

近接爆発荷重を受けるコンクリート版の破壊に及ぼす鉄筋の影響

防衛大学校 学生会員 ○大山浩代 正会員 大野友則 正会員 別府万寿博

1. 緒言

近年、爆破テロや花火工場等における爆発事故が多発し、構造物の破壊に伴う災害が増加している。このような爆発に対する防護設計を確立するためには、爆発荷重を受けるコンクリート構造物の破壊挙動を調べる必要がある。著者らは、これまでに無筋コンクリート版に対する爆発実験を行い、コンクリート版の破壊挙動について調べた¹⁾。本研究は、さらに鉄筋の影響を調べるため、C4爆薬を用いて鉄筋コンクリート版に対する近接爆発実験を行ったものである。

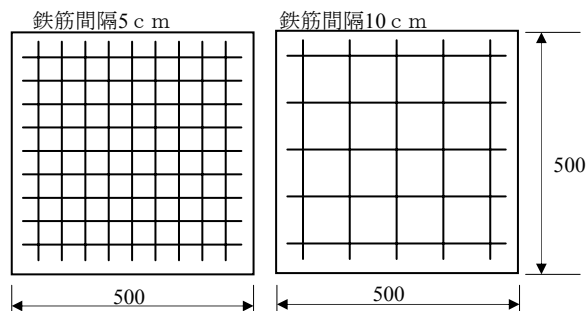


図-1 供試体配筋

表-1 実験ケース

番号	版厚 t (cm)	配筋 l (cm)	薬量 W (g)	スタンドオフ S (cm)	番号	版厚 t (cm)	配筋 l (cm)	薬量 W (g)	スタンドオフ S (cm)
1	10	10	50	4	8	10	10	50	0
2	10	5	50	4	9	10	5	50	0
3	10	W10	50	4	10	10	W10	50	0
4	5	10	50	4	11	5	10	50	7
5	5	5	50	4	12	5	5	50	7
6	3	10	50	4	13	3	10	50	15
7	3	5	50	4	14	3	5	50	15

*Wは複鉄筋を示す

2. 鉄筋コンクリート版に対する爆発実験

2.1 実験の概要

供試体である鉄筋コンクリート版は、縦50cm×横50cm、厚さ3, 5, 10cmの3種類であり、D6鉄筋で引張側のみ補強した。その間隔は図-1に示すとおり、縦横それぞれ10, 5cmである。また、版厚10cmについては、10cm間隔の複鉄筋コンクリート版も作製した。圧縮強度は30N/mm²である。実験ケースを表-1に示す。薬量Wは50gとし、版厚t, スタンドオフSを変化させた。供試体および爆薬の設置状況を、写真-1に示す。木製の支持台上で4辺を単純支持したコンクリート版中央にC4爆薬を設置し起爆した。



写真-1 供試体設置状況

2.2 実験結果および考察

近接爆発荷重を受けるコンクリートの局部破壊は、図-2に示すようにクレータ（表面）破壊、スポール（裏面）破壊、貫通に分類される²⁾。本研究でもこの分類に従って、爆発条件と破壊の関係を調べた。全実験結果の引張鉄筋比と破壊状況の関係を表-2に示している。

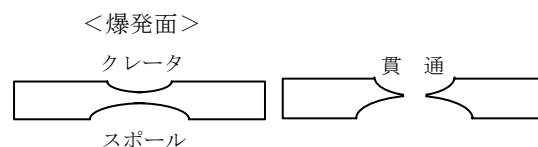


図-2 破壊の種類

(1) 版厚10cmに対する接触爆発

版厚10cm（鉄筋間隔10, 5, W10cm）のコンクリート版に対して、薬量50gで接触爆発（S=0cm）させた。破壊状況を写真-2に示す。鉄筋間隔10cmの単鉄筋および複鉄筋ではクレータおよびスポールが生じた。鉄筋間隔5cmではクレータのみが発生したが、写真よりスポールが生じる限界であることが推測できる。

(2) スタンドオフ4cmの近接爆発

鉄筋間隔10, 5, W10cmのコンクリート版に対し、スタンドオフ4cmで近接爆発させたときに生じた破壊状況を写真-3に示す。鉄筋間隔の大きさにかかわらず、同じ破壊モー

	@10	@5	@W10
表			
裏			
破壊モード	クレータ+スポール	クレータ	クレータ+スポール

写真-2 版厚10cmの接触爆発

キーワード：鉄筋コンクリート版、鉄筋間隔、接触爆発、近接爆発、局部破壊、C4爆薬

連絡先：〒239-8686 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 Fax: 046-844-5913

ドになることがわかる。ただし、ひび割れの状態は異なり、ひび割れは鉄筋間隔が10cm, 5cmそして10cmの複鉄筋の順に減少している。破壊径の大きさについては鉄筋比による顕著な差異はみられなかった。

