

放電衝撃による厚壁 RC 構造部材の破砕実験とシミュレーション解析

大成建設(株) 正会員 ○小尾 博俊, 伊東 章, 石原 哲
日立造船(株) 佐々木 加津也, 北嶋 秀昭, 飯塚 信二

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、発破に比べ騒音・振動が小さく周辺環境に配慮した破砕工法として注目されている。この工法は、図-1 に示すように、破砕対象物に穿孔し、金属細線と反応液を封入した放電カートリッジを埋込み、金属細線に高速大電流を供給することで発生する高い衝撃力を利用して、対象物を破砕するものである。本研究では、大規模な RC 構造物を安全にかつ効率的に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、厚壁 RC 構造部材の破砕実験とそのシミュレーション解析を実施した。

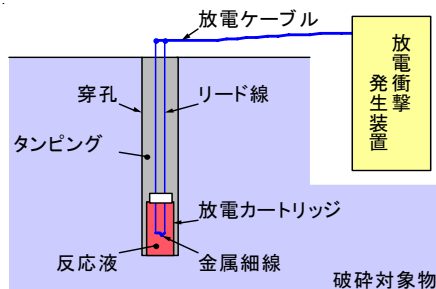


図-1 放電衝撃破砕工法の概念

2. 厚壁RC構造部材の破砕実験

破砕実験に用いた厚壁構造部材の寸法および配筋条件を図-2 に示す。試験体は、表裏両側面の網筋を拘束する幅止筋の有る試験体と無い試験体の 2 体を製作した。本実験で破砕の対象とする領域は幅 975mm×高さ 1,000mm×奥行き 300mm で、1 試験体に付き 4 箇所設けることにした。その内、半数の破砕対象面には、厚さ 6mm の鉄板をスタッドジベルにより貼付けた。また、縦横 200mm ピッチの網筋は幅 50mm のスリットにより完全に分割されている。

実験ケースとしては、放電カートリッジに封入する反応液量と斉発数による試し破砕を行った後、表-1 に示す 4 ケースを対象とした。

破砕実験後の亀裂・ひび割れの分布状況を図-3 に示

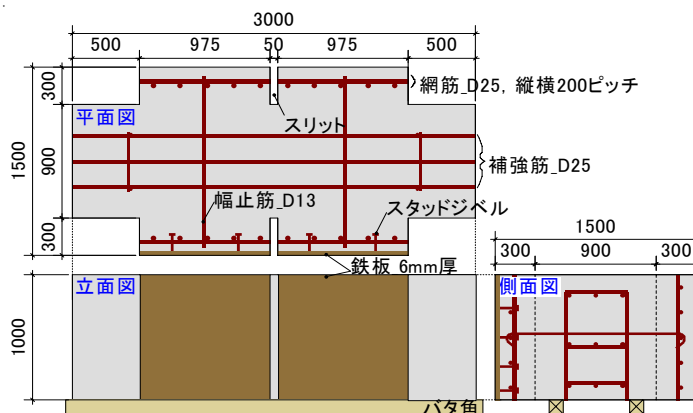


図-2 厚壁構造部材の寸法と配筋

表-1 破砕実験ケース

ケース	反応液量と斉発数	破砕対象面の条件
1	2cc×8 発+2cc×8 発	鉄板なし、幅止筋あり
2	2cc×8 発+2cc×8 発	鉄板あり、幅止筋あり
3	2cc×16 発	鉄板あり、幅止筋なし
4	12cc×4 発	鉄板なし、幅止筋あり

示す。表面から奥行き 300mm の位置を破砕の目標とすると、ケース 1 と 2 は概ねこの付近に比較的大きなひび割れが発生している。試験体の上面、側面を観察すると、このひび割れは連続していることから、内部では一つの破砕面を形成していると推察される。しかし、後述するケース 3 と比べると、主要なひび割れ幅は小さく、また、上面において微細なひび割れが数多く散見された。この理由としては、2 回の斉発に分けたことで、衝撃力が分散し破砕面として大きく成長できなかったものと思われる。ケース 1 と 2 の実験結果からは、表面鉄板の有無による明確な違いは確認できなかった。

2cc×16 発の同時斉発としたケース 3 は、幅 20~30mm 程度の大きな亀裂が生じ、一度に斉発したことが有効に機能したものと思われ、幅止筋のないことも破砕面が顕著になった理由と考えられる。

1 カートリッジあたりの反応液量を 12cc とし、4 発の同時斉発としたケース 4 では、かぶりコンクリートが破砕の瞬間に剥がれ落ち、幅止筋の定着フックが解け、網筋の一部は崩れ落ちていた。幅止筋による拘束が想定されたが、比較的良好な破砕結果となった。

