

放電衝撃による生体遮へい壁模擬試験体の解体実験と FEM 解析

大成建設 (株) 正会員 ○小尾 博俊, 伊東 章, 平 治
日立造船 (株) 佐々木 加津也, 阪本 良, 部谷 桂太朗

1. はじめに

放電衝撃破砕工法は火薬類を用いないため安全性が高く、また、火薬発破に比べ騒音・振動が小さく環境に配慮した破砕工法とされている。この工法は、図-1 に示すように、破砕対象物に穿孔し、金属細線と自己反応性物質（以下、反応液）を封入した放電カートリッジを埋め込み、金属細線に瞬時に電力供給することで発生する衝撃力を利用して、対象物を破砕するものである。本研究では、大規模な RC 構造物を安全かつ効率的に部分解体する工法として、放電衝撃破砕工法の有効性を検証するとともに、この工法の破砕予測手法を構築することを目的として、生体遮へい壁を模擬した試験体の解体実験とその FEM 解析を実施した。

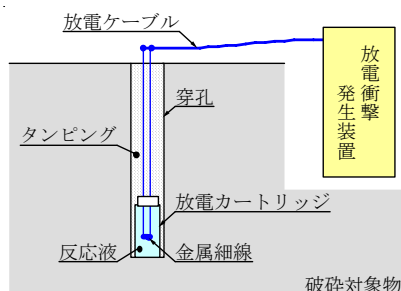


図-1 放電衝撃破砕の概念

2. 生体遮へい壁模擬試験体の解体実験

解体実験に用いた試験体の寸法および配筋条件を図-2 に示す。試験体は、表裏面を対称とした試験体 A と

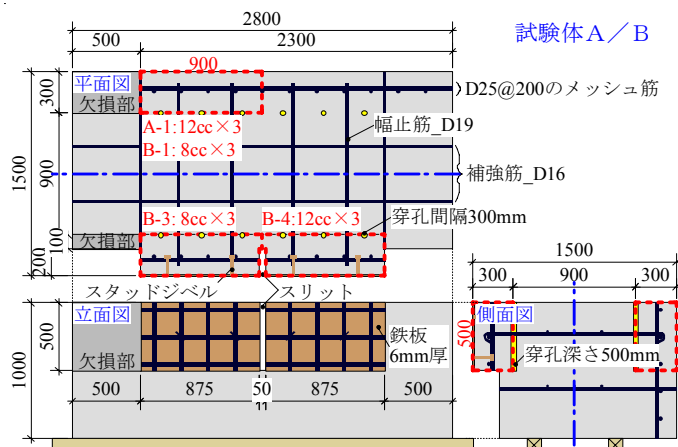


図-2 試験体の寸法と配筋

片面に鉄板を貼り付けた試験体 B の 2 体を製作した。

本実験で 1 回あたりの破砕対象とする領域は、図中、赤色の点線で示した幅 900mm×深さ 500mm×奥行き 300mm の範囲である。実験ケースは、制御爆破工法を用いた場合に想定される 1 回あたりの破砕厚さ 300mm、穿孔間隔 300mm、穿孔深さ 500mm を基準に、表-1 に示す 4 ケースを比較の対象とした。

表-1 実験ケース

ケース	反応液量×斉発数	破砕面の条件
A-1	12cc×3 発	鉄板なし
B-1	8cc×3 発	鉄板なし
B-3	8cc×3 発	鉄板あり
B-4	12cc×3 発	鉄板あり

