

線路下横断工事における放電破碎工法による支障物撤去

東鉄工業株式会社 正会員 ○高木 勇馬
 東鉄工業株式会社 正会員 紙尾 隆志
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 高瀬 誠司

1. はじめに

営業線と立体交差する HEP&JES 工法などの非開削工法による線路下横断工事は、玉石混じりの砂礫層においても玉石などの支障物を速やかに撤去し、函体を構築することが求められる。この砂礫層に混在する玉石は径 500mm 以上に達することもあり、支障物撤去時間の短縮は、線路下横断工事の大きな課題であった。

本稿では HEP&JES 工法による函体構築（門型ラーメン構造：図-1）の施工の際に、多数出土した支障物（径 500mm 以上の玉石：写真-1）の撤去時間短縮を目的として採用した放電破碎工法の結果について報告する。

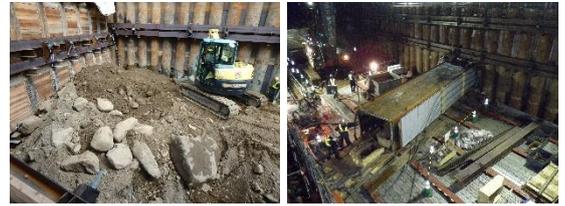


写真-1 立坑掘削時の玉石出土状況

写真-2 施工状況

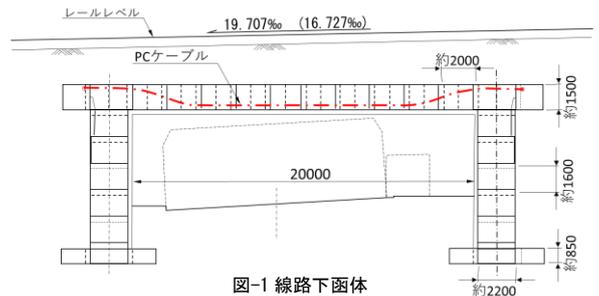


図-1 線路下函体

2. 当現場での HEP & JES 工法

当現場の HEP&JES 工法は上床部を PC ケーブルで緊張する構造であることから（図-1 参照）標準的な断面寸法（ $W=0.85\text{m}$ 、 $H=0.85\text{m}$ ）に対して断面積の大きなエレメント（ W ：約 2.0m、 H ：約 1.5m）を使用している（写真-2）。エレメントは土被り約 3m、内壁面間距離 20m の門型ラーメン構造である。施工箇所

の土質は玉石混じり粘土・砂礫層、 N 値は約 10~50 以上である（図-2）。

3. 課題と対策及び実施結果

エレメントけん引時、支障物（玉石等）が数多く出土していることから、支障物撤去の時間を短縮することが課題となった。

玉石は切羽前からしか見えないため、その大きさや撤去方法を判断しにくい。また、狭隘箇所では人力による削岩機及びセリ矢を使用した玉石の撤去に時間を要した（最大 6 時間程度）。セリ矢による玉石の割裂では破片が大きく、エレメント内を運搬するために破片を割裂し小割にする作業が必要になることが多く、支障物撤去に時間を要す一因となった。支障物撤去時間の短縮を目的として、玉石撤去方法の検討を行った。発破による玉石の撤去は営業線直下であるという施工環境から安全面を考慮して使用することが出来ないと判断し、放電破碎工法を採用することを検討することとした。

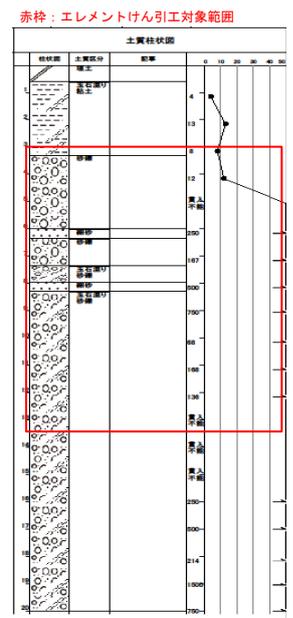


図-2 土質柱状図

3-1 放電破碎工法の概要

放電破碎工法の手順はハンマードリル等による削孔を行い、この削孔箇所にカートリッジ（反応液）を装填及びタamping材を充填する。破碎には非火薬類からなる放電カートリッジへ高電圧（標準機 3000V）を供給することで 1GPa

超の高圧を発生させ、対象物となる玉石やコンクリートの破碎に至る工法（図-3）である。放電破碎工法の破碎効果は制御が可能であり、放電カートリッジの反応液容量ごとに異なるタイプ（表-1）および装填箇所、その間隔等を選定することで周辺へ大きな影響を与えずに施工可能である。

