

近接爆発を受ける RC はりの衝撃応答に関する実験的考察

防衛大学校 学生会員 ○寺澤 拓真 正会員 別府 万寿博
正会員 市野 宏嘉 正会員 松崎 裕

1. 緒言

近年、世界中で爆破テロや化学プラントでの爆発事故が頻発している。このような爆発災害が発生すると社会や人命に与える影響が極めて大きいため、爆発荷重に対する合理的な耐爆構造設計法の確立は急務であるといえる。また、RC 部材の衝撃荷重による挙動は、部材や材料の特性に密接に関連することが知られている¹⁾。

本研究は、近接爆発を受ける RC 部材の衝撃応答にせん断補強筋間隔が与える影響を調べるため、Composition C-4 (C-4) 爆薬を用いて RC はりに対する爆発実験を行ったものである。

2. 実験の概要

実験で使用した RC はりの寸法および配筋を図-1 に示す。RC はりは、幅 150mm、高さ 150mm であり、はりの長さは 1300mm とした。かぶりは 35mm であり、はりの有効高さは 115mm である。配筋は全て SD345 鉄筋であり、軸方向鉄筋およびせん断補強筋は、それぞれ D10 鉄筋および D6 鉄筋を使用した。D10 鉄筋の降伏応力および引張強度は、それぞれ 401N/mm² および 579N/mm² であり、D6 鉄筋の降伏応力および引張強度は、それぞれ 346N/mm² および 557N/mm² である。せん断補強筋は 100、125 および 150mm の間隔で配置した (以下、Case1, 2 および 3)。各ケースに用いたコンクリートの圧縮強度および割裂引張強度を表-1 に示す。

RC はりの設置要領を図-2 に示す。整地した水平な砂地盤の上に鉄板を敷き、その上に支持具を設置した。はりのスパン長は 1100mm とした。図-2 に示すように、軸方向引張鉄筋およびせん断補強筋に 2mm のひずみゲージを貼付し、それぞれの鉄筋のひずみを測定した。軸方向引張鉄筋のひずみについては、はり中央を T1、中央から 100mm の位置を T2 および T2'、中央から 200mm の位置を T3 および T3' とした。せん断補強筋のひずみについては、はり中央に最も近いせん断補強筋を左右 2 本ずつ選び、左から S1~S4 とした。実験後には、はり両端の上面に糸を張り、圧縮縁の変位を測定した。

C-4 爆薬 (密度 1.4g/cm³) は、直径 6cm の球形に成型し、質量は 160g である。RC はりの上面から爆薬の中心までを離隔距離とし 80mm に設定した。C-4 爆薬は 6 号電気雷管を用いて爆薬の中心で起爆した。

3. 実験結果および考察

RC はりの損傷状況および残留変位を図-3 に示す。全ての実験ケースにおいて、はり中央部には複数の斜めひび
キーワード 近接爆発, RC はり, 衝撃応答

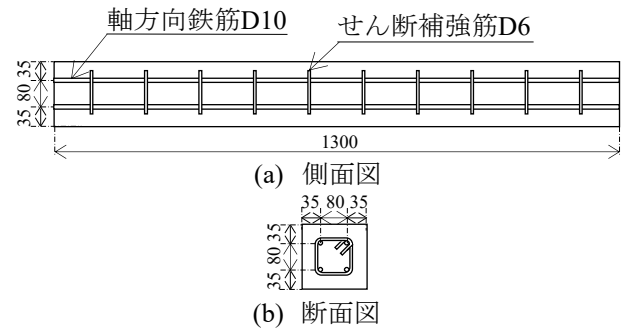


図-1 RC はりの寸法および配筋

表-1 各試験体のせん断補強筋間隔
およびコンクリートの強度

試験体	せん断補強筋間隔 (mm)	圧縮強度 (N/mm ²)	割裂引張強度 (N/mm ²)
Case1	100	30	3.0
Case2	125	28	2.5
Case3	150	28	3.0

