

I-B 96

軸方向衝撃力によるRC柱部材の衝撃破壊

防衛大学校土木工学科 学生員 喜多龍一郎
防衛大学校土木工学科 正 員 大野 友則
竹中工務店技術研究所 正 員 上林 厚志

防衛大学校土木工学科 正 員 藤掛 一典
竹中工務店技術研究所 正 員 上田 眞稔

1. はじめに

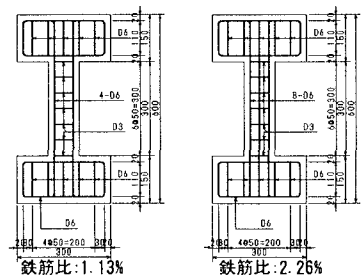
兵庫県南部地震では、数多くの土木・建築構造物が破壊した。特に今回の地震では、RC橋脚などに軸直交断面の全周ひびわれや橋脚天端・下端部の圧縮破壊、あるいは斜めせん断破壊、RC製煙突の頂部破断、鋼製橋脚の局部破壊や脆性破断など軸力が卓越した破断など過去の被害状況とはまったく異なる形式のものがある。また、多くの被災者の証言から強い横揺れの地震動の前に衝撃的な地震動が存在した可能性があり、これが衝撃破壊をもたらしたと指摘する技術者・研究者も少なくない^{1)～3)}。

そこで、本研究はRC柱部材を対象とした軸方向衝撃载荷実験を行い、RC橋脚に生じた全周ひびわれ、橋脚天端における圧縮破壊などの発生の可能性や、このような被害が発生するのに必要な入力特性を実験的に把握することを目的としている。

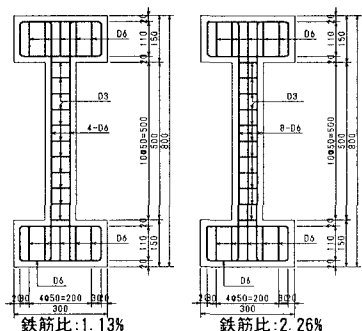
2. 軸方向衝撃载荷実験の概要

2. 1 試験体の諸元と実験パラメータ 実験に用いた試験体の形状・寸法および諸元を図-1に示す。試験体は10×10cmの正方形断面の柱部と15×30×10cmのフーチングおよび橋脚上部のT型梁部に相当する矩形部分からできている。実験のパラメータは、柱部分の長さの相違(30cmと50cm)、鉄筋量の大小および上部重量の相違である。同一諸元の試験体に3種類の速度で衝突させ、損傷の程度の相違を調べるためと比較のための無筋の柱部材を合わせ、3×8=24体の試験体を作製した。実験のケースは表-1に示す24ケースである。

2. 2 载荷装置および試験体の設置 衝撃力を作用させるために用いた装置は、図-2に示す水平衝撃荷重装置である。本装置は、直径10cm、長さ1.5mの8本のゴム棒を伸長して、その弾性エネルギーを利用して重量100kgfの衝突体を加速させるものである。実際の橋脚軸方向に作用する外力は鉛直方向であるが、装置の制約から試



(a) S30-シリーズ



(b) S50-シリーズ

図-1 試験体の形状・寸法及び諸元

表-1 実験ケース

No.	試験体名	試験体長さ(cm)	下部治具重量(kgf)	上部治具重量(kgf)	配筋率(%)
1	S30-0-100-5	30	100	100	0
2	S30-0-100-10			100	
3	S30-0-100-15			100	
4	S30-0-200-5			200	
5	S30-0-200-10			200	
6	S30-0-200-15			200	
7	S50-0-100-5	50	100	100	0
8	S50-0-100-10			100	
9	S50-0-100-15			100	
10	S50-0-200-5			200	
11	S50-0-200-10			200	
12	S50-0-200-15			200	
13	S30-113-5	30	200	100	1.13
14	S30-113-10			100	2.26
15	S30-113-15			100	1.13
16	S30-226-5			200	2.26
17	S30-226-10			200	1.13
18	S30-226-15			200	2.26
19	S50-113-5	50	200	100	1.13
20	S50-113-10			100	2.26
21	S50-113-15			100	1.13
22	S50-226-5			200	2.26
23	S50-226-10			200	1.13
24	S50-226-15			200	2.26

