

4 辺支持 RC 版の耐衝撃性に与えるコンクリート圧縮強度の影響

北海道旅客鉄道（株） 正会員 ○吉田 宏彰 室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳光
三井住友建設（株） フェロー 三上 浩 北海道開発局 正会員 岡田 慎哉

1. はじめに

本研究では、RC 版に関する耐衝撃設計法の確立を目的として、コンクリートの圧縮強度を変化させた 4 辺単純支持 RC 版の重錘落下衝撃実験を実施した。

2. 実験概要

図-1 に本実験で用いた RC 版試験体の概要を示す。RC 版の寸法は、2000×2000×180 mm であり、有効高さ 140 mm の位置に下端鉄筋を配筋している。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ている。表-1 には、実験ケースの一覧を示している。表中の試験体名は、英文字 C に目標圧縮強度 (MPa) を付して示している。また、表中の曲げ剛性は、引張側コンクリートを無視し、土木学会コンクリート示方書に基づいて評価された弾性係数を用いて算出した。実験は 4 体の試験体を用い、終局近傍の載荷荷重に対して、単一載荷法に従って実施した。

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 (a) ~ (c) には、各試験体の重錘衝撃力 P 、支点反力 R 及び載荷点変位 δ に関する応答波形を試験体ごとに示している。(a) 図の重錘衝撃力波形は、いずれの試験体も衝突初期に励起する振幅が大きい第 1 波と、その後の振幅が小さい第 2 波で構成されている。また、衝突速

度の増大に伴って第 2 波目が消失する傾向にある。これは、衝突速度の増加に伴い、版の塑性化が進行することによるものと考えられる。また、最大重錘衝撃力は圧縮強度が大きい試験体ほど、大きくなる傾向を示している。(b) 図の支点反力波形は、載荷時には継続時間が 6~8 ms 程度の正弦半波状の波と周期が数 ms の高周波成分が合成された波形を示しており、除荷後減衰自由振動状態となっている。また、いずれの試験体及び衝突速度に対しても類似した波形性状を示していることが分かる。(c) 図の変位波形は、低衝突速度下においては、衝突初期に正弦半波状の波形性状を示し、変位は除荷後零レベルに復元し顕著な振動は示していない。一方、衝突速度が増加した場合には、変位が残留する以外は低衝突速度時と類似している。

図-3 には、各試験体の (a) 最大支点反力 R_{ud} 及び (b) 最大応答変位 δ_{ud} と衝突速度 V との関係を示している。(a) 図より、各試験体の最大支点反力 R_{ud} は、ピーク値を示した後、最終衝突速度において大きく低下していることより、押抜きせん断破壊に至っていることがうかがわれる。また、圧縮強度が大きい試験体ほど R_{ud} が大きくなる傾向にあるものの、C45/60 試験体では大差はない。(b) 図より、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 の増加に伴い最大応答変位 δ_{ud} が増大する傾向にあることが分かる。また、C15 試験体を除く全試験体の最終衝突速度時において、 δ_{ud} が急激に増大している。これは、RC 版に押し抜きせん断コーンが明瞭に形成されたことを暗示している。なお、 δ_{ud} が急増する衝突速度は、圧縮強度が大きい試験体ほど大きくなる傾向にあるものの、C45/60 試験体では大差がない。

