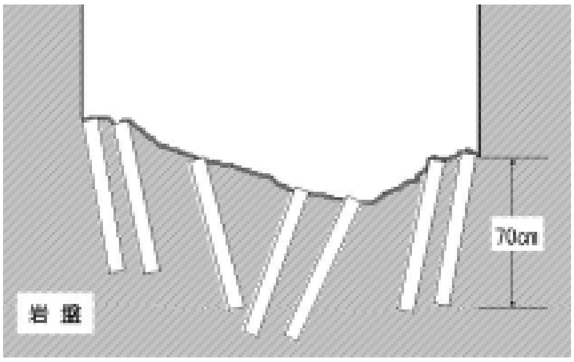
施工手順を**図－２**に示す．施工方法の確認のためこれまで破砕実験[1)]および試験施工[2)]を行ってきた．破砕実験の対象地山は角礫凝灰岩の岩盤で一軸圧縮強度は約100MPaであり，比較的新鮮な岩盤であったが節理は発達していた．施工対象は立坑の心抜きおよび切拡げとした．

破砕実験結果より，心抜きを想定した場合は破砕時に対象地面が浮き上がり，バックホウ(0.45m³)で容易に掘削ができほぼ予定していた効果を示したが，切り拡げを想定した場合は鉛直孔の破砕時に地中で鈍い音が発生し岩盤表面の破砕は確認できなかった．しかし，２次破砕として通常1.6m³のアイヨンでのみ掘削可能な岩盤であったが，1.2m³のアイヨンで容易に破砕ができたので掘削深度



図－２　プラズマ破砕の手順

キーワード：岩盤破砕，プラズマ，工法，評価．
350-1205　埼玉県日高市原宿746　　TEL0429-85-5655　FAX0429-85-5179
530-0005　大阪府大阪市北区中之島2-2-2　TEL06-6221-6565　FAX06-6221-6551



図－３　孔配置の概念図(試験施工　断面図)

写真－１　削孔状況

写真－２　破砕エレメント挿入状況

写真－３　破砕後の岩盤

までクラックの形成，発生があったと考えられる．

試験施工は，推進工事に付随した立坑掘削で実施した．施工対象の地山は花崗岩の風化が進行しており一軸圧縮強度は30～50MPa，RQDは50%であった．施工方法は３孔同時破砕を基本とし，自由面を得るために心抜きのように２孔と１孔抱き合わせたり，切拡げのために片側に角度を持たせたり，岩盤の状況に応じた削孔をした．削孔は，削孔径φ50mm，削孔ピッチ30～50cm程度，削孔長0.7～1.0m程度とした．立坑の孔配置の概念図を**図－３**に示す．試験施工の結果より，施工性の評価として掘進速度が0.3m/day，破砕岩量が2.1m^3/dayであった．本工法と同立坑を人力掘削 (手掘りブレーカー使用) した場合の施工と比較すると手掘りブレーカーによる掘進速度は0.15～0.2m/day程度と想定できるので，プラズマ破砕工法による施工では人力掘削より掘進速度はおよそ２倍であると考えられる．施工状況を**写真－１～写真－３**に示す．

４．工法の評価および課題

破砕実験および試験施工の結果より，本研究で対象とした地山の一軸圧縮強度が30～100MPaの中硬岩の範囲では，全体を通して良好な掘削が可能でプラズマ破砕工法の有効性が確認できた．工法の評価としては，破砕実験，試験施工ともに小規模な施工であり大規模な岩盤破砕や硬岩を対象とした施工手順等の確立が必要である．また，コスト面では，人力掘削と比較して本工法はコストが高いが施工規模，工期，並行作業等を考慮した場合にはコスト縮減も可能である．課題としては，大規模な施工では連続的に削孔することによって施工速度はさらに向上することが可能であると考えられる．また，硬岩を対象とした掘削効率については試験施工等による施工性の確認が必要である．

５．おわりに

プラズマ破砕工法による破砕実験および試験施工より，小規模施工，中硬岩を対象とした場合の施工法の有効性が確認できた．今後大規模施工，硬岩を対象とした試験施工等を実施し，施工性等の確認を行う予定である．

<参考文献>

1) 土肥　隆，五味信治，岡本將昭，井土是育：プラズマによる岩盤破砕工法の開発と破砕実験に関する一考察，第54回年次学術講演会講演概要集3-B，PP.340-341，1999．
2) 土肥　隆，五味信治，岡本將昭，井土是育：プラズマによる岩盤破砕工法の開発と試験施工に関する一考察，第55回年次学術講演会講演概要集3-B，2000．