# 軽量コンクリートを用いたせん断破壊型 RC 梁の耐衝撃性状

(独)北海道開発土木研究所	Æ	員	○ 今野	久志	室蘭工業大学	フェロー	岸	徳光
ドーピー建設工業(株)	Æ	員	竹本	伸一	室蘭工業大学	フェロー	松岡	健一

#### 1. はじめに

本研究では、軽量コンクリートを用いたせん断破壊型 RC 梁の耐衝撃性状を検討することを目的として、軽量コンク リートおよび普通コンクリートを用いた RC 梁に関する重錘落下衝撃実験を実施した.

## 2. 実験概要

図-1には、本実験に用いた RC 梁の形状寸法および配筋状況を示している.本研究では、コンクリート材料の違いのみに着目して検討を行うため、軽量コンクリート(Light-Weight Concrete)を用いた RC 梁(以後,LW 梁)と普通コンクリート(Normal Concrete)を用いた RC 梁(以後,N梁)で同一の形状寸法および配筋とした.すなわち、形状寸法(梁幅×梁高×純スパン長)は200×300×2,000 mm、軸方向鉄筋にはD22を4本用いた複鉄筋矩形 RC 梁である. 表-1には、LW 梁および N 梁の静的設計値および重錘衝突速度の一覧を示している.なお、表-2には、設計に用いたコンクリートの力学的特性値を示している.本実験は、リバウンド防止用治具付の支点治具上に RC 梁を設置し、所定の高さから質量300 kg 重錘を梁のスパン中央部に一度だけ自由落下させる単一載荷によって実施している.

支点治具全体は, RC 梁の回転のみを許容するピン支 持に近い構造となっている.測定項目は,重錘衝撃力 P,合支点反力 R (以後,支点反力)および載荷点変位 る(以後,変位)の各応答波形である.また,実験終 了後には,ひび割れ状況を記録している.

## 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には、各衝突速度に対する重錘衝撃力 P、支点反 カ R および変位  $\delta$ に関する応答波形を示している.ここで は、紙面の都合上 3 ケースについて示している.図より、 重錘衝撃力波形 P に着目すると、コンクリートの材料の 違いにかかわらず、同様の性状を示している.すなわち、 衝撃初期には継続時間の短い正弦半波(第1波)および その後の継続時間の長い正弦半波(第2波)が連なった 波形性状を示す.また、V = 4 m/s に着目すると、最大値 は LW 梁の場合が N 梁の場合よりも

小さい傾向を示しており,両梁で発生 V=
する重錘衝撃力に差のあることが分か
3.5 m/s
る.これは,重錘衝撃力が重錘とコン
クリートの接触による相互作用によっ
て発生する現象であることより,両コ
4 m/s
ンクリートの弾性係数の差が大きく関
与しているためと推察される.次に,4.5 m/s
支点反力波形 R に着目すると,LW 梁
の場合には継続時間が 7 ~ 10 ms 程度
の三角形波と周期が数 ms 程度の波形



# 図-1 試験体概要図

表-1 試験体の一覧

	計算静的	計算静的	実測静的	実せん断	金虎连座
試験体	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力	余裕度	倒矢速度 V(m/5)
	Vusc (kN)	P <sub>usc</sub> (kN)	Pus (kN)	$\alpha' (= P_{us} / P_{usc})$	<i>v</i> (m/s)
Ν	115.3	132.4	134.1	1.01	4, 4.5, 5, 5.25, 5.5
LW	80.7	131.3	101.7	0.75	3, 3.5, 3.75, 4, 4.25

表-2 コンクリートの力学的特性値

	コンク		圧縮強度	引張強度	弾性係数	ポアソン比
	リート	比里	$f_c'$ (MPa)	$f_t$ (MPa)	$E_c$ (GPa)	Vc
	普通	2.33	44.8	3.50	29.8	0.21
ĺ	軽量	1.86	41.8	2.53	21.1	0.21