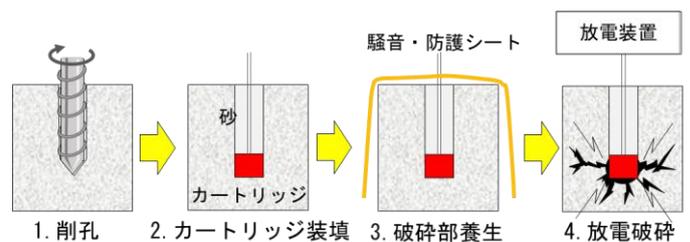


図-3 放電破碎工法 施工要領

キーワード：HEP & JES 工法, エレメント, 狭隘箇所, 玉石, 放電破碎工法

連絡先：〒192-0083 東京都八王子市旭町 12-4（日本生命ビル 3F）東鉄工業（株）八王子支店 TEL042-656-8811

VI-847

また、従来のセリ矢と比べて破砕片が小さいため、エレメント内からの運び出しが容易となる。さらに、装填完了後に専用の防爆シートにて破砕片の養生を行い、エレメント内からの退避を確認した後に遠隔操作で破砕を行うため、施工の安全性が高まることもメリットとして挙げられた。以上より、狭隘箇所での施工が可能であり、従来方法よりも時間短縮を実現し、かつ安全に施工ができることから放電破砕工法を採用した。

タイプ	内容量 (cc)	標準削孔径 (mm)	削孔長 (mm)
SS	2	φ12	100~300
S	5	φ18	200~300
M	12	φ20	300~500
L	25	φ30	300~500

表-1 放電破砕工法 カートリッジタイプ一覧

3-2 放電破砕工法の試験施工

放電破砕工法の破砕効果を試験施工で確認した。試験施工は①無筋コンクリートブロック (幅 1000mm×高さ 500mm×奥行き 500mm) と②当現場より出土した玉石 (幅 1440mm×高さ 600mm×奥行き 1060mm) を供試体とした (図-4、写真-3)。

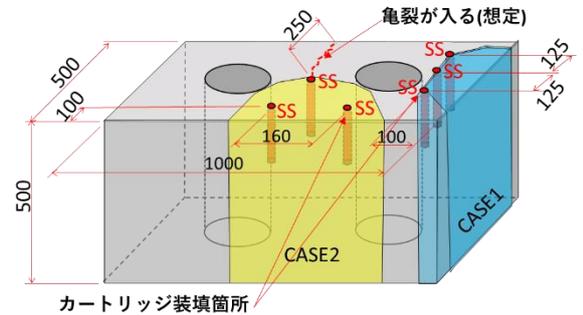


図-4①コンクリートブロックイメージ図

①コンクリートブロックでは、CASE1 (青色着色部) の払い出し破砕、CASE2 (黄色着色部) のブロック状破砕を行った。それぞれ SS タイプのカートリッジ 3 本を図-4 の削孔位置へ装填し、亀裂等の破砕結果もほぼ想定通りであった (写真-4)。



写真-3②玉石破砕前 (赤丸：削孔位置) 写真-4①コンクリートブロック破砕後 写真-5②玉石破砕後

②玉石では払い出し破砕を行うため SS×2 本を使用し、玉石端部が想定通りに破砕されたことを確認した (写真-5)。

3-3 放電破砕工法の実施結果

当現場では、SS タイプ (2cc) 及び S タイプ (5cc) を使用した。放電破砕工法の実施結果は、玉石の出土した箇所、大きさや形状等によるばらつきはあるが、径 500mm 程度以上の玉石では平均して表-2 のタイムサイクルでの施工であり、放電による破砕では、セリ矢と比較して 1 サイクルに要する時間を半分程度に短縮することができた (表-2)。また、より大きな玉石の場合セリ矢では 2~3 回同サイクルを繰り返すことが必要であったが、放電破砕工法では 1~2 回の繰り返して玉石を撤去することを可能とした。

	セリ矢		放電破砕工法	
	準備、削孔	25分	準備、削孔	10分
セリ矢挿入	15分		カートリッジ挿入	5分
セリ矢打込み			タンピング	3分
			防護シート養生、破砕	3分
片付け	5分		片付け	2分
合計	45分		合計	20分

表-2 セリ矢および放電破砕による玉石撤去タイムサイクル

4. まとめ

放電破砕工法の手順等は、線路下横断工事にも良く適用し、課題であった狭隘箇所での玉石撤去時間を概ね半分程度に短縮することができた (図-5、写真-6, 7)。また、出土した玉石に装填するカートリッジ 1 本当たりの反応液は 2~5cc、削孔間隔は 100mm~300mm で、出土した玉石の範囲では放電破砕の威力をコントロールし、玉石の撤去効率を向上出来ることを確認した。

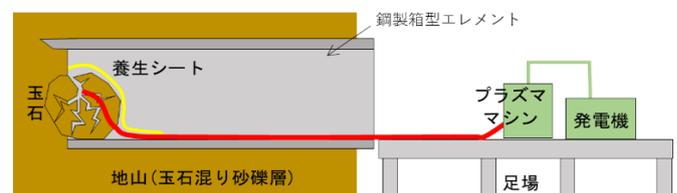


図-5 放電破砕工法

本工事は、エレメント内の狭隘箇所での施工で、玉石が多数出土する厳しい条件にも関わらず、放電破砕工法の導入により工程の遅れなく工事を完了した。今後、狭隘箇所等の類似条件にて同種工事を施工される場合の参考になると考える。



写真-6 玉石①放電破砕前

写真-7 玉石①放電破砕後