

R C 橋脚の耐震性状に関する実験的研究

京都大学工学部 正員 山田 善一 京都大学工学部 正員 家村 浩和
神戸市 正員 ○西村 一郎 住友重機械工業 正員 名倉 重晴

1. まえがき

著者らは、R C 橋脚の弾塑性領域における耐震性を検討することを目的として、マイクロコンピュータと載荷試験機とを、A/D変換器を通して直結したオンラインハイブリッドシステムによる地震応答実験を実施してきている。¹⁾ 本研究では、上述のシステムに新たに開発した軸力載荷装置を導入して、軸力作用下で同様の地震応答実験を実施し、R C 構造物の復元力特性におよぼす軸力の影響を検討するとともに、地震エネルギー入力や履歴吸収エネルギーの面から、構造物の損傷度を定量的に評価した。

2. 実験の概要

オンライン実験の装置、測定機器を図1に示す。軸力載荷方法は図2に示すように、オイルシリンダーを油圧で作動させて、部材を圧縮する仕組みになっている。本研究の想定構造物は図3に示す一柱式のR C 橋脚で、橋脚下端の応力状態が、供試体スパン中央部に再現されるように軸力の大きさを決定した。入力地震波はEl Centro NS記録と八戸NS記録を用いた。

3. 実験結果および軸力の影響に関する考察

実験結果の一例として、El Centro NS入力の場合の履歴ループを図4に示す。 γ は入力の最大加速度と降伏加速度の比を表わす。軸力が大きくなるにしたがい降伏強度などは増加するが、ループの形は紡錘形から逆S字形に移行し、エネルギー吸収能の減少を定性的に示している。

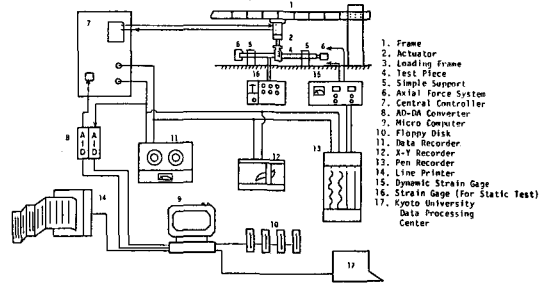


図1 Online Hybrid Experimental System

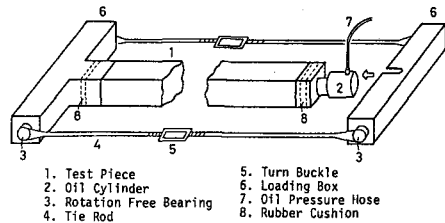


図2 Loading System of Axial Force

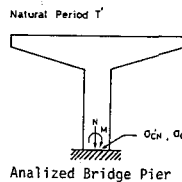
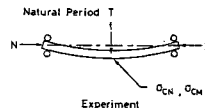


図3 Bridge Pier and its Modeling

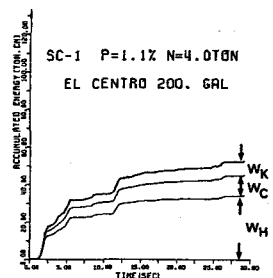


図5 Partitioning of Input Energy

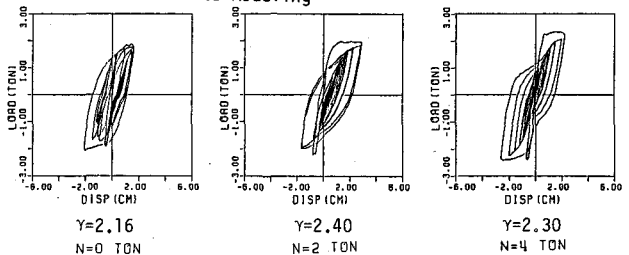


図4 Hysteresis Loops of Bending RC Members with and without Axial Forces

Yoshikazu YAMADA, Hirokazu IEMURA, Ichiro NISHIMURA, Shigeharu NAGURA

4. 履歴エネルギー吸収能に関する考察

本研究では、RC構造物の変形性能や終局耐力を定量的に評価する手法として、履歴エネルギー吸収量に注目して解析をすすめた。エネルギー入力概念は次のとおりである。²⁾

1自由度系の運動方程式は(1)式のように表わされるが、その両辺に $dx = \dot{x} dt$ をかけて、地震の継続時間にわたって積分すれば(2)式が得られる。

$$m \ddot{x} + c \dot{x} + F = -m \ddot{z} \tag{1}$$

$$m \int \ddot{x} \dot{x} dt + c \int \dot{x}^2 dt + \int F dx = -m \int \ddot{z} \dot{x} dt \tag{2}$$

