

四辺支持 RC 版の耐衝撃性に及ぼす載荷位置の影響

室蘭工業大学 学生会員 ○ 館 雅春 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光
三井住友建設(株) フェロー 三上 浩 室蘭工業大学 正会員 栗橋 祐介

1. はじめに

鉄筋コンクリート(RC)床版等の4辺支持面部材に集中荷重が作用する場合には、静載荷時のみならず衝撃載荷時においても押抜きせん断破壊によって終局に至ることが明らかになっている。特に衝撃荷重載荷時には衝突速度の大小によって裏面剥離、押抜きせん断破壊、貫通破壊が想定される。また、これらの耐衝撃挙動や破壊モードは鉄筋の配置間隔や載荷位置に影響されるものと考えられる。このような観点から、本研究では、載荷点が鉄筋交差部直上点である場合と、格子配置の中心位置である場合を想定し、耐衝撃挙動に及ぼす載荷位置の影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

図-1に、本実験に用いたRC版の形状寸法および配筋状況を示す。試験体は形状寸法が $2000 \times 2000 \times 180$ mmのRC版である。下端鉄筋にはD16を用い、150 mm間隔で配置している。また、平均芯かぶりは40 mmとした。本実験では、載荷位置を版中央点に固定し、試験体の鉄筋配置を変えることにより、載荷位置の影響を検討することとした。すなわち、鉄筋交差部直上(CR試験体)に載荷する場合と、鉄筋間隔中央(SP試験体)に載荷する

場合の検討を行った。なお、鉄筋はRC版の4辺に設置した溝形鋼に溶接して定着を確保している。本実験の支持条件は、純スパン長1.75 mの4辺単純支持とし、支点部はピン支持に近い構造としている。載荷方法には、質量300 kg、重錘先端直径60 mmの鋼製重錘を所定の高さから1度だけ自由落下させる単一載荷方式を採用した。表-1に、本実験に用いた試験体の一覧を示す。測定項目は、重錘衝撃力 P 、合支点反力 R (以後、支点反力)および載荷点直下の変位 δ (以後、変位)である。

3. 実験結果および考察

3.1 重錘衝撃力、支点反力および変位波形

図-2に、両試験体の重錘衝撃力 P 、支点反力 R および変位 δ に関する応答波形を示す。図-2(a)より、重錘衝撃力波形 P は、いずれの試験体も衝撃初期の振幅が大きく周期の短い第1波と、その後の振幅が小さく周期の長い第2波で構成されており、載荷位置が重錘衝撃力波形に与える影響は小さいことが分かる。

図-2(b)より、支点反力波形 R は、両試験体ともに継続時間が8 ms程度の三角形の波形と、それに付随する正弦減衰波および周期が2 ms程度の波形が合成された性状を示していることが分かる。なお、支点反力波形も載