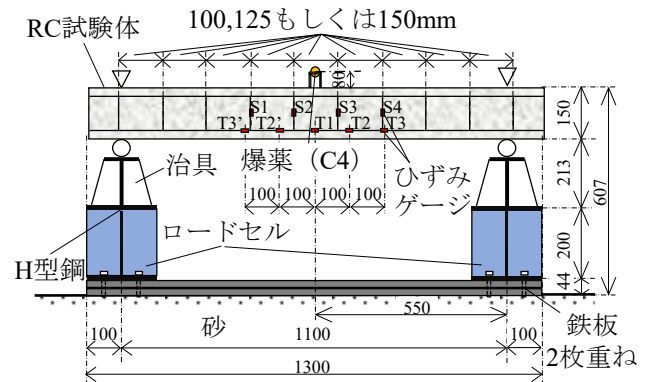


図-2 RC はりの設置要領

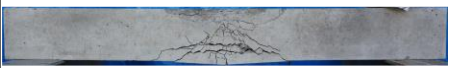



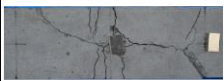


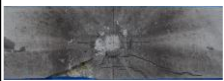

Case1		Case2		Case3	
残留変位：3mm		残留変位：3mm		残留変位：4mm	
側面		側面		側面	
					
上面	下面	上面	下面	上面	下面
					

図-3 RC はりの損傷状況および残留変位

割れおよび軸方向に垂直に進展したひび割れが生じている。また、Case1 および 3 の下面中央付近には明瞭な曲げひび割れも複数確認できる。以上から、せん断補強筋の間隔に関わらず曲げ破壊とせん断破壊が複合したような破壊性状であるといえる。また、裏面の剥離は Case2 でのみ発生した。ただし、Case1 では剥離は生じていないものの、水平方向に進展したひび割れが斜めひび割れと繋がり、剥離に近い状態であると考えられる。はり中央の残留変位は 3~4mm で大きな差は認められなかった。

軸方向引張鉄筋のひずみ-時間関係を図-4 に示す。なお、図-4(b)の T3'は計測不良であった。Case1, 2 および 3 では、はり中央のゲージ T1 にそれぞれ最大約 30000 μ 、17900 μ および 22300 μ のひずみが生じている。また、せん断補強筋間隔が最も広い Case3 ではひずみが最大値に達した後、急激に低下し約 7000 μ に収束した。Case1 および 2 では、ひずみは最大値に達した後、緩やかに低下している。このことから、せん断補強筋の間隔が広がることで、RC はりの中央付近では延性的な挙動から脆性的な挙動に変化を示したことがわかる。はり中央から 100mm の位置のゲージ T2 および T2'は約 2000~3500 μ のひずみを示した後に残留している。はり中央から 200mm の位置のゲージ T3 および T3'も、約 1000~2000 μ のひずみを示した後に残留している。

せん断補強筋のひずみ-時間関係を図-5 に示す。Case1 は、起爆直後に最大約 3800 μ のひずみを生じ、その後 S1~4 全てのひずみが値を大きく変化し続けている。Case2 は、最大約 2400 μ のひずみを起爆から 6ms 後に生じ、それまで各 S1~4 のひずみは大きく変化している。Case3 では Case1 と同様に起爆直後に最大約 4000 μ のひずみが生じるが、S2 および 3 は大きく変化するのに対し、S1 および 4 はあまり大きなひずみを生じていない。

4. 結言

本研究は、近接爆発を受ける RC はりの衝撃応答にせん断補強筋間隔が与える影響について検討を行ったものである。その結果、せん断補強筋の間隔が爆発荷重に対する RC はりの破壊性状には大きな影響を及ぼさないことがわかった。爆風圧による RC はりのひずみは、せん断補強筋の間隔が広がることで延性的挙動から脆性的挙動へと変化した。

参考文献

- 1) 藤井学, 宮本文穂, 森川英典: 衝撃を受ける鉄筋コンクリートはりの力学的挙動に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No.360/V-3, pp.51-68, 1985.

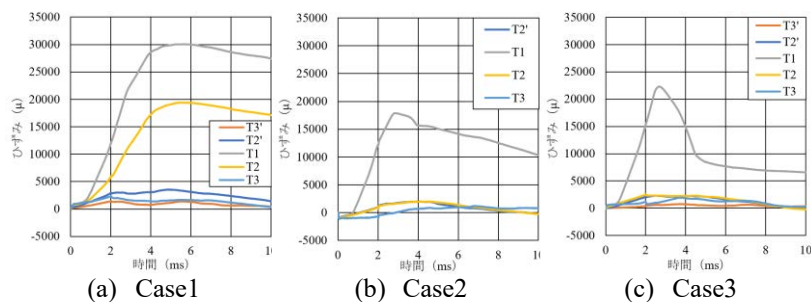


図-4 軸方向引張鉄筋のひずみ-時間関係

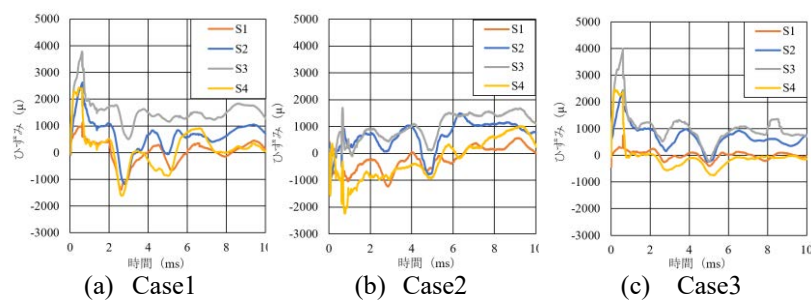


図-5 せん断補強筋のひずみ-時間関係