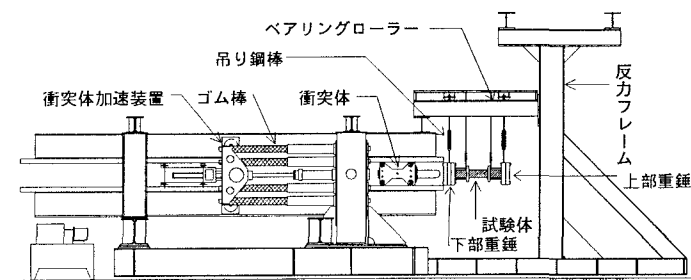


図-2 载荷装置および試験体の設置の概要

験体を横に設置して水平方向から軸方向衝撃力を作用させるようにした。また、橋脚上部の重量による軸応力や重力の影響は、本実験では考慮しないことにした。

3. 実験結果と考察

3. 1 損傷状況の比較 表-2にR C試験体に対する実験結果を示す。軸方向鉄筋比の相違を調べると、柱部長さ30cmで軸方向鉄筋比1.13%のS30-113の場合、圧縮による

斜めせん断破壊(S30-113-5, S30-113-15)あるいは頂部付近での圧縮破壊と基部の引張ひびわれ(S30-113-10)である。これに対し、2倍の鉄筋量(2.26%)を有するS30-226では、柱部に引張ひびわれ(S30-226-5, S30-226-10)が生じる場合と圧縮による斜めせん断破壊(S30-226-15)する場合が生じた。軸方向鉄筋比が小さいと圧縮破壊モードが発生しやすいと考えられる。柱部長さが50cmのS50-113, 226の場合、衝突速度が5~6.4m/sに対しては鉄筋比の大小によらず柱部に4~5本の引張ひびわれが生じた。衝突速度が7.7m/sを超えると圧縮と引張の複合破壊が生じた。

3. 2 損傷発生時刻 図-3, 4に一例として、S30-113-15とS50-226-5試験体のコンクリートひずみの時刻歴を示す。S30-113-15試験体の場合は、圧縮による斜めせん断破壊が生じた。圧縮ひずみが最大となる時刻

(S30-113-15: 鉄筋比1.13%, 柱部長さ30cm, 衝突速度7.86m/s)

図-3 コンクリートひずみ時刻歴と損傷状況

が柱下部、中間部、上部で差が生じているのが分かる。圧縮限界ひずみの2000 μ を越える時刻は、どの位置でもほぼ同時で約0.75msである。S50-226-5試験体の場合、柱全体にわたって4本の引張ひびわれが生じた。

柱部中央のひずみ(SC2)を見ると、引張ひずみが200 μ を越える時刻は約

(S50-226-5: 鉄筋比2.26%, 柱部長さ50cm, 衝突速度4.89m/s)

図-4 コンクリートひずみ時刻歴と損傷状況

2.3msであることが分かる。以上のように、引張ひびわれあるいは圧縮破壊が生じる時刻は、柱の長さや鉄筋量等によって異なるが、概ね衝突後数msecの時刻であることが分かる。

4. 結論

本実験は、衝撃的入力による引張あるいは圧縮破壊現象の出現の可能性の検討や入力の特定制に関する基礎的データの収集を目的として行ったものである。実際のR C橋脚を縮尺したモデル試験体ではないが、実被害例に極めて類似した破壊モードを得ることができた。その結果、軸方向衝撃入力により引張ひびわれまたは圧縮による局部的圧壊や斜めせん断破壊が生じる可能性があることが判明した。入力の特定制、破壊のメカニズムなどについては得られたデータを更に詳細に検討することにより明らかにすることができると考える。

参考文献

- 1) 園田恵一郎・小林治俊：兵庫県南部地震における土木構造物の地震衝撃破壊について，土木学会構造工学委員会衝撃問題研究小委員会資料，1995.4
- 2) 泉博允：衝撃的地震動についての考察，土木学会第50回年次学術講演概観，1-B, pp.1118-1119, 1995.9
- 3) 藤掛・大野・井元・上田：直下型地震でR C橋脚に生じた衝撃引張破壊のメカニズムに関する一考察，土木学会第50回年次学術講演概要集，1-B, pp.950-951, 1995.9

表-2 実験結果

試験体名	衝突速度 (m/sec)	衝撃作用時間 (msec)	柱下部の変位 速度 (m/sec)	柱上部の変位 速度 (m/sec)	破壊の状況		
					柱下部	柱中央	柱上部
S30-113-5	6.66	0.965	2.80	0.25		▲	
S30-113-10	6.38	0.935	2.33	0.13	△	△	▲
S30-113-15	7.86	1.010	2.00	0.20	▲	△	
S30-226-5	6.98	0.895	1.43	0.31		△	
S30-226-10	6.37	0.970	1.75	0.25		△	
S30-226-15	7.77	1.185	2.13	0.25		▲	
S50-113-5	5.05	1.050	2.75	0.13		△	
S50-113-10	6.32	1.160	1.06	0.20		△	
S50-113-15	7.72	0.905	0.59	0.31		△	▲
S50-226-5	4.89	0.850	1.33	0.29		△	
S50-226-10	6.39	0.985	2.40	0.25		△	
S50-226-15	7.80	0.855	3.00	0.33		▲	△

△: ひびわれ, ▲: 圧壊

