

(I - 78) 衝撃的上下動を受ける円筒橋脚模型の

局部座屈現象の再現に関する実験的研究

防衛大学校土木工学科 ○ 学生員 佐藤敏裕 正会員 森 雅美 フェロー 石川信隆
NKK エンジンリング研究所 正会員 鈴木信久 正会員 松山英治

1. はじめに 先の兵庫県南部地震(1995 年 1 月)では、鋼製橋脚の軸対称局部座屈など損傷の原因が衝撃的上下動で説明し得る被災例が多々見受けられた。先に著者ら¹⁾は、衝撃的上下動を受ける円筒橋脚模型の非線形動的解析を行い、局部座屈現象を数値解析的に再現し得た。本研究は、数値解析結果より実験条件を検討し、衝撃突き上げ装置²⁾による円筒橋脚模型の局部座屈現象の実験的再現を試みたものである。

2. 衝撃突き上げ実験の概要

(1) 実験装置 実験装置は、写真-1に示すように高速変形負荷装置と図-1に示す衝撃突き上げ装置²⁾を併用して衝撃的な上下動を表現するものである。衝撃突き上げ実験では、突き上げ板(基盤)の上に円筒橋脚模型を固定し、模型上部に上部工を模擬した鋼4角柱の重錘(570x570x200mm;重量5kN)を2体上載して10kNの軸力 P を負荷し、軸力比を $P/P_y=0.12$ とした。

(2) 円筒橋脚模型 模型は、図-2に示す実橋脚の約1/15縮尺のアルミニウム合金(A6063TE-T1)製の直径 $D=15.1\text{cm}$ 、管厚 $t=0.2\text{cm}$ 、長さ $l=45\text{cm}$ の等厚断面柱であり、その材料定数を重錘とともに表-1に示す。実験ケースは、表-2の速度と変位量をパラメータとした合計24ケースである。衝撃突き上げ実験に先立って静的載荷実験を行い、荷重~変位関係から局部座屈波形を1波で停止させる変位量を把握したうえで、

基盤変位量を $\delta=10\text{mm}$ と設定し、

念のため $\delta=20\text{mm}$ も行った。なお、表-2の変断面は供試体の下から1/3 l までをモルタルで充填したものである。

(3) 計測項目 図-3に示すように、突き上げ板(u_i)と重錘(u_w)の変位および下部(a_i)、上部ベースプレート(a_w)と重錘(a_w)の加速

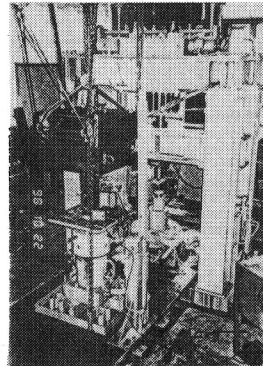


写真-1 実験の全景

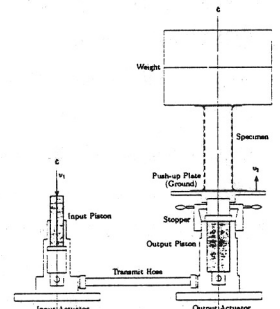


図-1 衝撃突き上げ装置

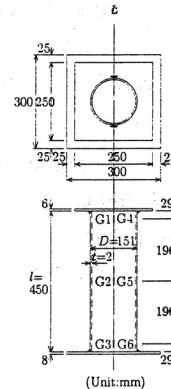


図-2 模型の形状・寸法

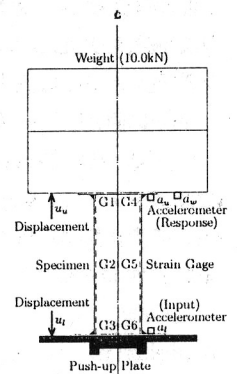


図-3 計測項目

表-1 材料定数

	Material	Pier	Weight
Young's Modulus	$E(\text{GPa})$	70	206
Poisson's Ratio	ν	0.33	0.3
Yield Stress	$\sigma_y(\text{MPa})$	90	235
Tangent Modulus	E_t, E	0.009	0.003
Mass Density	$\rho(\text{kg/m}^3)$	2890	7850

表-2 実験ケース

v (kine)	Uniform Section		Charged Section	
	10	20	10	20
50 (Low Speed)	UL10-1	UL20-1	CL10-1	CL20-1
	UL10-2	UL20-2	CL10-2	CL20-2
90 (Medium Speed)	UM10-1	UM20-1	CM10-1	CM20-1
	UM10-2	UM20-2	CM10-2	CM20-2
130 (High Speed)	UH10-1	UH20-1	CH10-1	CH20-1
	UH10-2	UH20-2	CH10-2	CH20-2

