

ガンサイザー®による、コンクリート破断破壊メカニズムの基礎研究

日本工機株式会社 正会員 ○村田健司

1. はじめに

産業用爆薬を用いた岩盤の爆破破碎、コンクリート構造体の爆破解体については、多くの基礎研究がなされ、衝撃波の干渉による破壊など、亀裂の成長メカニズムにまで踏み込んだ研究報告がなされている。更には、光を通す均質な素材であるアクリル板を用いて衝撃波の過渡的な干渉挙動の撮影や数値計算による解析も行われている。[1]

しかし、非火薬の蒸気圧破碎薬剤「ガンサイザー®」に関しては、複数孔での斉発の場合は引張応力により亀裂が成長するのであろうなどの報告がある程度であり。原理的に衝撃波を伴わないので、爆薬とは異なるメカニズムでの破断破壊を生じている可能性がある。実施工においては基礎的な破碎設計後、試験施工により孔間隔や原単位をさらに最適化するなど、破断破壊メカニズムの検討よりも、実施工による施工結果優先の検討が先行している。[2]

そこで本報告では、無筋のコンクリートモデル供試体を用いて、基礎的な破断破壊メカニズムについて検討し、その制御に着目した結果を得たので報告する。

2. 供試体の破碎試験

初期の基礎研究では、小型の円筒に成型した無筋コンクリート供試体(軸対象モデル)を用いた破断破壊の制御を試みた。円筒供試体を中心装薬で破断破碎する場合、どの半径方向をとっても常に最小抵抗線となるが、誘導孔を設ける事で、破断破碎方向の制御が可能な条件を明らかにした。

そこで、次の研究では、300mm角の立方体コンクリート供試体を用いて亀裂を最小抵抗線方向ではなく、一番長い対角線方向となる破断破碎の制御を試みた。破碎の諸元を表1に、その供試体を図1、図2に示す。

角型の供試体の中心に装薬孔を、対角線上に誘導孔をそれぞれ穿孔した。

穿孔深さは破碎に使用するガンサイザー®の薬剤中心が供試体の中央となるよう180mmとした。亀裂を誘導する誘導孔(空孔、薬剤は装填しない)の穿孔深さは、供試体の厚みの半分となる150mmとした。装薬孔には瞬発着火具を取り付けたガンサイザー®カートリッジを装填し、碎砂を混合したエポキシ樹脂で填塞した。飛散物を防止するため全体を水中に沈め遠隔で点火した。

表1 コンクリート供試体(図1、図2)の破碎諸元

装薬孔 径×深さ	Φ32mm×180mm	
誘導孔 径×深さ	Φ16mm×150mm	
誘導孔位置 l ₁ :l ₂	1:1	1:2
薬剤量	60g	
供試体サイズ	D300×W300×H300	
供試体質量	72.85kg	72.90kg
シュミット値 (一軸圧縮強度換算値)	62 (197.8MPa)	61 (184.3MPa)
破碎環境	水中	

