

Ⅲ-B170 プラズマによる岩盤破碎工法の開発と破碎実験に関する一考察

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
 ティサク プラズマ破碎機部 井土 育是
 水山重工業 海外営業部 BANG-YOUN CHO

1. はじめに

都市部での推進工事等に伴う立坑の掘削や山岳部での道路拡幅工事等による法面掘削の工事において、従来は発破や重機による岩盤破碎を採用してきた。近年では、山岳部においても民家が近接している等工事区間の周辺環境の変化により、従来工法の採用が困難となっている。本報では、環境に優しいと考えられる新たな岩盤破碎工法としてプラズマ（放電衝撃¹⁾）による破碎工法を開発し岩盤破碎実験を行い、得られた実験結果を検討したので報告する。

2. プラズマ破碎工法

プラズマ破碎工法は、放電衝撃による岩盤破碎工法である。この工法は、蓄電池に充電した電気エネルギーを瞬間的に岩盤内に設置した電極で放電させ、発生した高温・高圧のプラズマにより岩盤を破碎するものである。プラズマによる岩盤の破碎は、初期に発生した衝撃エネルギーのみが岩盤に伝達され、岩盤内に存在する弱面や不連続面に亀裂が発生する。プラズマ破碎工法の特徴は、火薬発破のように衝撃波の後で生成される高圧ガスの発生がなく、火薬の爆発圧による粉塵や岩石破砕片の飛散もない低騒音・低振動の工法である。また、電気エネルギーを使用しているため、装置の取り扱いが安全・容易であり、破碎力の調節が可能で周辺環境に優しい工法である。騒音および振動は、火薬発破と比較するとそれぞれ約1/2および1/10に低減することが可能である。プラズマ破碎工法で使用する装置は2tonトラックに積載可能である。破碎工法の概念を図-1に示し、仕様を表-1に示す。

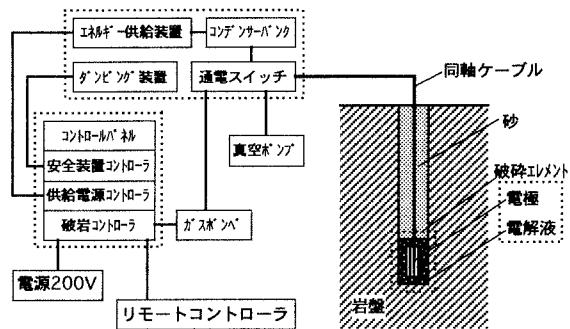


図-1 プラズマ破碎工法の概念図

3. 岩盤破碎実験

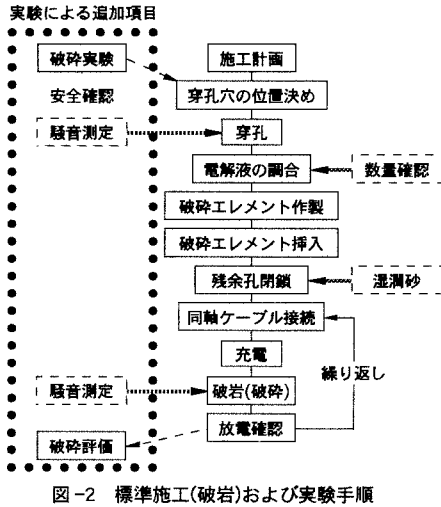
破碎実験は、溝の形成、自由面増加のための心抜きおよびφ3.0mの立坑掘削を想定して実施した。この実験では、施工手順およびプラズマ破碎工法の破碎能力の確認を行った。施工手順および実験手順を図-2に示す。実験を行った場所は、K市の採石場で、対象地山は角礫凝灰岩の岩盤である。岩の一軸圧縮強度は約100MPaであった。ただし、削孔中の観察より、岩盤表面

表-1 プラズマ破碎工法の仕様

型 式	A-500	B-300
破岩力 (Kj)	950	950
破岩回数 (回/h)	15	20
破岩量 2～3孔同時破岩時 (m ³ /回)	1.5～2.0	1.5～2.0
1孔単独破岩時 (m ³ /回)	0.7～1.0	0.7～1.0
消費電力 (KW)	15 (単相200V)	20 (単相200V)
充電エネルギー (Kj)	300	300
充電時間 (sec.)	90	30
最高充電電圧 (KV)	12	9
設計ライフ (放電回数)	400000	100000
寸法(L×W×H) (mm)	1935×1560×1630	1500×1400×1155
重 量 (kg)	2100	1500