3.2 破壊性状

図-4 には、衝突速度 (a) $V = 4.5$ m/s 及び (b) $V = 5.5$

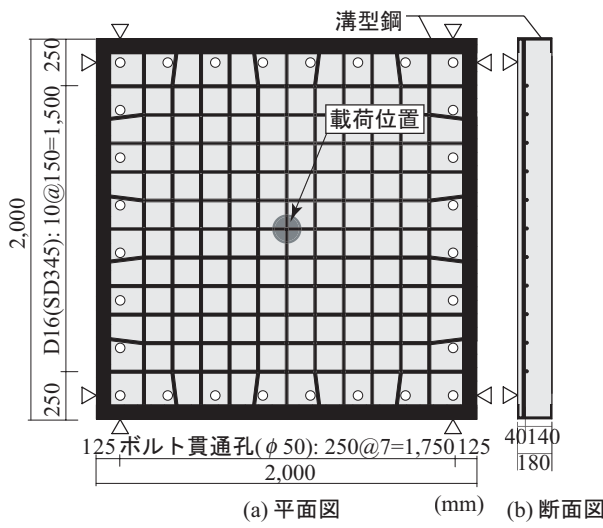


図-1 RC 版の形状寸法および配筋状況

表-1 実験ケース一覧

試験体名	コンクリート 圧縮強度 (MPa)	曲げ 剛性 (MNm ² /m)	衝突速度 V (m/s)
C15	11.3	16.8	3, 3.5, 4, 4.5
C30	26.3	19.9	4, 4.5, 5, 5.5
C45	39.0	23.4	5.3, 5.7, 6, 6.3
C60	50.9	25.3	5, 5.5, 6, 6.5

キーワード：RC 版、コンクリート圧縮強度、重錘落下衝撃実験、動的応答倍率

連絡先：〒050-8585 室蘭工業大学大学院 工学研究科 くらし環境系領域 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

