

接触爆発を受けるプレパックド固化体の局部破壊に関する基礎的研究

防衛大学校 学生会員 ○中嶋 賢太 正会員 市野 宏嘉 正会員 別府 万寿博 正会員 大野 友則
日鉄住金高炉セメント株式会社 笹谷 達也 兼安 真司

1. はじめに

爆発を伴うテロ事件が発生すると、構造物は破壊され人々の財産や生命が失われる。爆発による被害を低減するためには、構造物を爆発位置から努めて遠ざけることが有効である。このため、構造物の周囲に防護壁を応急的に構築して、爆発が構造物に近接して作用しないようにする方法が考えられる。そこで、防護壁の材料としてあらかじめ型枠や袋等に骨材を詰め、その空隙に流動性の高いグラウト材を流し込む工法を用いて、コンクリートに類似したプレパックド固化体により応急的な防爆材を施工する方法がある。この方法では、粉末状のプレミックス材と現場近辺で入手できる粗骨材及び水があれば、簡易に作製できる。このため、コンクリートを打設する場合と比べ、生産設備を要せず、材料の運搬労力も低減される。

本研究では、板状の供試体に爆薬を接触させて爆発させる実験を行い、プレパックド固化体の耐爆性能、すなわち、爆発を受けた際の局部破壊の性状と損傷の程度について調べた。

2 実験方法

2. 1 供試体の概要

本研究で使用するプレパックド固化体は、粗骨材をあらかじめ型枠に詰めておき、これに無収縮グラウト材を流し込み、粗骨材の空隙を充填することにより得られるものである。これは、プレパックドコンクリートと同様の製法である。プレパックドコンクリートには、グラウト材の収縮を防ぐために膨張材が添加されている。一方、本研究におけるプレパックド固化体には膨張材が添加されていない点がコンクリート標準示方書で規定されるプレパックドコンクリートと異なる。ただし、その外観および力学的な特性はともにプレパックドコンクリートと同等と考えてよい。

本研究で使用するプレパックド固化体の配合を表-1に示す。本研究では、結合材および細骨材があらかじめ混合されたプレミックス材を所定量の水が入ったペール缶に投入しつつ、高速ハンドミキサーで攪拌し、グラウト材を作製した。その後5分間静置し、フロー試験（簡易テーブルフロー：φ5×10cm）を実施して所定のフロー値（300mm±30mm）であることを確認した。充填作業に先立ち、粒度調整をした粗骨材（碎石）を手作業により詰め込み、その後上面よりゆっくりと浸透状況を目視確認しながらグラウト材を自重により浸透させた。供試体の寸法は縦横500mm、厚さ100mmとした。粗骨材の最大粒径は20mm、最小粒径は10mmとした。供試体と同ロットの円柱供試体の一軸圧縮強度は18.7N/mm²であった。

2. 2 実験要領

実験の概要を図-1に示す。爆発実験室内の砂地を整地し、厚さ12mmのベニヤ板の上にH型鋼をロの字型に加工した支持具を置き、供試体をH型鋼の上に50mmだけ重なるようにして置き、4辺単純支持とした。爆薬はC-4爆薬を使用し、アルミテープを用いて円筒を作り直径と高さが同じになるように爆薬を詰めた。その際、爆薬の

表-1 プレパックド固化体の配合

水結合材比	単位量 (kg/m ³)			
水/結合材	水	結合材	細骨材	粗骨材
0.531	170	320	478	1455

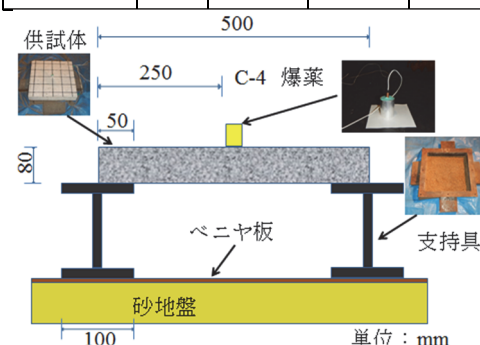


図-1 実験の概要

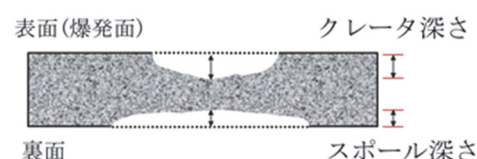


図-2 深さの計測位置

キーワード 接触爆発、プレパックド固化体、局部破壊

連絡先 〒239-0811 横須賀市走水1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL. 046-841-3810 E-mail : ichino@nda.ac.jp

密度が均一になるように注意して充填し、中央に 6 号電気雷管を挿入し油粘土で固定して実験用の円柱型爆薬とした。爆薬量は 20g, 25g, 30g, 40g, 60g, の 5 ケースで行い、供試体の損傷を評価するために図 - 2 に示すようにクレータおよびスポールの最も深い位置の深さを計測した。ただし、貫通した場合は計測を行わなかった。

