

四辺支持 RC 版の耐衝撃性に及ぼす版厚の影響

(株)大林組 正会員 ○相良 光利 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 寒地土木研究所 正会員 今野 久志

1. はじめに

本研究では、RC 版の動的押抜きせん断耐力算定式を提案するための基礎資料の収集を目的として、版厚の異なる 3 種類の RC 版を対象に、4 辺単純支持条件のもとで、重錘落下衝撃実験を実施した。

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、2,000 mm 四方の RC 版であり、版厚を 150, 180, 200 mm と変化させた。本研究では、下端鉄筋の平均芯かぶりを 40 mm と固定したため、有効高さは 110, 140, 160 mm である。下端鉄筋には D16 を用い、版中央部より 150 mm 間隔で格子状に配筋した。鉄筋は RC 版の 4 辺に設置した溝形鋼に溶接して定着長を節約した。支点部は、回転を許容し試験体の浮き上がりを拘束するピン支持に近い構造となっている。衝撃荷重荷重位置は RC 版の中央とし、重錘には質量 300 kg、先端直径 60 mm の鋼製重錘を使用した。また、荷重方法は単一衝撃荷重方式とした。表-1 に本実験の実験ケースを一覧にして示す。試験体名は、英文字 H に版厚 (mm) を付して示している。なお、鉄筋の降伏強度は 380 MPa であった。

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応答波形

図-2 に衝突速度 $V = 5, 6$ m/s 時の各種応答波形を版厚毎に比較して示した。なお、時間軸は重錘衝撃力が励起した時刻を 0 ms とした。図-2 (a) より、重錘衝撃力波形 P は、いずれの試験体も衝突初期に励起する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 波で構成されていることが分かる。また、いずれの試験体も衝突速度が大きくなるとともに第 2 波目が消失する傾向にある。これは、入力エネルギーの増加によって、版の塑性化が進行したためと考えられる。図-2 (b) より、支点反力波形 R は、衝突初期に周期 7 ms 程度の正弦半波およびそれに後続する減衰波と、周期が 3 ms 程度の高周波成分が合成された性状を示しており、いずれの試験体および衝突速度においても類似した波形性状と

なっている。図-2 (c) より、変位波形 δ は、各試験体ともに正弦半波状の波形を示した後に、変位が残留していることが分かる。また、同一衝突速度では、版厚の小さい試験体ほど残留変位が増大していることから、押抜きせん断耐力は版厚が大きいほど大きくなることが分かる。

3.2 各種応答値と衝突速度との関係

図-3 に各試験体の最大重錘衝撃力 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 より、最大重錘衝撃力 P_{ud} はいずれの試験体においても、衝突速度 V の増加に対応して増大していることが分かる。最大支点反力 R_{ud} は、衝突速度の増加に伴ない増大する傾向にあるものの、ピーク到達後は減少する傾向にあることが分かる。なお、最大重錘衝撃力 P_{ud} 、最大支点反力 R_{ud} のいずれにおいても、同一衝突速度では H180 試験体が最も大きい値を示している。これは圧縮強度の影響によるものと推察される。最大応答変位 δ_{ud} は、いずれの試験体においても衝突速度 V の増加に対応して増大していることが分かる。また、最大応答変位が

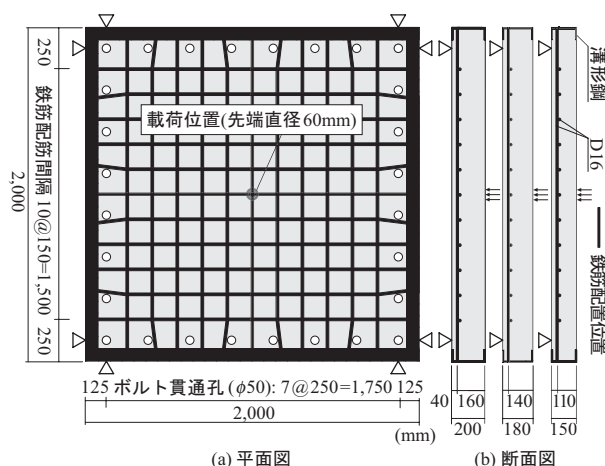


図-1 RC 版の形状寸法および配筋状況

表-1 実験ケース一覧

試験体名	版厚 h (mm)	鉄筋比 ρ (%)	コンクリート 圧縮強度 f'_c (MPa)	衝突速度 V (m/s)
H150	150	1.4	32.2	3, 4, 5, 6
H180	180	1.1	37.4	4, 5, 5.5, 6
H200	200	1.0	34.1	5, 6, 6.5, 7

