

I - B162

横衝撃を受ける RC 柱模型の衝撃力継続時間

オリエンタル建設（株）

室蘭工業大学

三井建設（株）

室蘭工業大学

正 員 吉 川 卓

正 員 岸 徳 光

正 員 三 上 浩

正 員 松 岡 健 一

1. はじめに

本研究では、せん断スパン比 (a/d) の異なる柱模型を用い、軸方向筋量、せん断補強筋の有無および軸圧縮力を変化させた場合の、横方向衝撃載荷実験を行った。検討は主としてロードセルを内蔵した重錘による重錘衝撃力特性に着目して行い、RC 柱が横方向衝撃力を受ける場合の耐衝撃設計法を提案する上で重要な衝撃力継続時間について考察を行った。

2. 実験の概要

表-1 に実験に用いた試験体の一覧を示す。試験体名称の第1項は橋脚模型のタイプ (L-:長柱 $a/d=3.6$, S-:短柱 $a/d=1.6$)、第2項は軸方向筋の呼び径、第3項はせん断補強筋の本数、第4項は軸方向の応力度を示している。C40, T40 は各々圧縮応力と引張応力が 40 kgf/cm^2 であることを示し、NS は軸方向力を加えていないことを示している。図-1 に試験体の形状寸法および補強筋の配置位置を示す。軸方向筋には D6 または D10 を8本用い、全断面に対する補強割合は各々 1.13 %, 2.54 %である。実験時の材令 21~37 日におけるコンクリートの平均圧縮強度は 389 kgf/cm^2 である。衝撃荷重の載荷は、重量が 200 kgf、直径が 15 cm の円柱状の鋼製重錘を所定の高さにセットした後、試験体の前面より 15 cm の位置に自由落下させて載荷し、載荷速度 $V=1 \text{ m/sec}$ から 1 m/sec 刻みで増加させ試験体が破壊するまで繰り返し行った。なお、破壊の定義は載荷点の残留変形量が L-タイプで 43 mm、S-タイプで 19 mm 程度以上とした。試験体は横置きし、圧縮、引張の軸方向力は軸力管理用のロードセルで管理し油圧ジャッキにより作用させた。本実験での計測項目は、重錘に内蔵したロードセルによる重錘衝撃力である。

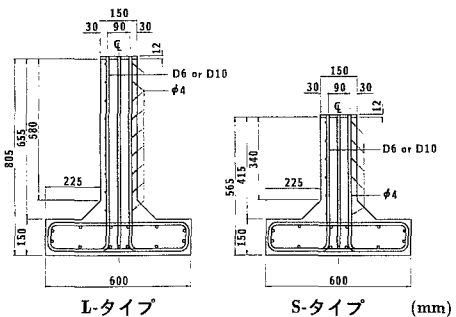
3. 実験結果および考察

3.1 運動量と力積の関係

図-2 には、全試験体の各載荷速度における力積を示している。力積は、重錘衝撃力波形を継続時間について積分して求めた。図中には実線で、重錘の衝突前の速度 v が衝突後に 0 になる場合 ($m \cdot v$) と衝突後 $-v$ になる場合 ($2m \cdot v$) の運動量変化に等しい力積を示した。なお、破線は最小 2 乗法で求めた力積の回帰直線を示しており、 a 値は回帰直線の勾配を示している。図中の () で記したデータは他と比べて明らかに破壊が著しく進行した状態のものであり、このデータは除いて回帰直線を決定している。図より L-, S-タイプとも

表-1 試験体の一覧

試験体の名称	軸方向筋	せん断補強筋	軸方向応力度 (kgf/cm^2)	載荷速度 (m/sec)	最大変形量 (mm)
L-6-0-C40	D6		圧縮 40	1~4	156.5
L-6-0-NS	8本	なし	0	1~3	101.5
L-6-0-T40	1.13%		引張 40	1~3	100.0
L-6-9-C40	D6	$\phi 4$	圧縮 40	1~5	156.0
L-6-9-NS	8本	9本	0	1~3	45.5
L-6-9-T40	1.13%	0.22%	引張 40	1~4	115.0
L-10-0-C40	D10		圧縮 40	1~4	139.5
L-10-0-NS	8本	なし	0	1~4	85.5
L-10-0-T40	2.54%		引張 40	1~4	159.0
L-10-9-C40	D10	$\phi 4$	圧縮 40	1~5	158.5
L-10-9-NS	8本	9本	0	1~4	45.0
L-10-9-T40	2.54%	0.22%	引張 40	1~4	49.0
S-6-0-C40	D6		圧縮 40	1~4	43.5
S-6-0-NS	8本	なし	0	1~3	43.5
S-6-0-T40	1.13%		引張 40	1~4	149.5
S-6-6-C40	D6	$\phi 4$	圧縮 40	1~4	53.5
S-6-6-NS	8本	6本	0	1~3	24.5
S-6-6-T40	1.13%	0.22%	引張 40	1~3	26.5
S-10-0-C40	D10		圧縮 40	1~4	44.5
S-10-0-NS	8本	なし	0	1~4	63.0
S-10-0-T40	2.54%		引張 40	1~4	30.0
S-10-6-C40	D10	$\phi 4$	圧縮 40	1~5	78.0
S-10-6-NS	8本	6本	0	1~4	41.0
S-10-6-T40	2.54%	0.22%	引張 40	1~4	24.0