破砕実験後の亀裂・ひび割れ状況を写真-1 に示す。

ケース A-1 は反応液量 12cc×3 発、ケース B-1 は 8cc×3 発で破砕したケースである。A-1 と B-1 を比較すると、

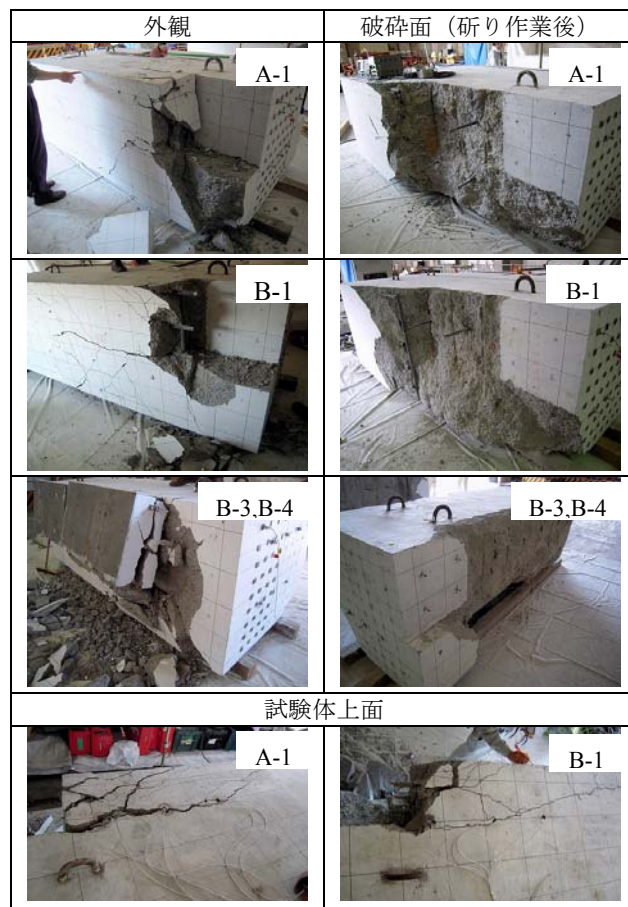


写真-1 破砕状況

キーワード 放電衝撃破砕, 生体遮へい壁, 大規模 RC 構造物, 陽解法 FEM, ひずみ速度効果

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター土木技術研究所 TEL 045-814-7230

外観は顕著な差は無いように見えるが、試験体上面の亀裂幅は A-1 が 40~50mm であるのに対し、B-1 は数 mm 程度であり有意な差が生じている。また、鉄板を貼り付けたケース B-3 と B-4 について比較すると、やはり液量 12cc で破碎した B-4 の方が、鉄板面が大きく外側に傾き破碎程度が大きいことを示している。

3. FEM解析

放電衝撃により発生する圧力波形の計測実験が佐々木ら¹⁾により行われている。それによると、通常の火薬類はわずか数 μ sec で数 GPa の高圧力が発生するが、放電衝撃ではこのような急峻な圧力波は発生せず、図-3 に示すように穏やかな圧力上昇をたどり、ピーク圧力は 1GPa 強で、ピーク圧到達までの時間は百数十 μ sec 程度かかることが報告されている。本解析ではこの計測結果を用いることとし、放電カートリッジ位置のコンクリート内壁面に圧力波形を載荷させ、陽解法に基づく FEM 解析を実施した。

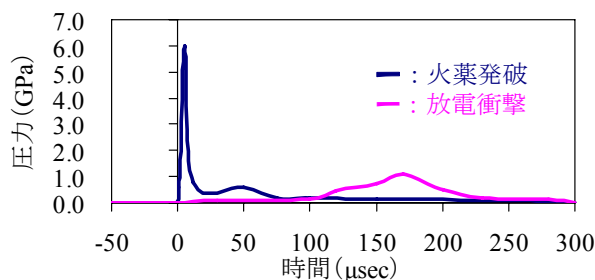


図-3 圧力波形の計測例

コンクリートの材料モデルは、材料試験の結果を基に応力-ひずみ関係を定義し、その後、ひずみ速度効果²⁾を取り込んだ材料モデルへと拡張した。コンクリートの破碎領域を評価する指標には引張ひずみを採用し、以下に実験結果と比較する。

