

I-20

地震力を受ける鋼製円筒橋脚の外力と座屈形状

豊田工業高等専門学校 ○学生員 佐々木亮介
正会員 桜井孝昌
正会員 忠和男

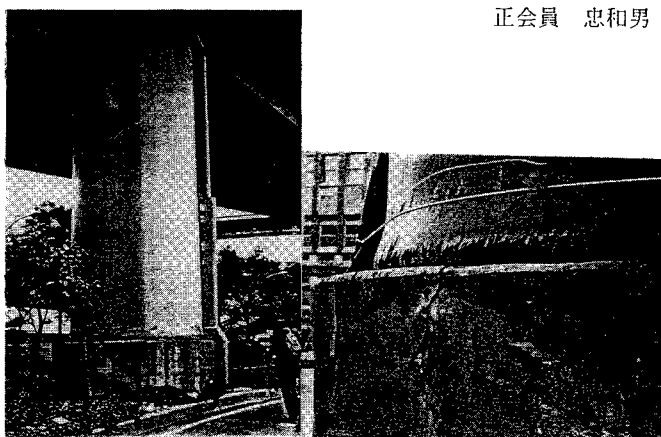
1、はじめに

平成7年1月17日、兵庫県南部を襲った地震はこの地域に多大な被害をもたらした。鋼構造物については、破断したものから座屈して塑性域に達したもので様々な破壊状態を示している。

本報告は、破壊した構造物の変形形状からそれに作用した地震力の性状を把握し今後の耐震設計の資料とすることを目的としている。対象とした構造物は鋼製円筒橋脚とし、数値解析により外力と座屈形状の関係を検討した。

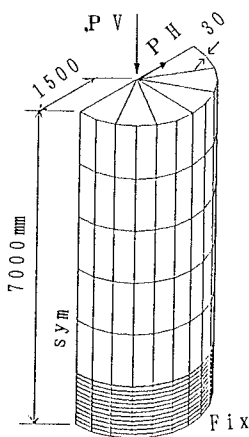
2、解析結果

写真(a)に鋼製橋脚の座屈例を示す。橋脚基部に円筒外面にはらみだす局部座屈変形が現れている。写真(b)はその部分を拡大したものである。数値解析はFEM解析を用い、Von Misesの降伏条件と移動硬化則に基づいて弾塑性有限変位解析を行った。計算には汎用構造解析プログラムMARCを用い、対称性を利用して円筒の半分について解析した。素材は完全弾塑性体とし、材料特性、円筒の諸元、要素分割状態等は図-1に示すとおりである。外力としては円筒中心軸方向（鉛直方向）に圧縮力 P_v を単調載荷させる場合(case1)と一定の中心軸圧縮力として全塑性圧縮力 P_y の0.2倍与え、中心軸に対して直角方向（水平方向）に外力 P_H を繰り返し載荷させる場合(case2)について解析した。なお外力は円筒上面の剛体円板の中心点において集中荷重を作用させた。



写真(a)

写真(b)



$E = 2.1 \times 10^4 \text{ kg f/mm}^2$
 $\nu = 0.3$
 $\sigma_y = 40 \text{ kg f/mm}^2$
要素分割 $17 \times 12 = 204$
完全弾塑性体

