

## 簡易装薬ホルダーを使用した RC スラブの

## 動的破断面制御技術の開発

Dynamic Fracture Plane Control Method for RC slab by using Simple-type Charge Holder

中村裕一\*, 竹内博幸\*\*, 中村聡磯\*\*\*, 鳥原修\*\*\*\*  
松浦弘明\*, 見分優太\*\*\*\*\*Yuichi Nakamura, Hiroyuki Takeuchi, Satoki Nakamura, Osamu Torihara  
Hiroaki Matsuura and Yuta Miwake

\*工博, 熊本高等専門学校特任教授, 建築社会デザイン工学科 (〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627)

\*\*技術士, 五洋建設(株)技術研究所部長, 建築技術開発部 (〒329-2476 栃木県那須塩原市四区町 1534-1)

\*\*\* カヤク・ジャパン(株)部長, 研究本部技術部 (〒130-0015 東京都墨田区横網 1-6-1)

\*\*\*\*宇部興産(株), 建材カンパニー東京建材支店 (〒105-8449 東京都港区芝浦 1-2-1)

\*\*\*\*\* (株)JP ハイテック, 南九州事業所 (〒868-0020 熊本県人吉市願成寺町 860-13)

*Key Words: Fracture plane control, Charge holder, Non-explosive demolition agent*

キーワード: 破断面制御, 装薬ホルダー, 非火薬破砕剤

## 1. はじめに

最近の施工技術開発に要求される「迅速性」, 「環境負荷低減化」, 「コスト縮減」, 「安全性」などを考慮すると, 高精度で効率的な破断面制御可能な動的破砕処理工法を確立することの必要性は高まっている。例えば, コンクリート構造物の部分解体を行う場合には, 残す側と破砕処理する側の境界面を平滑に仕上げ, 残す側に損傷を生じさせないことが重要である。本論文では, 部材厚さが 15~20cm 程度の RC スラブに使用できる簡易装薬ホルダーに非火薬破砕剤を装填して, 動的破断面制御を行う技術を確立するためのモデル実験及び実規模実証実験の結果を報告する。考案した簡易装薬ホルダーは鉛直方向にフィンを有し, 亀裂進展方向制御を可能にする。部材厚が小さい場合は, 破砕剤のエネルギーを有効に使用するための工夫が必要になるが, そのための装填方法を示す。コンクリートスラブを使用したモデル実験で, 亀裂進展制御のための本方法の有効性を示し, 実規模 RC 試験体に適用して, 施工技術確立のための検証を行った。また, 鉄筋を露出させ, スラブの一部を切り離すための, はつり破砕の方法を示す。

## 2. 動的破断面制御に関するモデル実験

図-1 は, 実験に使用した簡易装薬ホルダーの形状

を示す。装薬ホルダーの断面形状は, ひし形であり, 2 枚の亜鉛メッキ鋼板を張り合わせている。亀裂を予定破断面方向に進展させるために, 図のように鉛直方向の両側にフィンを有している。これによって, 装薬ホルダー内部での燃焼ガス圧がフィンのすきまに効果的に作用し, 予定破断面に沿う亀裂進展を促す。装薬ホルダーのシーリングのために, 装薬ホルダーの突き合わせ部とホルダー底面をテープで接着している。装薬ホルダーに装填される非火薬破砕剤には, NRC が使用され, ホルダーに充填するグラウト材には, 超速硬無収縮モルタル(フィルスターG)が使用されている。装薬方法は, 紙筒に NRC (19 g) が装填され, 点火具(イニシエーター)が装着されている。図中の粘土は, グラウト材が破砕剤周囲に流れ込まないようにするためと, グラウト材が硬化する際の熱の破砕剤への伝わりを抑制するために使用されている。