ケース A-1 および B-1 の外観は、図-4 に示すように、実験時の試験体表面には散見していた微細なひび割れは必ずしも表現できていないものの、3つの穿孔を結ぶ主要なひび割れは再現されている。また、コンクリート表面から奥行き 300mm 前後の位置に形成された破碎面は、試験体の下端へと達しており、実験結果と概ね一致している。

一方、鉄板面を有するケース B-3, B-4 の外観からは、破碎目標とした領域を取り囲むように亀裂が生じており、実験結果をうまく表現できている。また、奥行き 300mm 前後に形成された破碎面も実験結果をほぼ再現できていると思われる。

ところで、実験当初、深さ方向の破碎領域は穿孔深さに概ね等しい 500mm と想定していたが、実際には写真-1 から分かるように破碎面は試験体の下端まで形成されている。この要因としては、試験体の高さが不十分であったためと考えられることから、試験体 A の下方に高さ 2m のコンクリートを付加した仮想試験体を作成し解析を実施した。その結果、図-5 に示すように、亀裂の深さは 1m 程度に止まり、深さ方向に十分な大きさがあれば、概ね計画通りの破碎が可能であると推測できる。

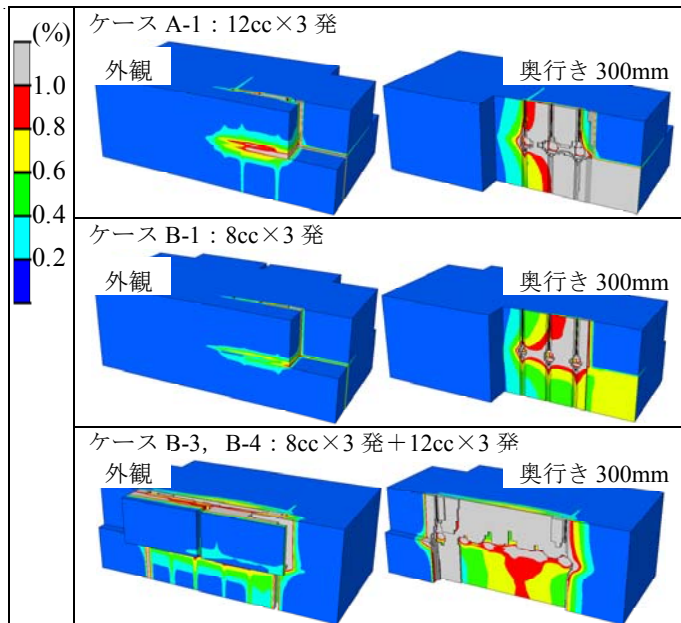


図-4 ひずみ分布

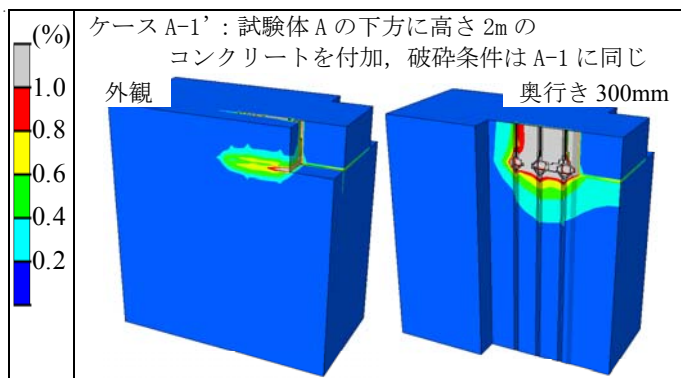


図-5 仮想試験体のひずみ分布

参考文献

- 1) 佐々木加津也, 阪本良, 大西孝明, 北嶋秀昭, 久保田士郎, 佐分利禎, 緒方雄二: 放電衝撃破碎工法の破碎メカニズムに関する検討, 土木学会平成 22 年度全国大会, pp.617-618, 2010.9
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] 参考資料 I ひずみ速度の影響, pp.249-250, 2002.