(2) 式の左辺第一項は運動エネルギー (W_K)、第二項は粘性減衰機構によるエネルギー吸収量 (W_c)、第三項は履歴エネルギー吸収量 (W_H) を表わす。また右辺は地震時に構造物に入力される総エネルギー量 (E) である。図5にその時間的变化を示す。また履歴エネルギー吸収能の劣化度は、図6に示すように W_H の関数として表わされ、入力波にはほとんど影響されない指標であることが明らかになった。最大塑性率で DW_H を評価したのが図7である。

5. まとめ

極限地震下において、構造物が崩壊しない条件は限界エネルギー吸収量 W_{Hu} を用いて、(3)式のように表わされる。

$$W_{Hu} > W_H = (W_H / E) * E \tag{3}$$

図8に示すように、速度応答スペクトルから総エネルギー入力 E^* を求めると過小評価することになる。一方、弾性系のそれとの差はほとんどない。したがって、まず総エネルギー入力を弾性系の応答より算出し、その何%が履歴エネルギーによって吸収されるかを図6、7より求めて、しかる後、(3)式により耐震性を判断する新しい耐震設計法が可能であると考えられる。表1にその計算例を示した。

参考文献

1) 山田、家村、加藤、西村：RC構造物のオンライン劣化履歴地震応答解析、第18回地震工学研究発表会講演概要、1981.7。
2) Housner, G.W. : Limit Design of Structures to Resist Earthquakes, Proc. of the 1st W.C.E.E., 1956

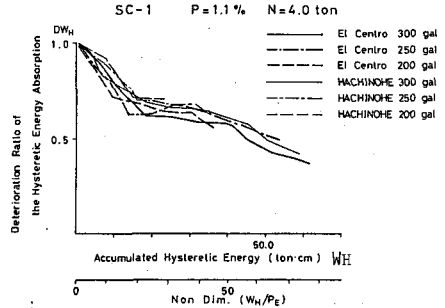


図6 Deterioration of Energy Absorption

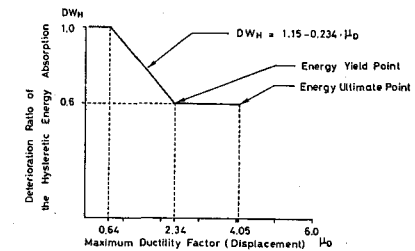


図7 A Model of Deterioration of Energy Absorption

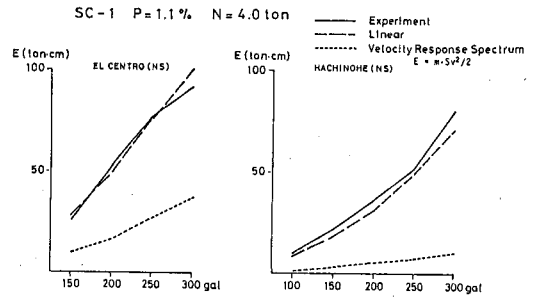


図8 Total Input Energy
表1

STRUCTURAL CHARACTERISTICS	: SC-1
EARTHQUAKE ACCELEROGRAM	: EL CENTRO-NS
W_{Hu}	= 30.0 (ton-cm)
W_H/E	= 0.670

ESTIMATION BY ENERGY SPECTRUM			EXPERIMENTAL VALUES		
$\tilde{z}_{max} (\gamma)$ (gal)	E^* (ton-cm)	W_H^* (ton-cm)	E (ton-cm)	W_H (ton-cm)	DW_H
150(1.48)	27.4	18.4	26.2	16.2	0.650
200(2.30)	48.4	32.7	52.4	34.2	0.591
250(2.88)	76.3	51.1	77.4	51.9	0.529
300(3.45)	110.0	73.7	91.9	61.0	0.383