非火薬破砕剤は, 火薬類取締法の適用外であり, 火薬類の使用時に必要な許可申請が不要となる。使用した非火薬破砕剤(NRC)は, 瞬間的に燃焼ガスを発生し, ホルダー内の突き合わせ部にガス圧を作用させ, 予定破断面に沿う亀裂を進展させることが出来る。装薬ホルダーを既存の RC 構造物に装着させる場合は削孔作業が必要となるが, 作業者がハンドドリル等を使用して行う場合は, 図-1 に示すような削孔によつて, 埋め込むことが出来る。ホルダー内部のタンピングとホルダー周囲

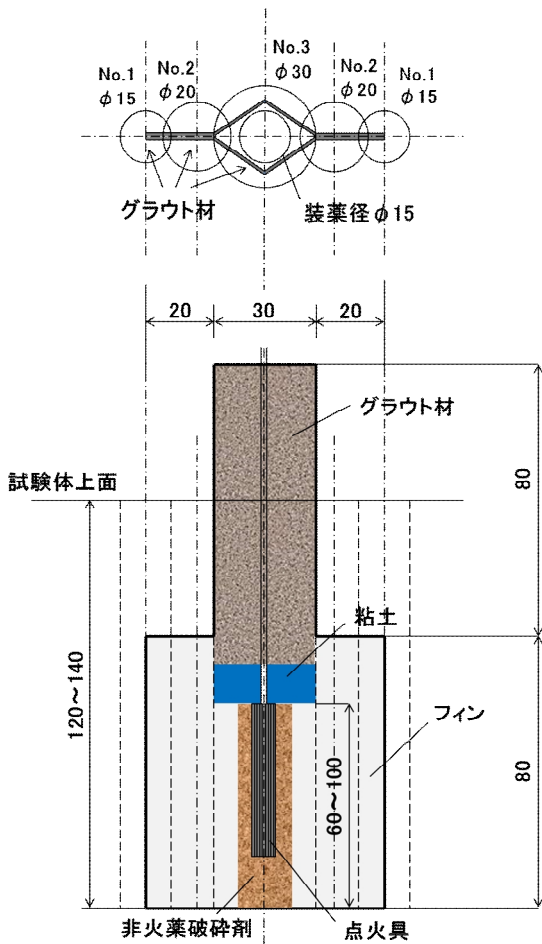


図-1 簡易装薬ホルダーの形状

の空隙を充填するために使用されたフィルスターGの硬化速度は温度に依存するが通常、1時間程度の養生時間で点火可能となる。

モデル実験には、コンクリートスラブ試験体(200×900×1800 mm)を作製し、使用した。この試験体の圧縮強度及び割裂引張強度は材齢39日で、各々29.0、2.43 N/mm<sup>2</sup>である。試験体には、あらかじめ先付けされた(コンクリート打設時に埋め込まれる)の装薬ホルダーが2箇所装着されている。写真-1にその状況を示す。後付けされた(コンクリート硬化後、所定の削孔のち、埋め込まれる)装薬ホルダーの装着状況を、写真-2に示す。いずれの場合も、スラブのように部材厚が15cm~20cm程度と小さい場合は、破砕剤のエネルギーが孔口から噴出しないようにすることが必要である。このため、試験体上面から出たホルダーの周囲を適当な型枠で覆い、その中にグラウト材を充填して硬化させ、燃焼ガス等の噴出を防止した。その状況を写真-3に示す。プラスチック型枠(φ100×100)が使用され、ホルダーの横ピンはホルダー内部のグラウト材の飛び出しを防止するためのものである。先付けされた装薬ホルダーに破砕剤NRCを装填して実験したが、破断面は形成されなかった。その要因として、装薬孔の深さ(12cm)が不十分などが考えられる。このため、後付