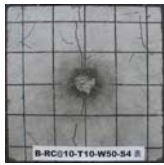
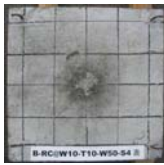
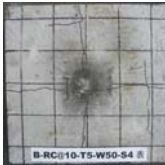
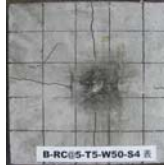
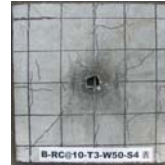
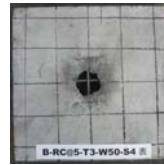
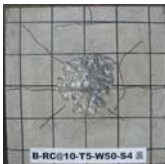
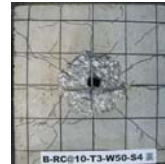
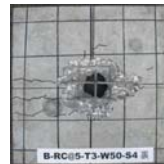
	t10-@10	t10-@5	t10-@W10	t5-@10	t5-@5	t3-@10	t3-@5
表							
裏							
破壊モード	クレータ	クレータ	クレータ	スポール	スポール	貫通	貫通

写真-3 薬量 50g, スタンドオフ 4cm の近接爆発

(3) 版厚 5cm, スタンドオフ 7cm の近接爆発

版厚 5cm(鉄筋間隔 10, 5cm)のコンクリート版に対して、薬量 50g, スタンドオフ 7cm で近接爆発させた。破壊状況を写真-4 に示す。鉄筋間隔 10cm ではスポールが生じたが、鉄筋間隔 5cm では破壊が生じなかった。写真より、鉄筋間隔 5cm はスポールが生じる限界であると推測できる。

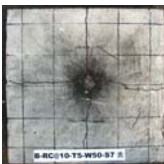
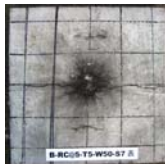
	@10	@5
表		
裏		
破壊モード	スポール	破壊なし

写真-4 版厚 5cm の近接爆発 (W50g-S7)

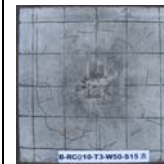
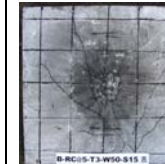
	@10	@5
表		
裏		
破壊モード	スポール	スポール

写真-5 版厚 3cm の近接爆発 (W50g-S15)

(4) 版厚 3cm, スタンドオフ 15cm の近接爆発

版厚 3cm(鉄筋間隔 10, 5cm)のコンクリート版に対して、薬量 50g, スタンドオフ 15cm で近接爆発させた。破壊状況を写真-5 に示す。この場合、鉄筋間隔 10, 5cm とともにスポール破壊が生じた。

3. 結言

本研究の結果から以下のことが明らかとなった。

(1) 薬量 50g に対して、スタンドオフ 4cm で版厚 3, 5, 10cm およびスタンドオフ 15cm で版厚 3cm の近接爆発では、破壊モードが類似している。

(2) 版厚 3cm, スタンドオフ 4cm では、クレータ破壊径=貫通孔となった。

(3) 鉄筋量の増加に伴ってひび割れが減少する。

(4) 接触および近接爆発に対して、鉄筋間隔の大小が局部破壊に及ぼす影響は大きくない。

参考文献

- 1) 大山浩代ら：近接爆発荷重を受けるコンクリート版の破壊挙動に関する研究，第 33 回土木学会関東支部技術研究発表会，平成 18 年 3 月
- 2) 森下政浩ら：近接爆発による RC 版の局所損傷，防衛施設学会平成 17 年度年次研究発表会，pp.35～39, 平成 18 年 1 月

表-2 実験結果

番号	引張鉄筋比 (%)	破壊状況	破壊径 (cm)			破壊深さ (cm)	
			表面	裏面	貫通	表面	裏面
1	0.41	クレータ	6.03	0	0	0.8	0
2	0.74	クレータ	5.80	0	0	0.8	0
3	0.41	クレータ	6.08	0	0	0.5	0
4	0.86	スポール	0	17.4	0	0	3.0
5	1.54	スポール	0	17.0	0	0	2.6
6	1.44	貫通	4.75	20.7	4.75	0	3.0
7	2.59	貫通	7.78	21.2	7.78	0	3.0
8	0.41	クレータ+スポール	13.3	2.6	0	2.8	1.1
9	0.74	クレータ	13.3	0	0	2.9	0
10	0.41	クレータ+スポール	14.3	7.6	0	2.7	1.8
11	0.86	スポール	0	18.6	0	0	1.9
12	1.54	破壊なし	0	0	0	0	0
13	1.44	スポール	0	7.4	0	0	1.5
14	2.59	スポール	0	6.0	0	0	1.1