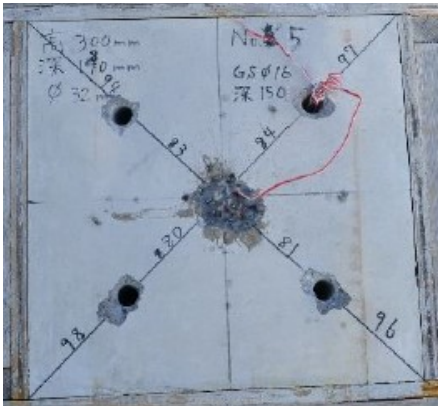


図1 誘導孔位置1:1の供試体

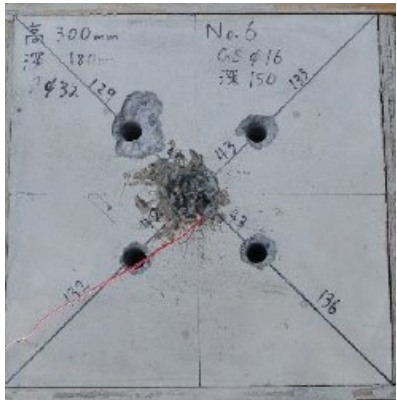


図2誘導孔位置 1:2の供試体

キーワード: 蒸気圧破碎薬剤、ガンサイザー®, 制御発破、切断破壊メカニズム

連絡先: 日本工機(株) 白河製造所 研究開発部 0248-22-3802 E-mail: Kmurata@nippon-koki.co.jp

3. 破碎結果及び考察

図3、図4に破碎結果を示す。 図 3 に明らかなように、誘導孔の配置が外側である1:1配置の場合、最小抵抗線に従った破断破壊が支配的である。 しかし、図4に明らかなように、1:2と装薬孔側に近づけ最適化することで、最小抵抗線よりも破断長さが約1. 4倍にもなる対角線方向(3方向、1方向は亀裂発生せず)へ破断破壊することができた。破断断面積をモデル計算すると4方向に最小抵抗線での切断と、対角線方向に3方向の切断では同じとなる。



図3 誘導孔位置1:1の供試体破碎結果

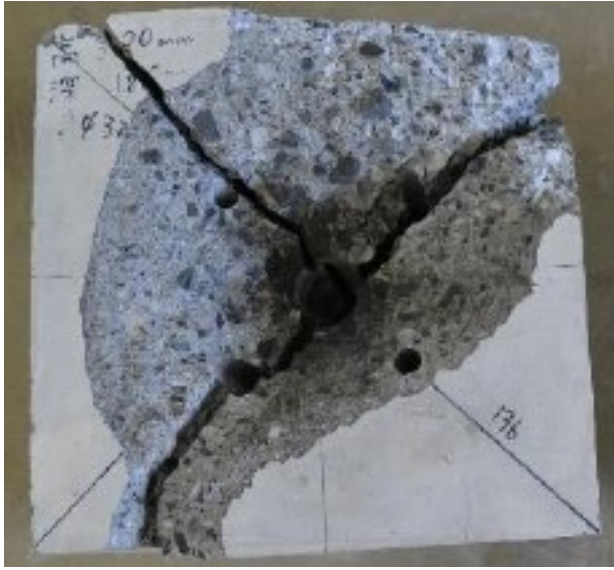


図4 誘導孔位置 1:2の供試体破碎結果

表2に回収した破片を大きな物から順に重量を計測した結果を示す。

誘導孔位置を最適化した場合、破片は3分割され、元の重量の9割以上となっている。



図5 円筒供試体の試験結果

図3、図4の写真では装薬孔部が漏斗穴状に破碎されているように見えるが、表面の剥離でありその部分の重量は僅か6%ほどである。 参考として図5に直径 150mm高さ 180mmの円筒形コンクリート供試体の破断破碎結果を示す。誘導孔の最適化により装薬孔部分が別破碎されることなく完全に3分割されている。

4. まとめ

破碎理論からは、中心部に穿孔して装薬、点火した場合、破断は最小抵抗線方向に進み、断長さが1. 4倍にもなる対角線方向へ進むことは無い。また、原理的に衝撃波を出さない破碎なので、衝撃波の干渉による切断効果は無い。しかし、本実験によって適切な設計を行えば、亀裂発生方向の制御が可能であることが示唆された。

参考文献

[1] 発破工学ハンドブック 社団法人火薬学会 発破専門部会編 p.179-185 (2001)
[2] 火薬学会 2012 年度年会 講演要旨集 ガンサイザーの津波被害を受けた港湾復興工事への応用(1)、(2) 村田健司ら、p.65-66, p.67-68

表2 破碎後の破片の計測結果

	誘導孔位置 $l_1 : l_2$	
	1 : 1	1 : 2
①	19.20kg	28.16kg
②	12.99kg	20.30kg
③	9.06kg	11.91kg
④	6.84kg	
⑤	5.76kg	
その他	9.51kg	4.18kg
合計	64.34kg	64.55kg
破碎前の質量 (型枠も含む)	72.85kg	72.90kg