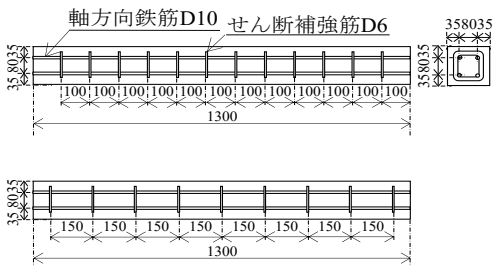


近接爆発を受ける RC はりの全体および局部損傷に関する実験的研究

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

1. 緒言

近年、爆破テロや爆発事故が多発しており、爆発荷重に対する合理的な耐爆構造設計法の確立が求められている。RC はりが近接爆発を受けると、RC はりには全体あるいは局部的な損傷が生じる。本研究は、近接爆発を受ける RC はりの損傷について調べるため、CompositionC-4 (C-4) 爆薬を用いて、RC はりに対する近接爆発実験を行ったものである。



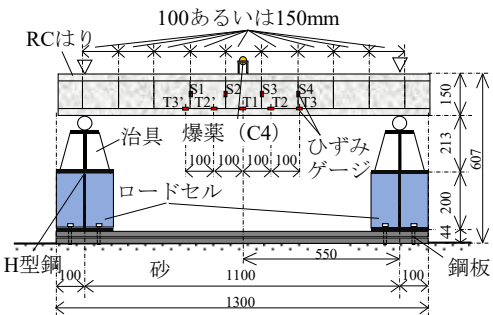
図－1 RC はりの寸法および配筋状況

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、はり長さは 1300mm とした。かぶりは 150mm であり、はりの有効高さは 115mm、スパン長は 1100mm とした。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 および D6 鉄筋を使用した。D10 および D6 鉄筋の降伏強度は、それぞれ 401N/mm² および 346 N/mm² である。せん断補強筋については 150 および 100mm 間隔で配置し、せん断補強筋間隔が損傷に及ぼす影響について調べた。試験体の概要を表－1 に示す。試験体の設置要領を図－2 に示す。整地した水平な砂地盤の上に鋼板を敷設し、その上に支持具を設置した。図－2 に示すように、引張鉄筋およびせん断補強筋にひずみゲージを貼付して鉄筋のひずみを測定した。C-4 爆薬（密度 1.4 g/cm³）は直径 3cm の球形に整形し、質量は 160g とした。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。RC はりの上面から爆薬中心までの離隔距離を 120、80 および 40mm に設定した。以降では、実験ケースをせん断補強筋間隔および離隔距離で記述する。例えば、せん断補強筋間隔が 150mm、離隔距離が 120mm の実験ケースは 150-120 と記述する。

表－1 試験体の概要

試験体	せん断補強筋間隔 (mm)	離隔距離 (mm)	コンクリートの圧縮強度 (N/mm ²)	コンクリートの割裂引張強度 (N/mm ²)
150-120	150	120	30	3.0
150-80		80		
150-40		40		
100-120	100	120	28	3.0
100-80		80		
100-40		40		



図－2 試験体設置要領

表－2 試験体の残留変位

せん断補強筋間隔	離隔距離	120mm	80mm	40mm
150mm		2mm	4mm	7mm
100mm		3mm	3mm	10mm

3. 実験結果

RC はりの残留変位を表－2 に示す。離隔距離が小さくなるにしたがい、試験体の残留変位は大きくなる傾向がある。特に、離隔距離 80mm と 40mm による RC はりの残留変位の差は、離隔距離 120mm と 80mm のケースに比べて大きい。なお、100-40 のケースの残留変位は、150-40 に比べて大きい。RC はりの損傷状況を図－3 に示す。図中には、RC はり中央からの距離も記載している。150-120 および 100-120 では、RC はりの高さ方向に進展する引張ひび割れが確認できる。このひび割れは、RC はりの全体的な曲げ変形によって生じたものと考えられる。なお、150-120 は RC はり中央部以外に、RC はり中央から 200～400mm の位置にも引張ひび割れが発生している。150-80 および 100-80 では、曲げひび割れに加えて RC はり中央付近に斜めに広がるひび割れが生じている。いずれの RC はりも裏面剥離は生じていないが、100-80 は 150-80 に比べてひび割れ幅が大きく、裏面剥離により近い状態だと考えられる。また、150-80 では RC はり中央から 300～400mm の位置に引張ひび割れが生じており、局部破壊と全体破壊が複合したような破壊性状を示した。150-40 および 100-40 では、RC はり中央付近のコンクリートが全周にわ

キーワード 近接爆発, RC はり, 全体破壊, 局部破壊

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL046-841-3810

たって剥離している。また、いずれの RC はりにも中央から 300～500mm の位置に引張ひび割れが生じ、150-80 と同様に

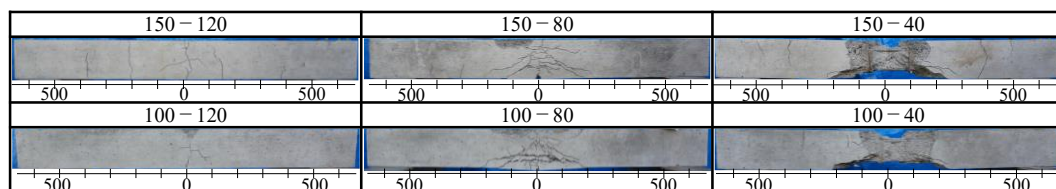


図-3 試験体の損傷状況（図中の単位：mm）

局部破壊と全体破壊が複合したような破壊性状である。ただし、150-40 に生じた引張ひび割れは RC はりの上面から裏面まで進展しているが、100-40 に生じた引張ひび割れは RC はりの上面付近にのみ発生している。以上のことから、離隔距離を小さくすることで、RC はりは曲げによる全体破壊から、RC はり中央部付近が剥離する局部破壊へ遷移しているといえる。