3. 実験結果および考察

爆発後の供試体の性状を図 - 3 に、損傷の深さを表 - 2 に示す。爆薬量 20g では供試体の損傷は爆発面(表面)だけであり、裏面には微細なひび割れを生じたのみであった。クレータ深さは 24mm であった。爆薬量 25g では供試体表面の損傷に加え、裏面にもわずかに剥離が生じた。クレータ深さは 24mm, スポール深さは 13mm であった。すなわち、スポールを生じる限界となる爆薬量は 20g~25g の間に存在する。爆薬量 30g では明瞭なスポールが生じ、クレータ深さ 28mm, スポール深さ 27mm となった。さらに爆薬量を増し、爆薬量 40g ではクレータ深さ 29mm, スポール深さ 53mm となった。爆薬量 30g の場合と比較して、クレータ深さは 1mm しか増大していないが、スポール深さは 26mm 増大して約 2 倍となり、クレータよりもスポールの方が深くなった。爆薬量 60g ではクレータとスポールが接続し、供試体には貫通孔が生じた。森下ら¹⁾は接触爆発を受けるコンクリート版について、供試体の厚さ $T(\text{cm})$ を TNT 換算爆薬量 $M_E(\text{g})$ の 3 乗根で除した値が約 $3.6\text{cm/g}^{1/3}$ でスポールが発生し始め、約 $2.1\text{cm/g}^{1/3}$ でクレータとスポールが接続し貫通孔が生じるとしている。厚さ 10cm のコンクリートにおいてスポールが発生しはじめる TNT 換算爆薬量は 21.4g, 貫通孔が生じる TNT 換算爆薬量は 108 g である¹⁾。本実験で厚さ 10cm の固化体は C - 4 爆薬 20g でスポールが発生せず、25g でスポールが発生していた。これらを文献²⁾により TNT 換算爆薬量に換算すると、それぞれ 22.6g と 28.5g となり、コンクリートにスポールが発生しはじめる爆薬量よりもやや大きい。また、C - 4 爆薬 60g では貫通孔が生じた。これを TNT 換算爆薬量に換算すると、67.8g となり、この値はコンクリートよりやや小さい。すなわち、スポールが発生しはじめる程度の爆薬量では、プレパックド固化体はコンクリートと同等か、それを上回る耐爆性を有しているといえる。一方、貫通孔の生成に着目すると、プレパックド固化体はコンクリートより少量の爆薬で貫通孔を生じる傾向にある。

4. おわりに

本研究では、接触爆発を受けるプレパックド固化体の破壊性状について調べた。その結果、スポールが発生しはじめる程度の爆薬量では、プレパックド固化体はコンクリートとほぼ同等の耐爆性を有するが、貫通孔の生成に関しては、プレパックド固化体はコンクリートよりも少量の爆薬で貫通孔が発生する傾向にあることがわかった。

参考文献

1) 森下政浩, 田中秀明, 伊藤孝, 山口弘: 接触爆発を受ける鉄筋コンクリート版の損傷, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.1787-1797, 2000.

2) Headquarters, Departments of the Army : Structures to Resist the Effects of Accidental Explosion, TM5-1300, Chapter2,1990.

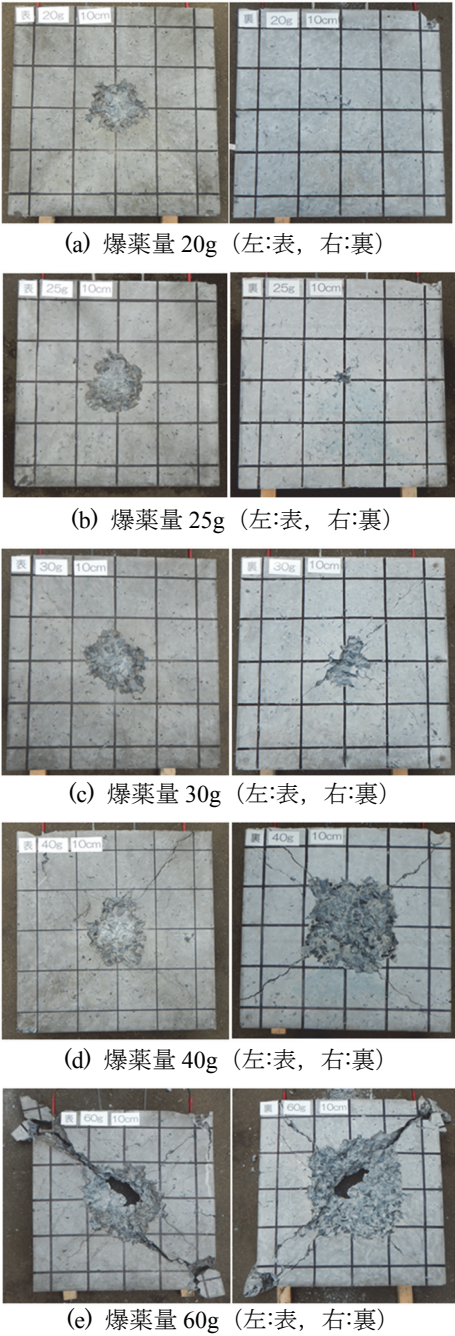


図 - 3 破壊性状

表 - 2 爆薬量と損傷深さ

	爆薬量 (g)	クレータ 深さ (mm)	スポール 深さ (mm)	合計深さ (mm)
a	20	24	0	24
b	25	24	13	37
c	30	28	27	55
d	40	29	53	82
e	60			100