せん断破壊型 RC 梁の耐衝撃性状に与えるせん断補強筋量の影響

室蘭工業大学	学生員	盛田	行彦	室蘭工業大学	正	員	安藤	智啓
三井建設(株)	フェロー	三上	浩	室蘭工業大学	正	員	岸	徳光

1. はじめに

本研究では,静載荷時にせん断破壊が卓越する RC 梁の耐衝撃性状を検討するため,せん断補強筋量の異なる 3 種類の RC 梁(全19体)を用いた単一載荷による重錘落下衝撃実験を行った.

2. 実験概要

図 - 1 には実験に用いた試験体の形状寸法および配筋状況の一例を示している.試験体の形状寸法(梁幅× 梁高×純スパン長)は全て 200×400×2,000 mm である.せん断補強に関しては,せん断補強筋を配筋しない場 合と,150,75 mm 間隔で配筋する場合を設定している.表 - 1 には用いた試験体の一覧を示している.表中, 試験体名はSの後にせん断補強筋比Psを%単位で整数に丸めた数値を付記して示している.静的せん断耐力 Vusc および静的曲げ耐力 Pusc は土木学会コンクリート標準示方書に基づき算定している.各試験体はせん断余裕度 が全てa<1.0 であることより,静載荷時にはせん断破壊することを意味している.実験は,試験体をリバウンド

防止用治具付の支点上に設置し,梁スパン中央部に400kgの重 錘を所定の高さから1度だけ自由落下させる単一載荷により 行っている.また支点治具全体はピン支持に近い構造となって いる.測定項目は,重錘衝撃力,合支点反力(以下,支点反力), 載荷点変位(以下,変位)およびせん断補強筋歪(150mm間隔 に貼付)の各応答波形である.



3. 実験結果および考察

3.1 重錘衝撃力,支点反力,変位の応答波形

図 - 2 には各梁の重錘衝撃力 P, 支点反力 R およ び変位dの応答波形を示している.図より,重錘衝 撃力および支点反力波形は,V=0.9m/s では各梁とも 良く一致した分布性状を示している.V 3.7m/s で は,S0梁とS2,S4梁の分布性状に差が見られる.す なわち, 重錘衝撃力波形に関しては, 衝撃初期の継 続時間の短い正弦半波が各梁でほぼ同様であるも のの,後続の継続時間の長い波形成分が異なる分布 性状を示している.また,支点反力波形に関しては, S0 梁の場合には衝撃初期の正弦半波とその後の振 4.6m/s 幅が小さく継続時間の長い波形成分が合成された 分布性状を,S2,S4 梁の場合には周期が約 20 msの正 6.5m/s 750 弦半波波形と周期が 2.5ms 程度の 3 波の減衰波形か ら合成された分布性状を示している.このような現 7.4m/s 750 象は,S0梁の場合にはせん断補強筋が配筋されてい ないことより,初期の衝撃荷重によって,アーチ状 8.4m/s 750 のひび割れが発生し(図 - 3),梁の復元力が著しく 低下するためと考えられる.一方, S2, S4 梁の場合

図 - 1 S4 梁の形状寸法および配筋状況

表 - 1 試験体の一覧										
試験 体名	せん断 補強筋比 <i>Ps</i>	静的せん 断耐力 V _{usc} (kN)	静的曲 げ耐力 P _{usc} (kN)	せん断 余裕度	衝突速度 V (m/s)					
S 0	0.0	164.6		0.37	0.9, 3.7, 4.6, 5.6					
S2	0.00211	253.8	448.8	0.57	0.9, 3.7, 4.6, 5.6, 6.5, 7.4, 8.4					
S4	0.00422	343.0		0.76	0.9, 3.7, 4.6, 6.5, 7.4, 8.4, 9.3, 10.2					
-										



キーワード: せん断破壊型 RC 梁, 耐衝撃性状, せん断補強筋量, 支点反力

連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27番1号 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel 0143-46-5226 Fax 0143-46-5227



にはせん断補強筋の効果により,衝突速度が大きい場合においても,著しく剛性が J 3000 μ 低下したことが分かる.変位波形は, P, R 同様 V 3.7m/s で S0 梁と他の梁で差があ る.すなわち, S0 梁の場合には,波動の振幅や周期がせん断補強筋を配筋している භ S2, S4 梁に比べて大きく,支点反力波形同様著しく損傷していることが推察される. 3.2 支点反力と変位の関係

図 - 4には各梁の支点反力と変位に関する R - d 履歴曲線を衝突速度毎に比較し て示している.図より,V=0.9m/s では,各梁とも大略類似した弾性的な分布性状を 示している.しかしながら,V=3.7m/s では,せん断補強筋を配筋していない SO 梁の 場合には,最大支点反力値到達後も変位が増大する傾向を示し,履歴曲線は二等辺 三角形状の分布性状を示している.これは,コンクリートと主鉄筋が相互に衝撃荷 重に抵抗して最大支点反力値まで達するものの,図 - 3に示されるようなアーチ状 のひび割れの発生によって耐力を失い,変位の増大とともに除荷に至るためと推察

される.S2,S4梁の場合には,S0梁と同程度の支点反力を示すものの,最終的に変図。 位が復元しており,せん断補強筋の効果を確認できる.さらに衝突速度を増大させ 歪



図 - 5 せん断補強筋 歪分布(V=3.7m/s)

ると, S2, S4 梁の残留変位は増大する傾向を示している.V=7.4m/s以降では,衝撃初期と後続の反力分布が二 等辺三角形状に推移し,この衝突速度以上での最大支点反力値は大略同程度となっている.これは,せん断補 強筋を配筋している場合にも,梁が著しく損傷しせん断破壊に至る場合には,ひび割れが大きく開口するため にせん断補強筋が配筋されていない場合と同様に二等辺三角形状の履歴分布特性を示し,かつ各梁の耐力に対 応したほぼ絶対最大支点反力値を示すことを暗示している.

3.3 せん断補強筋歪分布

図 - 5 には衝突速度 V=3.7m/s における S2,S4 梁のせん断補強筋歪分布の経時変化を示している.図より,S2 梁の場合には,片側支点部近傍の1本のせん断補強筋に 5,000mを超える大きい歪が発生している.また,ほぼ 除荷状態にある 14 ms においてもこの点の歪は減少していない.これは,歪ゲージ添付位置近傍に明確なせん断 ひび割れが発生していることを暗示している.一方,S4 梁の場合には,歪がスパン中央に対してほぼ対称に励 起され,時間の経過とともに増大している.しかしながら,ほぼ除荷状態にある 14 ms 時には零レベルに回復し ている.これより,S4 梁はせん断補強筋の配筋間隔が S2 梁の場合の 1/2 であることより,せん断補強筋が効率 良くせん断力に抵抗しているものと推察される.

4. まとめ

本研究では,静載荷時にせん断破壊が卓越する RC 梁の耐衝撃性状を検討するため,せん断補強筋量の異なる RC 梁を用いた単一載荷による重錘落下衝撃実験を行った.その結果,1)重錘衝撃力および支点反力波形は,衝 撃初期の継続時間の短い波形成分とその後の継続時間の比較的長い波形成分から成る分布性状を示す.2) RC 梁が著しく損傷しせん断破壊に至る場合の支点反力 - 変位曲線は,せん断補強筋量に関わらず二等辺三角形状 の分布性状を示し,かつこの時点でほぼ絶対最大支点反力値を示す.3)せん断補強筋を増加させることで,斜 めひび割れ発生後のせん断力を効率良く分担させることができ,梁の塑性化を抑制できる.

-151-