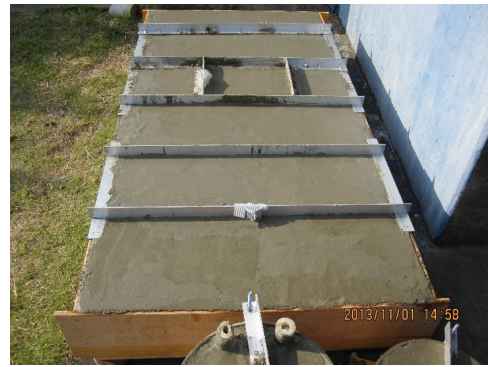


写真-1 試験体型枠へのコンクリート打設

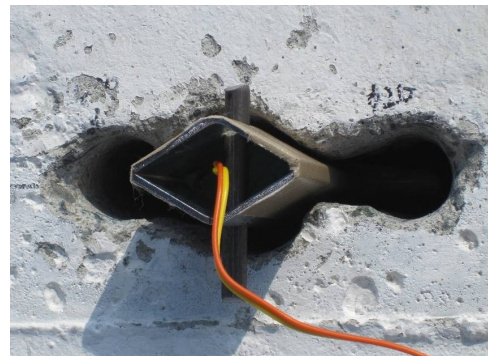


写真-2 後付けされた簡易装薬ホルダー



写真-3 試験体上部のグラウト材の充填状況



写真-4 スラブ短辺方向での破断面形成状態

けされた装薬ホルダーでは、装薬ホルダーの埋め込深さを14cmとし、グラウト材の流し込みにも注意した。



写真-5 スラブ長辺方向での破断面形成状態

点火後に形成された破断面の状況を、写真-4, 5に示す。写真-4は、スラブの短辺方向の予定破断面に沿って形成された破断面であり、写真-5は、長辺方向に形成された破断面である。いずれも、ほぼ予定破断面に沿って亀裂が進展し、破断面以外の損傷は認められなかった。

### 3. RC スラブを使用した実規模実証実験

#### 3.1 動的破断面制御に関する実験

提案法の有効性を検証し、施工技術を確認するために、実規模の RC スラブ (150×2800×2800mm) を作製した。このスラブの一部は、写真-6に示すように、無筋部、デッキ部となっているが、本論文では、2方向に主鉄筋 D10 と D13 を間隔 150 mm で上下に配筋された RC 部に、本方法を適用した場合について記載する。

写真-7は、RC 部に、 $\phi 40$  と  $\phi 25 \times 2$  孔を削孔して装薬ホルダーを装着した状態を示す。モデル実験と同様に、試験体上面のホルダー部を囲む塩ビ管 ( $\phi 100$ ) を配置し、グラウト材 (フィルスターG) を充填して、密閉・拘束状態とした。写真-8は、間隔 275 mm で配置された 8 孔にホルダーを装着し、NRC を装填した点火前の状態を示す。この実験では、先行して深さ 90 mm で削孔された 3 つの装薬孔の他に、新たに、深さ 100~110 mm で 5 孔を削孔し、合計 8 孔に装薬ホルダーを装着した。装薬孔の片側端には、 $\phi 30$ 、深さ 90 mm の空孔を設けた。破砕剤 NRC の装薬量は各々、20g とし、装填方法は、NRC と点火具をホルダーに直詰めとし、その上部に粘土材を詰め込み、防水スプレーでシーリングし、ホルダーの上部空隙には、フィルスターG を充填した。

点火後の亀裂形成状態を、写真-9に示す。予定破断面に沿って、亀裂は進展していることが確認出来た。装薬孔間および装薬孔と空孔間にはいずれも亀裂が発生し、スラブ両端まで達している。先行して削孔した装薬孔上部のグラウト材が充填された塩ビ管は飛んでいたが、新規に削孔した 10~20 mm 程度深い装薬孔の上