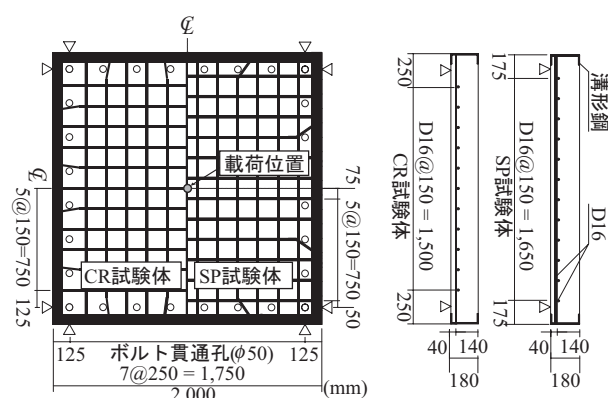


図-1 試験体の形状寸法及び配筋状況

表-1 試験体の一覧

試験体名	載荷位置	圧縮強度 (MPa)	衝突速度 V (m/s)
CR	鉄筋交差部直上	37.4	4, 5, 5.5, 6
SP	鉄筋間隔中央	35.1	

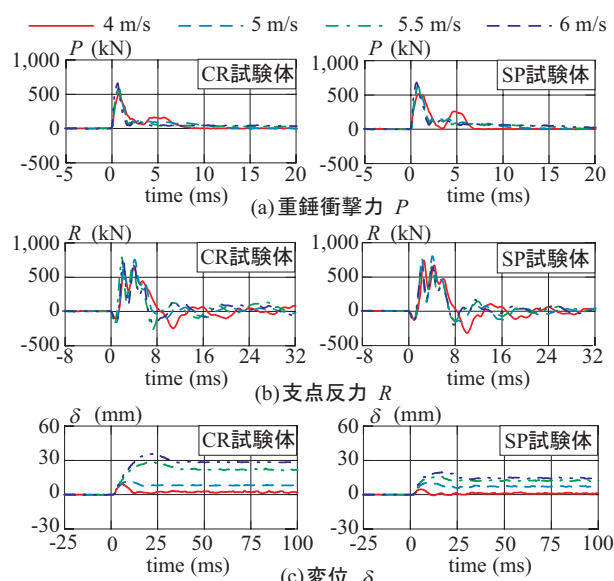


図-2 各種応答波形

キーワード：RC版、押抜きせん断破壊、載荷位置、衝撃荷重載荷

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

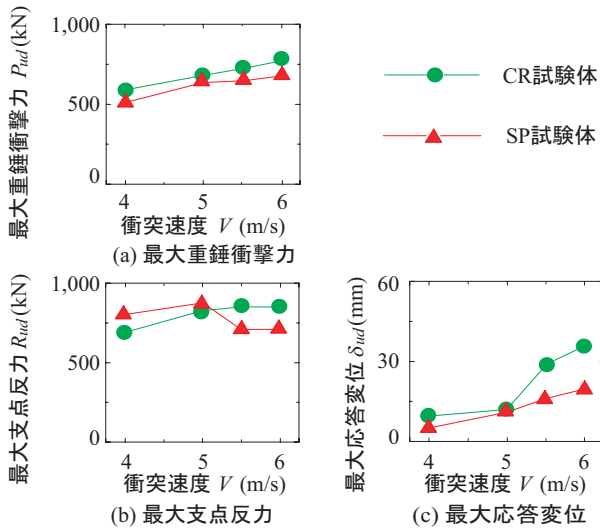


図-3 各種最大応答値と衝突速度の関係

荷位置の違いに関わらず、大略類似した波形性状を示している。

図-2(c)より、変位波形 δ は、両試験体ともに衝撃初期に正弦半波状を示し、その後残留変位を生じている。また、両試験体ともに衝突速度の増加に伴い残留変位が増大するものの、SP 試験体は CR 試験体に比較して残留変位が抑制されていることが分かる。

以上より、荷位置の違いによる応答波形は変位波形を除き、ほぼ同様であることが明らかになった。

3.2 各種応答値の比較

図-3に、最大重錘衝撃力 P_{ud} 、最大支点反力 R_{ud} および最大応答変位 δ_{ud} と衝突速度 V との関係を示す。

図-3(a)より、最大重錘衝撃力 P_{ud} は両試験体ともに衝突速度の増加に対応してほぼ線形に増大し、増加勾配もほぼ等しいことが分かる。最大重錘衝撃力 P_{ud} は SP 試験体の場合で若干小さい。これには CR 試験体と比較して圧縮強度が多少小さいことが影響しているものと推察される。

図-3(b)より、最大支点反力 R_{ud} はいずれの試験体も衝突速度の増加に伴い増大する傾向にあることが分かる。また、CR 試験体の $V = 5$ m/s と SP 試験体の $V = 5.5$ m/s においてそれぞれ最大値を示しており、その後は低下する傾向にある。なお、SP 試験体の最大支点反力の低下傾向は CR 試験体よりも顕著であり、荷位置の影響が出現しているものと考えられる。

図-3(c)より、最大応答変位 δ_{ud} は全体的に SP 試験体の方が小さいことが分かる。また、CR 試験体の $V = 5$ m/s における最大変位は小さめであるものの、CR、SP 試験体によらず衝突速度に対応して線形に増加する傾向が認められる。

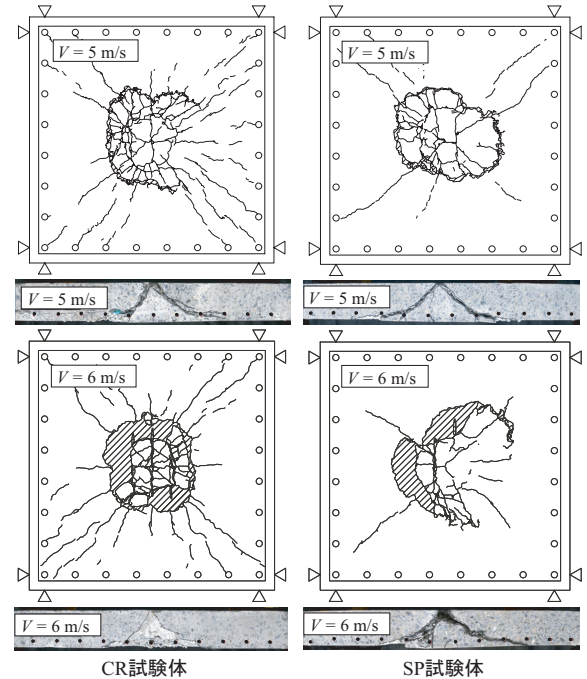


図-4 裏面および切断面のひび割れ分布性状

3.3 破壊性状

図-4に、 $V = 5$ m/s および $V = 6$ m/s 時終了後の裏面および切断面のひび割れ分布性状を示す。図より、いずれの場合においても荷点部を中心とした円形状の押抜きせん断ひび割れが生じていることが分かる。押抜きせん断ひび割れの大きさは両者ほぼ同程度であるが、CR 試験体では SP 試験体と比較して放射状のひび割れがより多く発生していることから、押抜きせん断破壊(局部破壊)と曲げやねじりが合成した全体破壊が連成していることがうかがわれる。このような現象は、CR 試験体の荷点が主鉄筋の交差部直上であることから、衝撃初期の時点から主鉄筋が衝撃力に抵抗して版全体として変形や曲げひび割れの発生が卓越すると同時に入力エネルギーが大きいことによる局部破壊(押抜きせん断破壊)が、連成して生じたためであると考えられる。

一方、SP 試験体では、1) 荷点直下に鉄筋が配置されていないことから局部破壊としての押抜きせん断破壊が卓越することや、2) 荷点周辺部に配置されている鉄筋量が CR 試験体と比較して多いことより、押抜きせん断コーン周辺部の版の曲げ剛性が見かけ上大きく、版全体としての変形や曲げひび割れの発生が抑制されるためと推察される。

4. まとめ

- (1) 荷位置に関わらず、最大重錘衝撃力および最大支点反力はほぼ同様であることが明らかとなった。
- (2) 応答変位波形および RC 版の破壊性状は、荷位置の影響を受け、鉄筋の交差部直下に荷する場合には、局部破壊が発生するものの変位も大きく版全体で衝撃力に抵抗する傾向にある。