L-タイプ S-タイプ (mm)

図-1 試験体の形状寸法

キーワード：横方向衝撃力、RC 柱、せん断スパン比、衝撃力継続時間

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 0143-47-3168 Fax 0143-47-3169

にせん断補強筋の有無や軸方向筋量の大小、軸力の種類などに関わらず、力積は重錘の運動量変化 $m \cdot v$ とほぼ一対一で対応していることがわかる。すなわち、 a/d は両者で2倍以上異なるものの力積には大差がなく、また、せん断補強筋の有無や軸方向筋量の大小および軸力の種類にも力積は影響されないことがわかる。

3.2 重錘衝撃力の継続時間

図-3には、各試験体の平均重錘衝撃力およびその継続時間を示している。なお、L-6-0-NSの $V=2$ m/sec 載荷は計測不良である。ここで、平均重錘衝撃力とは、重錘衝撃力波形を継続時間について積分して求めた力積をその継続時間で除したものである。

L-タイプの平均重錘衝撃力は $V=2 \sim 3$ m/sec 載荷時に最大となり、その値は全般的に軸圧縮力を作用させている試験体ほど大きく、この傾向は軸方向筋量が少ない場合に顕著である。一方、重錘衝撃力の継続時間は明瞭なせん断破壊を示した試験体の最終載荷速度で長くなる傾向にあるが、それ以前の載荷速度では試験体の種類によらず 20~25 msec 程度のほぼ同等な継続時間を示している。すなわち、L-タイプの継続時間 20~25 msec は試験体の断面寸法と載荷位置などに対して固有の値と考えられる。

一方、S-タイプの平均重錘衝撃力は L-タイプと同様に $V=2 \sim 3$ m/sec 載荷時に最大となり、その値は軸圧縮力を作用させている試験体ほど大きい。また、その傾向は軸方向筋量が少ない場合に特に顕著である。S-タイプの重錘衝撃力の継続時間は、いずれの試験体もせん断破壊したことから最大載荷速度において一様に増大している。なお、それ以前の載荷速度では試験体の種類によらず 10 msec 程度のほぼ同等の継続時間を示している。すなわち、S-タイプのせん断スパンの 2.2 倍である L-タイプの重錘衝撃力の継続時間が S-タイプの 2.0~2.5 倍程度長いことから、重錘衝撃力の継続時間はせん断スパンにほぼ比例することがわかる。一方、平均重錘衝撃力の最大値は、静的曲げ耐力やせん断耐力を若干上回っていることを確認している。以上の様に、重錘の運動量変化と励起される力積はほぼ等しいことから、任意の RC 橋脚の衝撃力継続時間が特定できれば、設計運動量変化に対して所要の衝撃耐力を有する RC 柱を静的曲げ耐力やせん断耐力を求めることで安全側に設計することができる。このとき、衝撃荷重の継続時間は RC 柱の断面寸法に影響され、また、 a/d にほぼ比例する。

4. まとめ

- (1) RC 柱に横方向衝撃力が作用した場合に励起される力積はせん断スパン比 a/d に関わらず、ほぼ重錘質量 (m) と載荷速度 (v) の積で評価可能である。
- (2) 重錘衝撃力の継続時間は断面寸法に影響され、載荷スパン (RC 柱の高さ) にほぼ比例する。

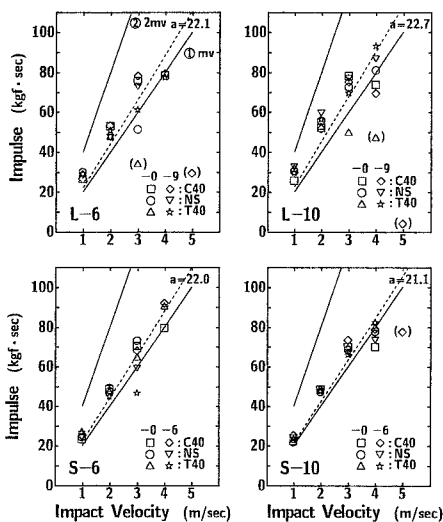


図-2 載荷速度と力積の関係

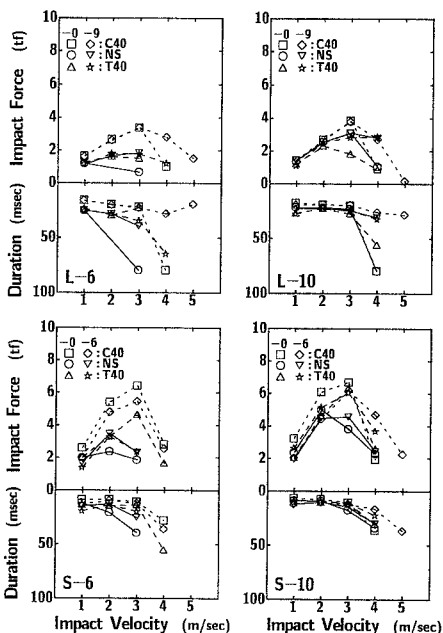


図-3 重錘衝撃力と継続時間の関係