図-1 円筒橋脚の要素分割状態と諸元

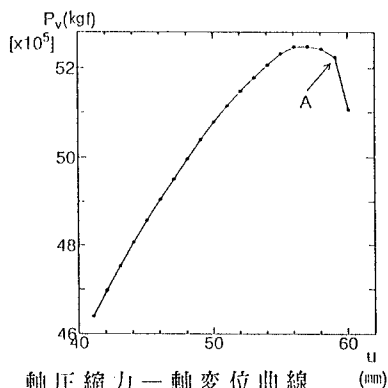


図-2 軸圧縮力-軸変位曲線

図-2はcase1について解析した結果を示す。図の縦座標には軸圧縮力を、横座標には軸方向変位をとって示したつりあい曲線である。図-3(a)は図-2の点Aにおける変形状態を示し、図-3(b)は円筒上面から見た変形図である。この図より局部座屈が円筒基部で生じ、その形状は軸対称形のいわゆる“ちょうちん座屈”を示している。図-4はcase2のつりあい曲線を示す。縦座標に水平力 P_H を、横座標に載荷点の水平変位をとって変位を100mmから-100mmの間で1サイクル変化させた結果である。1サイクルの間で最大荷重が0.58倍まで低下する。図-4のつりあい曲線の点Aにおける変形状態を図-5(a)に示す。円筒基部には局部座屈が生じるが、それを円筒上面から見た図を(b)に示す。0.2 P_y の軸圧縮力作用下で、水平外力が1サイクル作用した場合の円筒基部にはちょうちん座屈で生じたような円筒外側に膨らみ出す局部変形が円周全域にわたって生じている。

3、おわりに

以上のことより、写真で示した円筒基部の局部座屈は軸圧縮力のみによる場合と、小さい軸圧縮力作用下で、繰り返し水平力による場合のいずれの場合も生じ得る形状であることがわかる。

ただし、本解析において用いた円筒の諸性状が写真に示した円筒のものと完全に一致していないため本報告で示した結果は、一般的な性状を説明する資料と考える。

写真(a)で表れた変形が、どのような外力によって生じたかは、橋脚の構造内容や橋脚の上部構造の影響をより詳細に計算の中に組み入れて特定する必要がある。

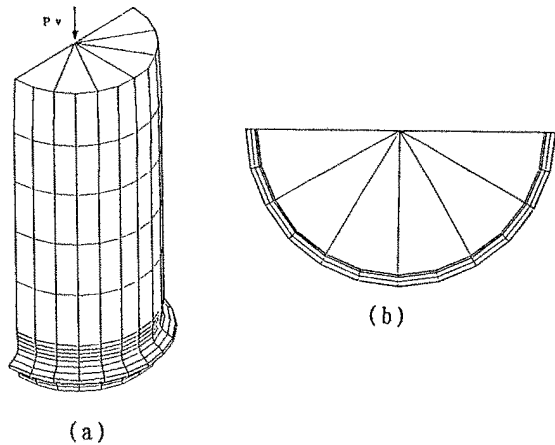


図-3 軸圧縮による座屈形状（図-2点A）

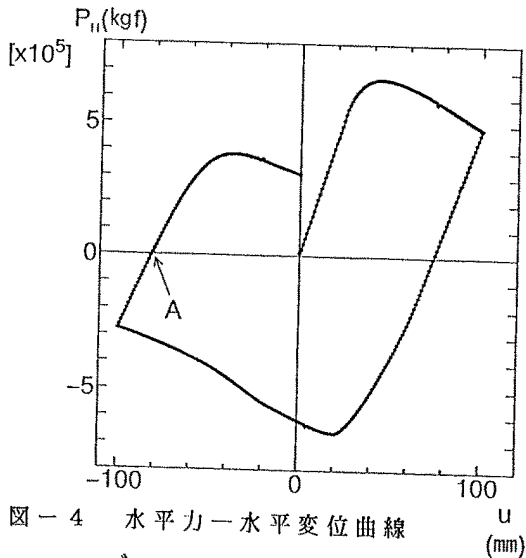


図-4 水平力—水平変位曲線

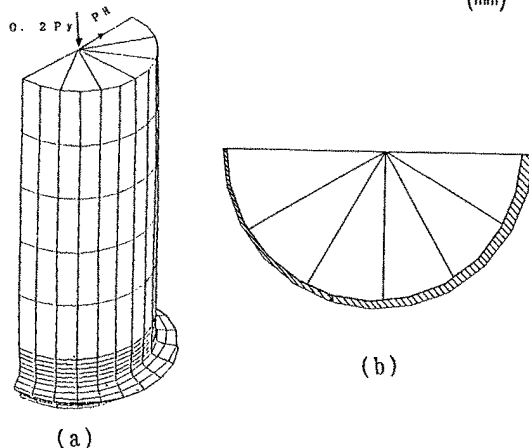


図-5 水平力 P_H による座屈形状（図-4点A）