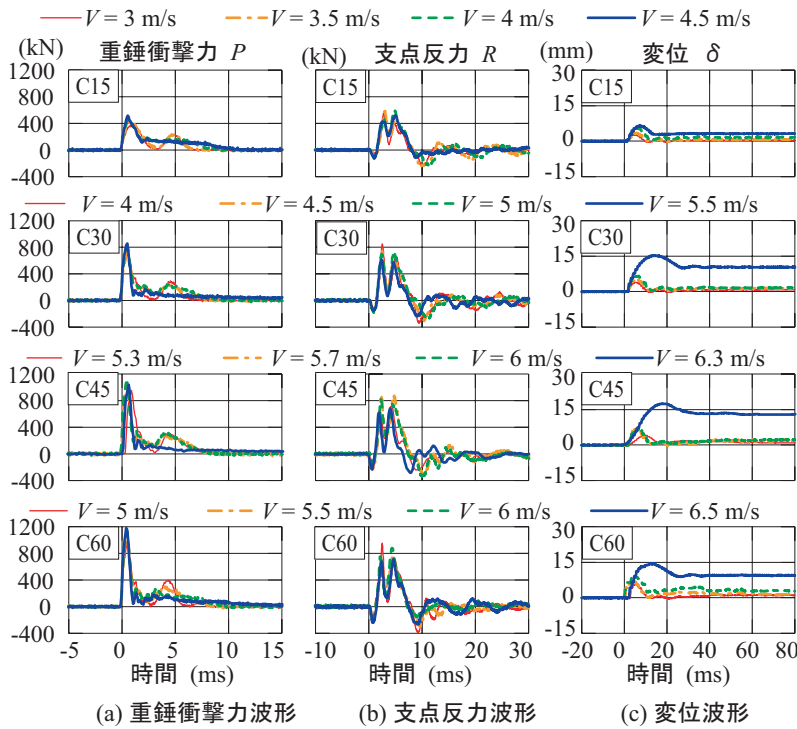


図-2 重錘衝撃力、支点反力および変位に関する応答波形

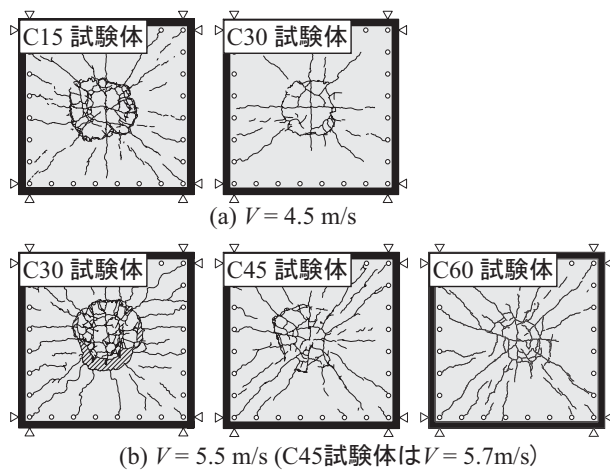


図-4 裏面のひび割れ状況

m/s の時の版裏面のひび割れ分布性状を示している。

(a) 図より、C15 試験体は、C30 試験体と比べて円形状のひび割れの他、放射状の曲げひび割れも多数発生しており、試験体の損傷が大きいことがうかがえる。(b) 図より、C30 試験体の場合には押抜きせん断ひび割れ内部でかぶりコンクリートが剥落しているのに対し、C45/60 試験体の場合には、押抜きせん断ひび割れは見られるものの、剥落には至っていない。このことから、圧縮強度が高い試験体ほど、放射状や円形状のひび割れが軽微となり、より健全であることが推察される。なお、C45/60 試験体のひび割れ性状には大差はない。この傾向は、前述の各種応答値と衝突速度の関係に見られた傾向に対応している。

3.3 動的耐力および動的応答倍率

表-2 には、本実験に用いた試験体の動的耐力および静

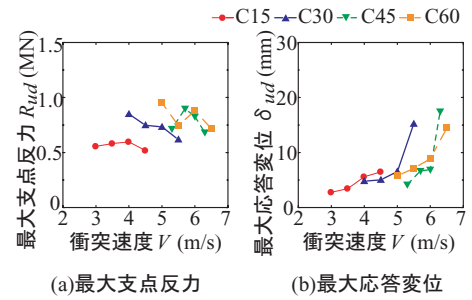


図-3 各種応答値と衝突速度の関係

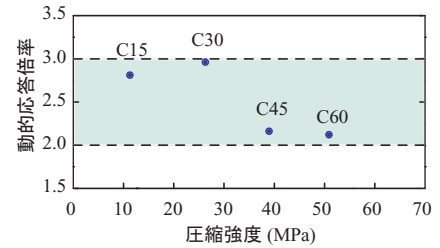


図-5 動的応答倍率と圧縮強度の関係

表-2 動的耐力および静的耐力一覧

試験体名	終局速度 (m/s)	動的耐力 R_{ud} (kN)	静的耐力 P_{us} (kN)	動的応答倍率 R_{ud}/P_{us}
C15	4	597.3	212.9	2.81
C30	4	849.7	287.2	2.96
C45	5.7	898.6	415.1	2.16
C60	5	952.6	449.3	2.12

的耐力を一覧にして示している。表には、終局時の衝突速度、動的耐力 R_{ud} 、別途実施した静載荷実験より得られた静的耐力 P_{us} 、および動的せん断耐力を静的せん断耐力で除した動的応答倍率を示している。なお、終局時の衝突速度とは、最大支点反力を示した衝突速度であり、動的せん断耐力は最大支点反力と同値であるものとして評価している。表より、本実験における動的応答倍率は 2.0 ～ 3.0 程度であり、動的応答倍率はコンクリートの圧縮強度の増加に対応して減少する傾向にあることが分かる。

なお、既往の研究では、版の曲げ剛性と動的応答倍率には相関があることを確認している。従って、本実験においても、このような傾向が現れているものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 圧縮強度が大きい試験体ほど RC 版の最大重錘衝撃力及び最大支点反力は大きく、また、同一衝突速度における RC 版の損傷程度は、減少する傾向にある。ただし、圧縮強度が 40 MPa 程度以上ではその差は小さく、圧縮強度が RC 版の耐衝撃性に及ぼす影響には上限があるものと考えられる。
- (2) コンクリートの圧縮強度の増加に対応して、RC 版の動的応答倍率は低下する傾向にある。