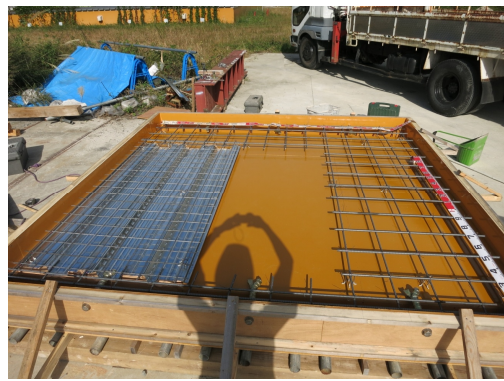


写真-6 実規模試験体の配筋状態

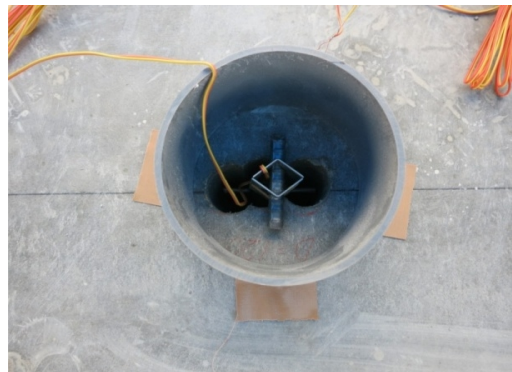


写真-7 後付けされた装薬ホルダー



写真-8 配置された8孔の装薬ホルダー



写真-9 点火後の破碎状況



写真-10 はつり破碎のための装薬孔の配置

端の塩ビ管は、破碎発生後も元の位置に止まっていた。破碎時の騒音レベルは、試験体から約 5m離れた位置で、最大 120.1dB (A) であった。

### 3. 2 はつり破碎に関する実験

RC スラブの一部を切り離すためには、破断面の鉄筋を露出させて、切断する必要がある。このため、非火薬破碎剤 (NRC) と超速硬無収縮モルタル (フィルスターG) を使用した、はつり破碎に関する実験を行った。はつり破碎の装薬方法は、前述の実験で形成した破碎ライン (写真-9参照) より、スラブ上面で 150 mm離れた位置に、破碎ラインと平行して装薬孔 (写真-10) を設け、破碎ラインに向けて斜め 45° の方向に削孔し、その先端の深さをスラブ上面より 120 mmとした。装薬孔間の間隔は 200 mmとし、計 5 箇所とした。各装薬孔には、NRC20g と点火具をビニル管に詰めて密閉し、各装薬孔の最深部に装填した。点火具からのリード線を取り出した状態で、スラブ上面の孔口に塩ビ管を配置し、フィルスターGを注入し、装薬孔口を硬化させ、破碎剤のガスの噴出しを防止した (写真-11)。約 1 時間の養生後、各装薬孔の上に防爆シートを 2 重に敷き、その上にさらにゴム製マットを敷いて飛散防止を図った。発破母線を点火装置に接続し、5 箇所同時に動的破碎を試みた。また、5 m離れた高さ 1 mの位置に騒音計を設置し、破碎音を測定した。

写真-12, 13 からわかるように、ほぼ想定通り、先行破碎ラインとの間のコンクリートを三角断面形に破碎し、スラブ下端筋を露出させる状態となった。後日、スラブ裏面を確認したところ、先行破碎ラインは試験体全体にわたり概ね貫通していた。破碎状態から、鉄筋を露出させるための破碎として、破碎剤は適量と考えられる。また、破碎時の騒音ピーク値は 103.0 dB(A)であった。

### 謝辞

実規模実験で御協力戴いた五洋建設 (株) 高橋祐一氏、カヤク・ジャパン (株) 田中雅規氏、宇部興産 (株) 児玉亮治氏の協力に謝意を表します。

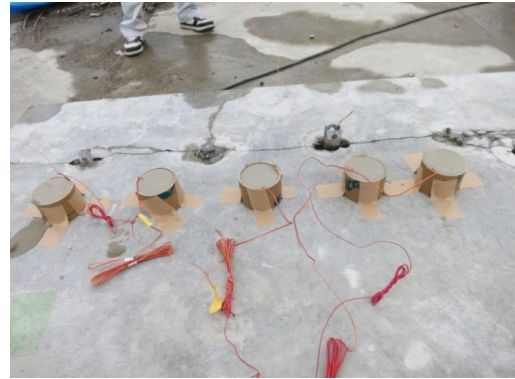


写真-11 点火前の装薬孔の状態



写真-12 点火後の破碎状況



写真-13 はつり破碎の状況



写真-14 RC スラブ裏面の破断状態