キーワード：版厚、RC 版、耐衝撃性、動的応答倍率

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

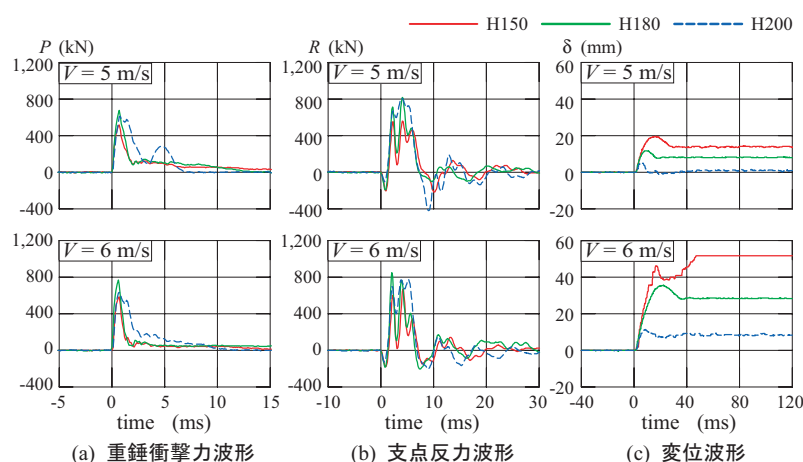


図-2 重錘衝撃力，支点反力および変位に関する応答波形

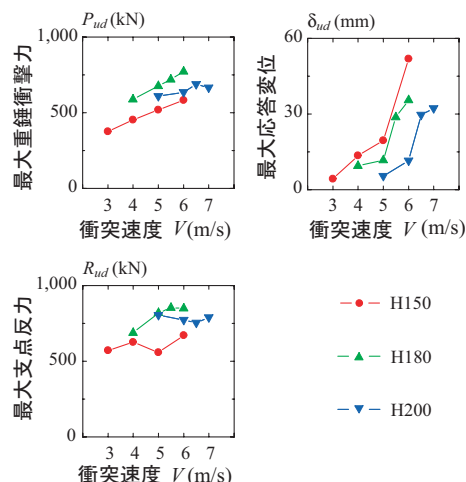


図-3 各種応答値と衝突速度の関係

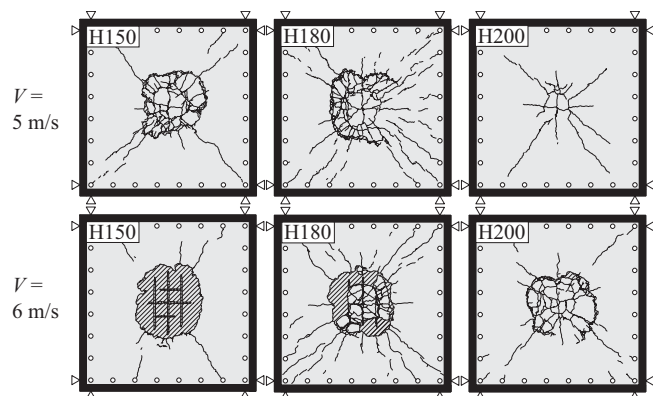


図-4 裏面のひび割れ状況

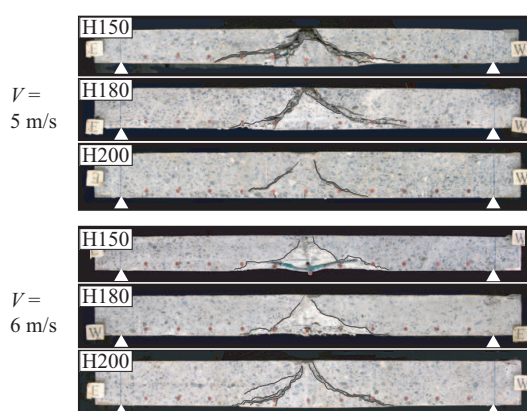


写真-1 切断面のひび割れ状況

急激に増加する衝突速度が認められる。これは、押抜きせん断面が形成されたことによるものと推察される。

3.3 破壊性状

図-4 に衝突速度が同一の $V = 5, 6 \text{ m/s}$ の裏面のひび割れ状況を、写真-1 に切断面のひび割れ状況を示す。図-4 より、 $V = 5 \text{ m/s}$ の H200 を除き、衝突速度および版厚の違いにかかわらず、円形を押抜きせん断ひび割れが発生し、その大きさはほぼ同様であることが分かる。また、同一衝突速度の試験体を比較すると、版厚が大きいほど押抜きせん断面の形成が抑制され、損傷程度は軽微となっていることが分かる。写真-1 より、版厚の増加に伴ない押抜きせん断ひび割れの角度が増加していることが分かる。これは、版厚が小さい場合には、剛性が小さいためたわみが増大し、小さな角度で押抜きせん断面が形成されるのに対して、版厚が大きい場合には剛性が大きいため、 45° に近い角度で押抜きせん断面が形成されるものと考えられる。

3.4 動的耐力および動的応答倍率

表-2 に本実験に用いた試験体の動的耐力および静的耐力を一覧にして示す。なお、本研究では、最大支点反力を動的せん断耐力と定義している。本実験結果より、

表-2 動的耐力および静的耐力一覧

試験体名	終局速度 $V \text{ (m/s)}$	動的せん断耐力 $R_{ud} \text{ (kN)}$	静的せん断耐力 $P_{us} \text{ (kN)}$	動的応答倍率 R_{ud} / P_{us}
H150	6	671.3	200.7	3.34
H180	5.5	852.7	284.5	3.00
H200	5	804.4	324.5	2.48

動的応答倍率は版厚が大きいほど小さくなる傾向にあることが分かる。また、その値は $2.4 \sim 3.5$ 程度であり、既往の研究と同様に、動的応答倍率を 2.0 程度に設定することで、RC 版部材の動的耐力を安全側に評価することが可能であると考えられる。

4. まとめ

- (1) 版厚にかかわらず RC 版の各種応答波形の性状は大略類似している。ただし、最大応答変位および残留変位は、版厚が大きい場合ほど小さい。また、押抜きせん断面の形成角度は版厚の影響を顕著に受ける。
- (2) 動的応答倍率は、版厚の増加に対応して低下する傾向にある。本研究の範囲内では $2.4 \sim 3.5$ 程度であった。