

住友金属工業㈱ 正会員 奥田 洋一
 大阪市立大学工学部 フェロー 園田恵一郎
 大阪市立大学工学部 正会員 高田 直俊

はじめに 1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震では、数多くの鉄筋コンクリートおよび鋼構造物が多大な被害を受けた。震災後4年を経過したが、これらの破壊現象のメカニズムについてはまだ不明な点も多い。著者らは被害を受けたRC橋脚等の損傷が衝撃的突き上げ力によって発生した可能性があると考え[1]、本研究では、RC橋脚柱の水平輪切りひび割れや圧縮破壊、さらに鋼製橋脚柱の座屈現象を実験的に再現するため、水中線爆装置による衝撃載荷実験を行った[2]。

実験方法 本実験では衝撃力を発生させる方法に、 $1\mu\text{F} \times 10\text{kV}$ のコンデンサー6個に貯めた高圧電力を金属細線（アルミ箔）に流して爆発させる線爆方式を探っている。充電された電力（最大300J）は、図-1に示す衝撃発生部の電極を伝わり、放物面の焦点に設置された爆線に流れ、爆発する。発生した衝撃波は、爆線が放物面の焦点に設置されていることから一様に模型底面に伝えられるほか、上方へ放射状に広がって模型底面に直接伝えられる。 $6\mu\text{F}$ のコンデンサーを 10kV で充電した場合 150kgf/cm^2 を超える圧力が $150\mu\text{s}$ 程度の時間に発生する。

橋脚模型の諸元 RC橋脚模型は、 $\phi 36\text{mm}$ 円柱、 $\phi 50\text{mm}$ 円柱、矩形断面柱を作製した。図-2に $\phi 50\text{mm}$ 円柱橋脚模型の概略を示す。柱部は、 $\phi 1.2\text{mm}$ の異形鉄筋8本を主筋に、帯筋を 10mm 間隔に組んでいる。模型材料には、用いた装置の容量の関係から、石膏（圧縮強度 50kgf/cm^2 ）と強度の低い超早強セメントモルタル（ 100kgf/cm^2 ）を用いた。

金属管橋脚模型の柱部の材料にはアルミニウムと鋼を用いた。アルミは、柱長さ $70\sim100\text{mm}$ 、柱径 $31\sim45\text{mm}$ 、肉厚 0.5mm 、鋼は、柱長さ 100mm 、柱径 38mm 、肉厚 0.7mm のものを作製した。一部は柱中間高さから上部を薄肉の変断面模型としている。金属管橋脚模型は柱部とキャップ部、フーチング部は別々に作りエボキシ樹脂で固定している。図-3に等厚管柱の概略を示す。

高架橋RC橋脚模型の破壊結果 写真-1

～写真-4に高架橋RC橋脚模型の実験結果の例を示す。実験条件のCはコンデキーワード：地震、RC橋脚、鋼製橋脚、衝撃破壊、モデル実験

連絡先：〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138, Tel&Fax 06-605-2723

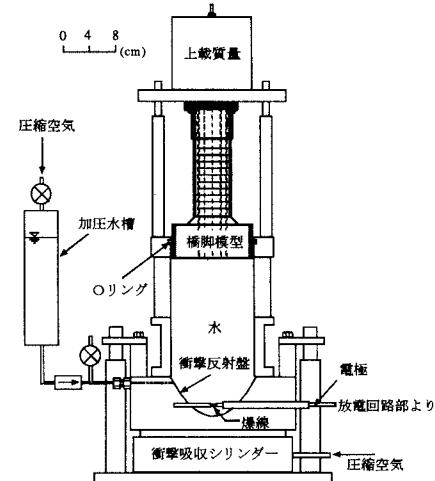


図-1 衝撃発生部

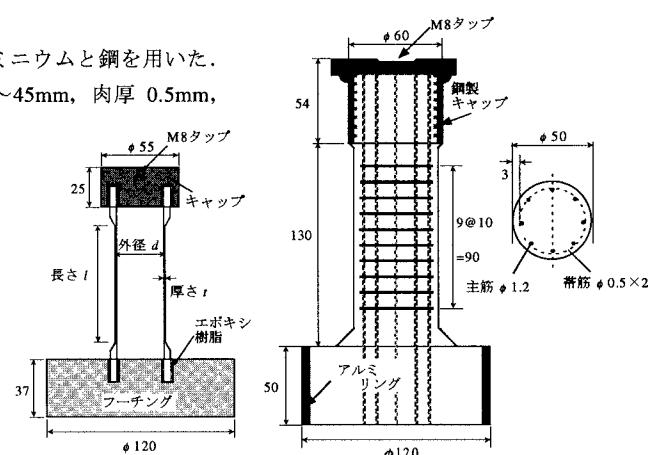


図-3 金属管橋脚模型

図-2 RC橋脚模型

ンサー容量, V は充電電圧を示す。写真-1, 写真-2 は圧縮破壊例(上載質量 W の大きい場合)である。柱部のかぶりが飛散した状態で破壊していることがよくわかる。矩形断面橋脚模型も同じように柱上部のかぶりが飛散する圧縮破壊形態を示した。