軸方向引張鉄筋のひずみ-時間関係を図-4 に示す。せん断補強筋間隔 150mm のケースでは、RC はり中央に貼付した T1 の最大ひずみは、他のひずみゲージに比べて 3～9 倍とかなり大きなひずみが生じている。また、150-40 の T1 のひずみは、150-120 および 150-80 に対してそれぞれ 53% および 35% であり、相対的に小さな値となった。せん断補強筋間隔 100mm のケースでは、RC はり中央の T1 に加え、RC はり中央から 100mm の位置に貼付した T2 および T2' も大きなひずみを生じており、離隔距離が小さくなることで T2 および T2' の値と T1 は差が小さくなる傾向がみられる。なお、T1 の最大ひずみは、離隔距離が小さくなるにつれて大きくなっており、特に 100-40 は最も大きい約 32000 μ のひずみが生じている。以上から、せん断補強筋の間隔によって、軸方向引張鉄筋のひずみ分布や大きさに変化にすることがわかる。

せん断補強筋のひずみ-時間関係を図-5 に示す。なお、

100-40 の S3 および S4 は計測不良であった。150-120 および 100-120 では、ひずみは引張側に加え圧縮側でも生じている。なお、圧縮のひずみは RC はり中央部から離れた位置に貼付した S1 および S4 において 1000 から 2000 μ と大きな値を示している。次に、150-80 では、約 500 μ の最大圧縮ひずみが起爆から 4～6ms の短時間で生じている。また、100-80 でも約 1700 μ の最大圧縮ひずみが生じている。離隔距離 80mm の 2 ケースでは、いずれも最大で約 4000 μ の引張ひずみを生じるが、最大ひずみが生じた後 0.5ms 程度で値は半分以下に低下している。150-40 および 100-40 は、はり中央部付近に貼付した S2 および S3 に約 6000 μ の引張ひずみが生じ、はり中央部から離れた S1 および S4 は約 1000 μ 程度の引張ひずみが生じている。また、それぞれのひずみは最大値を示した後、1000 μ 程度へ低下しほぼ一定の値を示している。これらのことから、離隔距離が小さくなることで、特に RC はり中央部付近に生じるひずみが変化することがわかる。

4. 結言

本研究は、近接爆発を受ける RC はりの損傷について調べたものである。その結果、RC はりには離隔距離に応じて全体破壊と局部破壊が生じ、その性状はせん断補強筋間隔の影響を受けることがわかった。

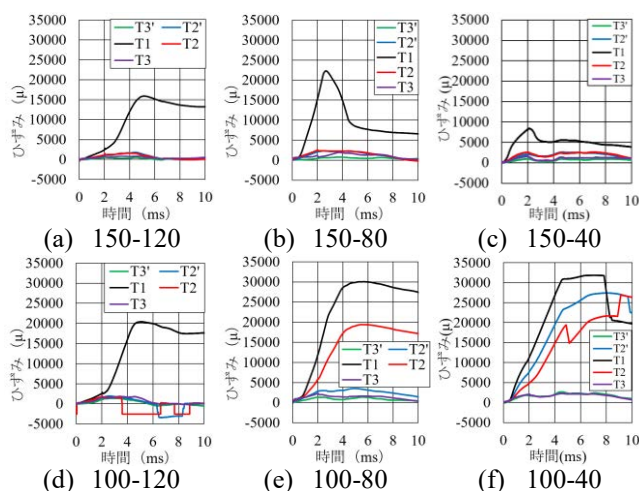


図-4 軸方向引張鉄筋のひずみ-時間関係

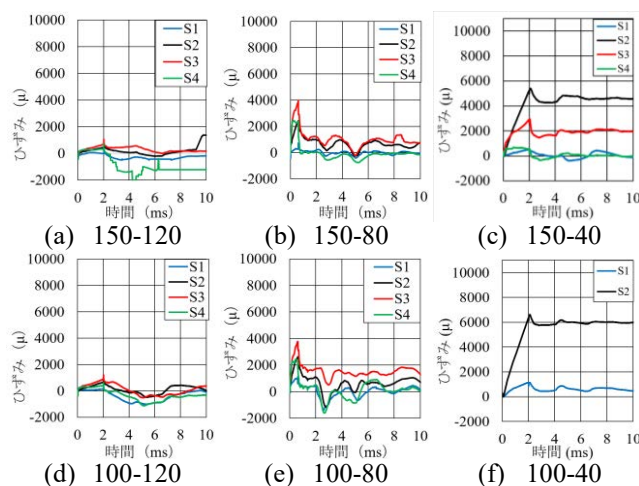


図-5 せん断補強筋のひずみ-時間関係