: N ----- : LW



キーワード:軽量コンクリート, RC 梁, せん断破壊, 耐衝撃性状

連絡先:〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 北海道開発土木研究所 TEL.011-841-1698 FAX.011-820-2714

が合成された分布性状を示している.しかしながら,N梁の場合 には三角形波の継続時間が13~15 ms 程度とLW梁に比較して長 い.また,衝撃初期の最大支点反力発生時近傍の高周波成分の振 幅は,N梁の場合がLW梁の場合より大きい.変位波形るは,正 弦半波の分布性状を示した後,減衰自由振動に至っている.また, いずれの梁においても,衝突速度の増大に伴い,衝撃荷重載荷時 の振幅および周期が増大していることが分かる.LW梁とN梁を 比較すると,LW梁はN梁に比べて衝突速度の増加に対する荷重 載荷時の継続時間の増加割合が大きく示され,損傷の進行度合の 大きいことが分かる.

#### 3.2 各種応答値の比較

図-3には、各RC梁の最大重錘衝撃力Pud、最大支点反力Rud、 最大変位  $\delta_{max}$  および残留変位  $\delta_{rd}$  を衝突速度 V 毎に示している. (a) 図, (b) 図より,最大重錘衝撃力 P<sub>ud</sub>,最大支点反力 R<sub>ud</sub> は共に, N 梁が LW 梁を上回っている.これは、コンクリートの弾性係数 の差が大きく影響しているためと推察される.一方,(c)図の最大 変位  $\delta_{max}$  に着目すると、V = 4, 4.25 m/s時における LW 梁の結果 を除くと、両梁の分布はほぼ線形的に増加していることが分かる. これは、著しい破壊が生じるまでは、コンクリート材料にかかわ らず、入力エネルギーやコンクリート強度に対応した変位が励起 されることを示唆している. また, LW 梁の場合には, 衝突速度 V = 3.75 m/s から V = 4 m/s に増加させた時点で最大変位, 残留変位 が急激に増加していることから、この時点で、脆性的に終局に至 ることが推察される.(d)図の残留変位 $\delta_{rd}$ に着目すると、LW梁 の場合は V ≥ 3.75 m/s において線形的に増加しており,入力エネ ルギーの増加に対応して損傷の程度も進行していることが伺える. 一方,N梁の場合は $V \ge 4.5 \text{ m/s}$ で類似の値を示しており,LW梁 に比べて耐衝撃性に優れているものと推察される.しかしながら, 残留変位が 15 mm 程度に達していることより、コンクリートと鉄 筋の付着切れ等によりいずれの場合も終局に達しているものと判 断される.以上のことより、せん断破壊時のLW梁の耐衝撃性は N 梁よりも小さいものと判断される.



図-3 各種応答値



図-4 ひび割れ分布性状

#### 3.3 ひび割れ分布性状

図-4には、LW 梁とN 梁における衝突速度毎の実験終了後のひび割れ分布性状を示している.LW 梁の場合には、 *V*=3m/s時から、載荷点から支点部へと進展するアーチ状のせん断ひび割れが発生している.このひび割れ分布性状 は衝突速度が増加すると共に顕在化し、*V*=4m/sの場合は、載荷点近傍のコンクリートブロックが剥落し、過度の損 傷を受けていることが分かる.一方、N 梁の場合は、*V*=4m/s時において曲げひび割れが卓越しており、LW 梁の4 m/sの場合とは異なっていることが分かる.これは、N 梁の実せん断余裕度が1.0程度であることによるものと推察さ れる.しかしながら、*V*=4.5,5m/s時には載荷点から斜めひび割れが発生すると共に梁右側部にアーチ状のひび割れ が発生しており、せん断破壊によって終局状態に至っていることが分かる.

# 4. まとめ

1) 軽量コンクリートを用いたせん断破壊型 RC 梁の耐衝撃性は, 普通コンクリートを用いる場合に比較して小さい.

2) 各応答波形は,最大応答値が異なるもののその性状は両梁で大略類似である.