キーワード 厚壁 RC 構造, 放電衝撃破砕, 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

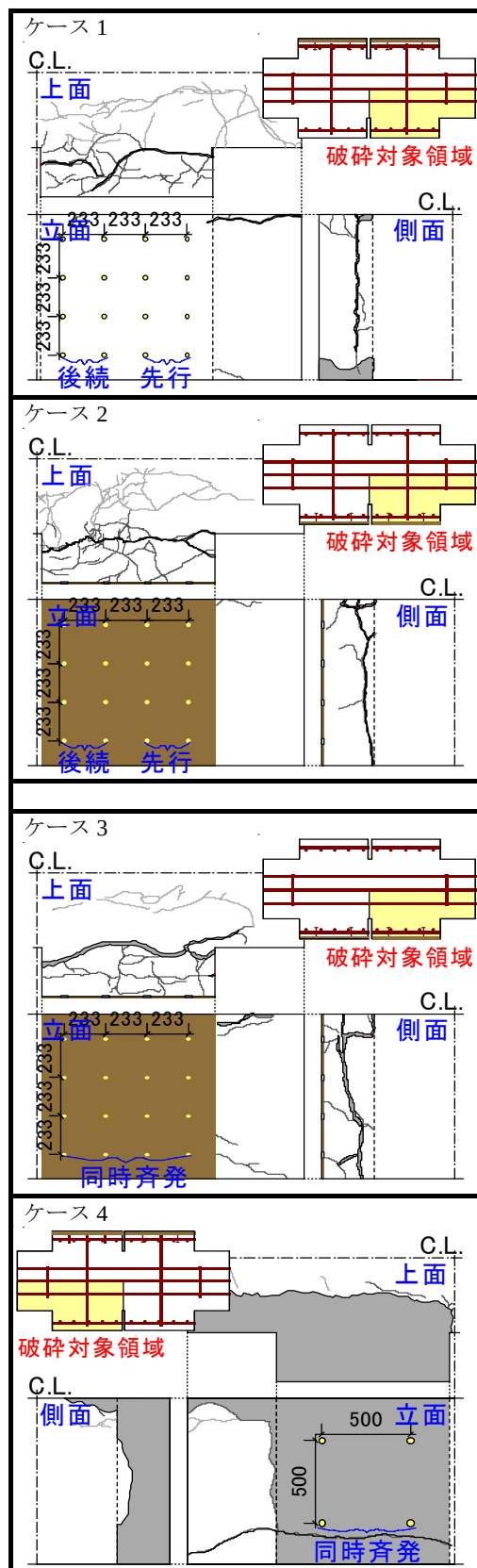


図-3 亀裂・ひび割れ分布

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。コンクリートの破砕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。

破砕程度の大きかったケース 3 と 4 について、破砕片を撤去し、破砕面（背面側）について目視による観察とハンマーによる打音検査を行った。その結果、残存部の損傷はカートリッジ孔の近傍に限られ、背面側の健全性はほぼ保たれているものと判断された。

3. シミュレーション解析

破砕実験のシミュレーションに用いる放電衝撃力の圧力波形は、佐々木ら¹⁾による実験結果を基に仮定した。

ケース 1 と 2 は、表面から奥行き 300mm 前後の主要なひび割れ面は表現できているが、実験時の上面に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。しかしながら、ひび割れ分布の傾向は表面鉄板の有無に関わらず、実験同様に明らかな違いは見当たらない。一方、16 発の同時斉発としたケース 3 の解析結果からは、亀裂幅の大きな破砕面が予測でき、実験結果と概ね一致している。また、反応液量を 12cc とし 4 発の同時斉発としたケース 4 は、目標とする奥行き 300mm の領域が殆んど破砕しており、実験結果をほぼ表現できていると思われる。ケース 4 の解析結果によると、幅止筋は降伏応力に達しており、実験で定着フックが解けるほどの引張力が働いていたことに対応するものと考えられる。

ケース 3 と 4 について、破砕部を削除しカートリッジ位置で切断したときのひずみ分布を併せて示す。この図から、破砕の範囲はカートリッジ孔の周辺に限られ、実験同様に背面側は健全であると判断される。

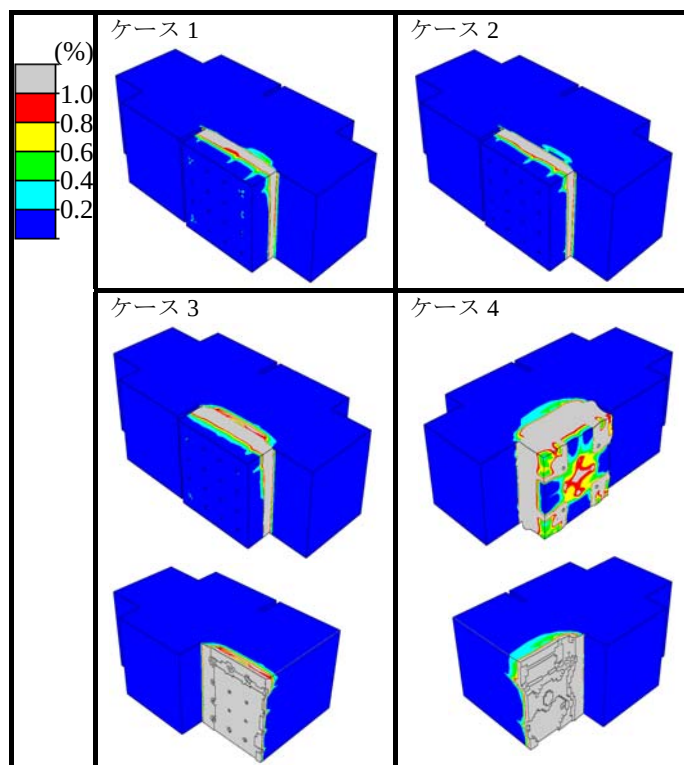


図-4 ひずみ分布

参考文献

- 1) 佐々木加津也, 北嶋秀昭, 阪本 良, 緒方雄二, 久保田士郎, 佐分利 禎: 放電衝撃破砕法の衝撃力発生メカニズムに関する検討, 資源・素材, 2009.9
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書 [構造性能照査編], 2002.