キーワード：プラズマ、岩盤、破碎、システム、破碎実験。

〒350-1205 埼玉県日高市原宿 746 TEL0429-85-5655 FAX0429-85-5179
 〒550-0002 大阪府大阪市西区江戸堀 1-6-14 TEL06-6444-1621 FAX06-6444-1626



から約1.2mの深さに層厚10cm程度の弱層が存在した。ここでは、図-3に $\phi 3.0\text{m}$ の立孔掘削の心抜きおよび切り抜けを想定した破砕実験の概念図を示す。図に示してある削孔は、削孔長は1.2～1.5m、削孔径は $\phi 50\text{mm}$ 、削孔ピッチは0.6～0.7mである。中心部は心抜きとして岩盤表面に対し60～70°の斜め削孔7孔とし、切り抜け用の鉛直削孔8孔の合計15孔とした。今回の破砕実験では、実験の都合上1孔単独および2孔同時破砕とした。破砕時の騒音・振動測定も実施した。安全のため防爆シートとゴムシートを併用した。

4. 実験結果

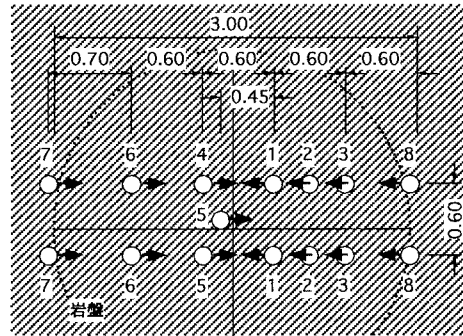
この実験より、心抜き部の破砕は破砕時に対象地面が浮き上がり、バックホウ(0.45 m^3)で容易に掘削ができ、ほぼ予定していた効果を示した。切り抜けのための破砕は、鉛直孔の破砕時に地中で鈍い音が発生し、破砕孔以外の詰め物が吹き飛ばされたが、岩盤表面の破砕は確認できなかった。通常1.6 m^3 のアイオンでのみ掘削可能な岩盤であるが、1.2 m^3 のアイオンで容易に2次破砕ができたので、掘削深度までクラックの形成、発生があったと考えられる。これは、岩盤中に存在した弱層が泥土化していたために破砕に費やされるべき力が逸脱し、破砕力が低下したものと考えられる。破砕物の飛散や粉塵は、鉄砲現象により多少発生したが、それ以外ではほとんど発生しなかった。また、破砕時の騒音、振動測定を発破場所から20m前後の位置で測定した結果、騒音は72dBと小さく、振動は測定不可能(体感はほとんどない)であった。振動のカタログ値は、10～15mの位置で0.2～0.3cm/secと非常に小さい値である。装置の取り扱い、容易であった。今回の実験結果より、プラズマ破砕工法の有効性が確認できた。また、複数同時破砕や適正な孔配置にしたり、破砕エレメント等を最適化することにより効率的な岩盤破砕ができると考えられる。

5. まとめ

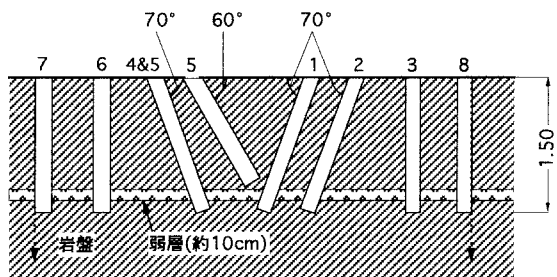
開発したプラズマ破砕工法による岩盤破砕実験結果より、今回の実験は小規模であったが本破砕工法の有効性が確認できた、今後、さらに大規模な実験施工等を行い得られた結果について報告する予定である。

参考文献

- 1) 今井ら：放電衝撃による切羽前方探査用非火薬震源の開発と適用実験，大成建設技術研究所報第31号，pp.157-160，1998。



(a) 平面図



(b) 断面概略図

図-3 破砕実験の破砕孔概念の一例
($\phi 3000\text{mm}$ の円形立孔)