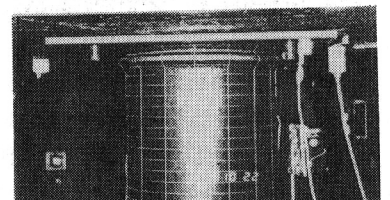


写真-2 環状の局部座屈

キーワード 衝撃的上下動、円筒橋脚、局部座屈、突き上げ実験

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20 TEL 0468-41-3810 FAX 0468-44-5913

度を計測した。また、模型の上部(G1,G4)、中央部(G2,G5)と下部(G3,G6)の軸ひずみを計測した。

3. 実験結果と考察 ここでは一例として、実験ケース“UH10-1”（入力速度：高速、基盤変位量：10mm）の実験結果を取り挙げる。この場合には、写真-2のように模型上端より下方約2cmの位置で環状の局部座屈を再現し得ている。

図-4 (a)～(f)にそれぞれ入力加速度(a_i)、入力速度(v_i)、下変位(u_l)と上変位(u_u)、供試体上部(G1,G4)、中央部(G2,G5)と下部(G3,G6)の軸ひずみの時刻歴を示す。

図-4 (a)より、入力加速度 a_i は 10msec までは最大約 75G の概ね3つの山なりの曲線を描きながら基盤が上昇し続け（加速領域）、11msec において急停止しそれ以降（停止領域）は高周波成分を多く含む波が見られる。図-4 (b)より、入力速度 v_i の最大値は 10msec において約 200kine となり、11msec で速度はゼロまで低下している。図-4 (c)より、下変位 u_l と上変位 u_u とも漸増し、最大約 12mm と約 4.3mm となることがわかる。次に、図-4 (d)～(f)より、ひずみは上部(G1,G4)が最も大きく、最大約 3.6% と約 6.3% のピーク値に達した後漸減している。また図-5に、図-4 (c)の u_l と u_u の差（相対変位 δ ）とその平均軸ひずみ ϵ_a の時刻歴を示す。

図-6は局部座屈の発生メカニズムを検討するため、“UH10-1”の荷重～変位関係を示したものである。荷重 P は、模型中央部と下部の軸ひずみの平均値(ϵ)より軸応力(σ)を求めたうえで軸力($P=A\sigma$)として求めた。図中、静的載荷実験結果“USL-1”も併記した。図-6より、 u_l と u_u に凸凹があるため滑らかな荷重～変位関係とならないが、概ね“USL-1”と類似の実験結果が得られている。荷重のピークは $\delta=1.8\text{mm}$ の時点であり、これ以降局部座屈の発生により耐荷力が低下していることがわかる。 $\delta=1.8\text{mm}$ は図-5より 4.65msec であり、図-4 (d)の模型上部の軸ひずみの急増開始点 4.5msec にほぼ対応しており、この時点が局部座屈の発生開始点とみなせると考えられる。

4. おわりに 本報告では、衝撃突き上げ実験による円筒橋脚模型の局部座屈現象の実験的再現を試みた。その結果、円筒橋脚模型の局部座屈現象を実験的に再現でき、衝撃的上下動により局部座屈現象が発生する可能性があることが認められた。

（参考文献）1)森・姉崎・石川：土木学会第51回年講，I-B199，pp.398-399，1998.10. 2)別府・香月・石川・宮本：土木学会論文集 No.577/I-41，pp.165-180，1997.10.

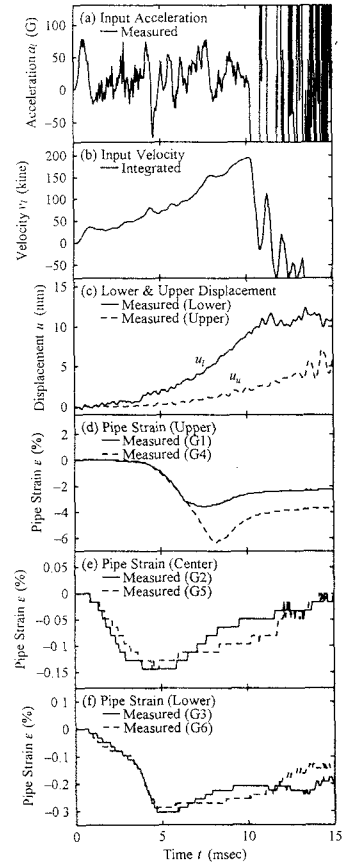


図-4 UH10-1の時刻歴

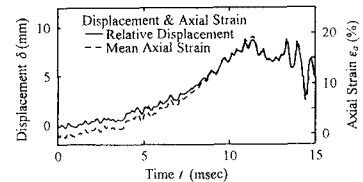


図-5 相対変位および平均ひずみの時刻歴

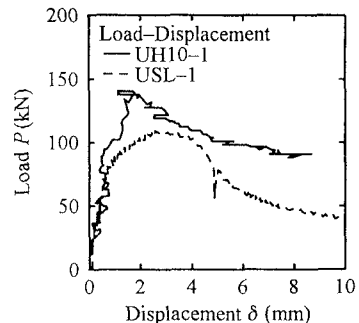


図-6 荷重～変位関係