写真-3, 写真-4 には引張破壊例(上載質量 W の小さい場合)を示した。柱下部に水平輪切り状の亀裂の入った破壊をしている。

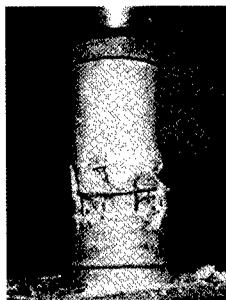


写真-1 $\phi 36$ モルタル
($C=6\mu F$, $V=10kv$, $W=10kg$)

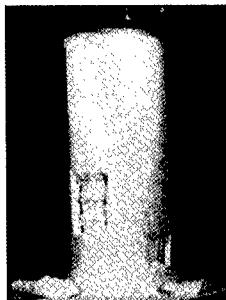


写真-2 $\phi 50$ 石膏

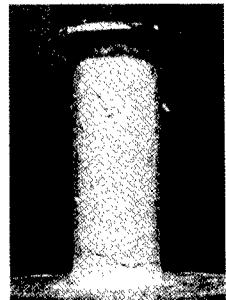


写真-3 $\phi 36$ モルタル

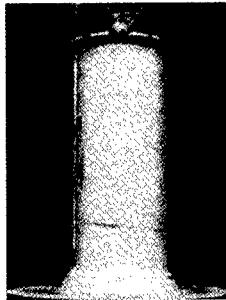


写真-4 $\phi 50$ 石膏
($C=6\mu F$, $V=10kv$, $W=2.5kg$)

金属管脚模型の破壊結果 写真-5～写真-8 に金属管柱の破壊例を示す。破壊形態の特徴として、写真-5 に示すような 1 カ所にのみ環状座屈を起こしたもの、写真-6 のように柱上下端の 2 カ所に環状座屈を起こしたもの、さらに、写真-7 のような非対称の座屈を起こしたもののが見られた。高速ビデオ撮影によると、非対称座屈を起こしたものは、はじめ軸対称形の環状座屈が生じ、それがさらに圧縮されていくにつれて三角、四角に断面が変形し、非対称の座屈に移行している。また、写真-7、写真-8 のように柱中間で管厚を変化させたときの変断面模型では管厚変化点での環状座屈を起こした。

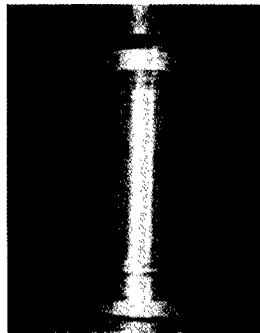


写真-5 $\phi 31$ アルミ
($C=6\mu F$, $V=10kv$, $W=5kg$)

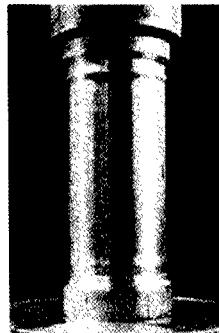


写真-6 $\phi 45$ アルミ
($C=5\mu F$, $V=10kv$, $W=5kg$)

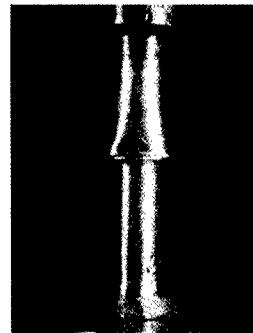


写真-7 $\phi 31$ アルミ変断面
($C=6\mu F$, $V=10kv$, $W=0kg$)



写真-8 $\phi 38$ 鋼変断面
($C=5\mu F$, $V=10kv$, $W=10kg$)

まとめ 本研究では兵庫県南部地震で観測された衝撃的突き上げ力によって破壊したと思われる橋脚柱部の破壊形態の再現を小型の橋脚模型を用いて試みた。その結果、RC 橋脚の圧縮破壊、引張破壊、鋼製橋脚の座屈現象とも非常によく似た破壊形態を再現できた。

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衝撃的破壊の事例, 第 3 回落石などによる衝撃問題に関するシンポジウム講演論文集, 土木学会, pp. 115-120, 1996.6.
- [2]石丸和宏, 林道廣, 他: 高架橋 RC 橋脚の衝撃的破壊について—モデル橋脚に対する線爆実験による検討—, 土木学会第 53 回年次学術講演概要集, 1-B, pp. 980-981, 1998.10.