

プラズマによる岩盤破碎工法の開発と試験施工に関する一考察

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 岡本将昭
 テイサク プラズマ破碎機部 井土育是

1. はじめに

近年、都市部での造成や上下水道布設に伴う岩盤掘削が増加していることや山岳部でも民家に近接した場所での道路拡幅に伴う岩盤掘削の必要性が増大してきた。従来工法である重機による破碎や発破工法では、周辺の住環境等に与える影響が大きいため施工が困難となってきた。本研究では、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)による破碎工法を開発し、破碎実験を報告している¹⁾。本報では、試験施工を実施し本工法の施工性について検討したので報告する。

2. プラズマ破碎工法

本工法は、電気放電衝撃を応用した岩盤(岩石)破碎工法である。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碎エレメント内の電極に瞬間的に放電させる。岩盤や岩石の破碎は、電極の放電が破碎エレメント内の特殊溶液より高温・高圧のプラズマを発生させ、この発生したプラズマによる衝撃エネルギーにより行う。

プラズマ破碎工法の特徴の一つに安全性がある。例えば、破碎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る。母線との接続後も静電気等による誤爆もない。他の特徴として、周辺環境に与える影響が従来工法と比較して非常に小さい。火薬や爆薬では岩盤の破碎時に有害ガスが発生するが、プラズマ破碎工法では微量の水素ガスが発生するが有害ガスの発生しない。また、騒音や振動が発破と比較して非常に小さい上に破碎力のコントロールが可能である。プラズマ破碎工法のプロセス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。

3. 試験施工

試験施工は、推進工事に付随した立坑掘削で実施した。立坑は、直径3mの円形で深さ約13mである。深さ方向に対してGL.-6.5m付近以深に軟岩層が分布している。軟岩は、花崗岩の風化が進行したもので、一軸圧縮強度が30~50MPa、RQDが50%であった。

試験施工の施工性の評価要素を本施工では、破碎岩量、掘削速度および破碎時の振動・騒音とした。破碎岩量および掘削速度は1日の作業終了時に搬出した岩ズリの量および立坑の深度測量により算出した。振動・騒音は破碎時に振動計(加速度計)および騒音計を用い、立坑の坑口より10mの位置(定位置)で計測した。施工手順を図-2に示す。

破碎方法は、テスト破碎(1孔単独破碎)を実施した後の施工では3孔同時破碎を基本とした。破碎時の充電量は、破碎孔の掘削時に岩盤強度を推定し、その都度最適であると考えられる値に設定して実施

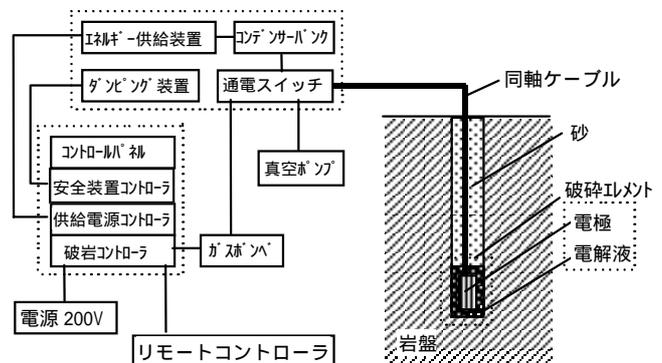


図 - 1 プラズマ破碎工法のプロセス図

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 (m ³ /回)	1.5~2.0
	1孔単独破岩時 (m ³ /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

キーワード：岩盤破碎，プラズマ，工法，試験施工。

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 TEL06-6221-6550 FAX06-6221-6551

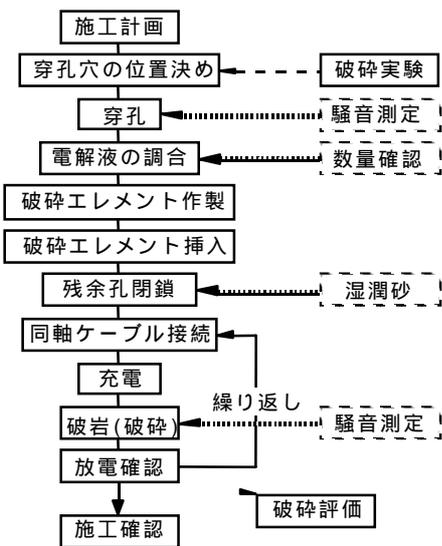


図 - 2 施工手順

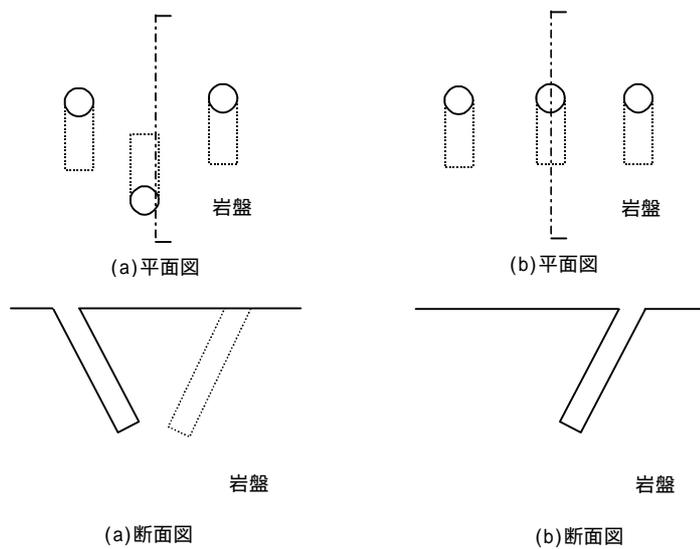


図 - 3 孔配置の概念図(一例)



写真 - 1 破砕エレメント



写真 - 2 破砕後のたて坑底部



写真 - 3 岩ズリの状況

することとした。また、孔配置は、岩盤の状況や破砕箇所によって決定した。孔配置の一例を図 - 3 に示す。図のように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、切広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 50mm、削孔ピッチ30～50cm程度、削孔長1.0～1.2m程度とした。

4. 工法の評価および課題

試験施工では、対象とした地山の一軸圧縮強度が30～50MPaで風化が著しい個所が一部存在したが全体を通して良好な掘削が可能であり、プラズマ破砕工法の有効性が確認できた。試験施工に使用した破砕エレメント、破砕後の状況(一例)および岩ズリの写真を写真 - 1～3 に示す。施工性の評価として破砕岩量が2.1m³/day、掘進速度が0.3m/dayであった。施工中、際取り掘削等に手掘りブレーカーを使用した。同立坑を人力掘削(主に手掘りブレーカー使用)施工した場合、掘削深度は0.15～0.2m/day程度と想定される。また、破砕時の振動・騒音測定結果より、振動は立坑上部端から10mの位置で計測誤差範囲となり、騒音は測定不能(50dB)～60dB程度であった。したがって、施工性(施工速度)や周辺への影響(振動・騒音)等を考慮するとプラズマ破砕工法は有効な岩盤破砕工法であると考えられる。ただ、今回の試験施工では、他の工法とのコスト的な比較ができなかったため経済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試験施工より、小規模な岩盤掘削において施工の有効性および周辺環境への影響(振動・騒音)が少ないことが確認できた。ただ、今回の試験施工では、対象地山が軟岩～中硬岩の範囲であったので、今後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。また、今回はコスト的な比較対象がなく経済性の比較も今後行っていく予定である。

<参考文献>

土肥, 五味, 岡本, 井土: 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.