

# ウイングを有する橋台模型に対する水平載荷実験のシミュレーション解析

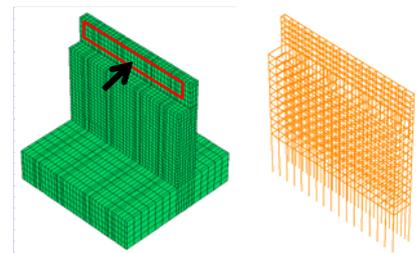
○九州大学 学生会員 末原 卓 九州大学工学研究院 正会員 梶田 幸秀  
九州大学工学研究院 フェロー 大塚 久哲

## 1. はじめに

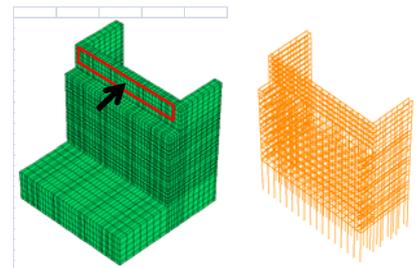
現在の橋梁の耐震補強においては、橋脚の補強が主流となっているが、地震時に橋梁の上部構造に生じる橋軸方向の変位を橋台等により拘束することで、橋脚の損傷の低減を図る変位拘束工法が提案されている。この方法を実施するためには、橋台の桁衝突に対する水平抵抗特性や、その損傷形態の把握が必要である。そこで、過去実施された実橋梁 1/6 寸法橋台供試体の静的水平載荷実験<sup>1)</sup>の挙動を詳しく把握できるよう、シミュレーション解析を実施した。

## 2. 解析概要

コンクリート構造物非線形 FEM 解析プログラム FINAL を用いて、橋台のシミュレーション解析を荷重漸増載荷で実施した。図-1 に示すように、ウイング無し、ウイング有りの 2 ケースで解析を行った。実験供試体は、横幅 750mm、奥行き 1450mm、高さ 1900mm で、橋台躯体、ウイング、内部鉄筋により構成されている。また、荷重はパラペット正面縦 330mm、横 1350mm (図の赤枠内) に矢印方向に等分布荷重を作用させた。コンクリートの構成則は、圧縮側は修正 Ahmad モデル<sup>2)</sup>、引張側は出雲モデル<sup>3)</sup>の  $c=1.0$  を採用した。コンクリートの応力-ひずみ曲線を図-2 に示す。解析の材料物性値は表-1 に示すとおりであり、鉄筋の構成則は、バイリニア型とした。



a) ウイング無し

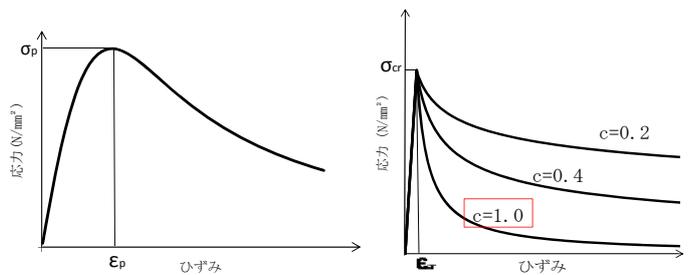


b) ウイング有り

図-1 供試体の解析モデル

表-1 材料物性値

単位	ヤング率 MPa	ポアソン比	圧縮強度 MPa	引張強度 MPa
コンクリート (ウイングあり)	$2.52 \times 10^4$	0.2	27.6	2.4
コンクリート (ウイングなし)	$2.71 \times 10^4$	0.2	31.5	3
鉄筋 (D6)	$1.92 \times 10^5$	0.3	500 (降伏応力)	
鉄筋 (D10)	$1.82 \times 10^5$	0.3	372 (降伏応力)	



左：圧縮側

右：引張側

図-2 コンクリートの構成則

## 3. 解析結果

### 3.1 ウイングが無いモデルの場合

図-3 に、解析結果と実験結果を示す。解析結果は、実験で得られた最大荷重まで解析できるよう、その値より少し大きな値 (今回は 60kN) までを 200 ステップに分けて解析を行った。実験では、50kN 付近で荷重が下がる現象が発生したが、今回は荷重制御のため、その再現はできない。解析では荷重 29.1kN で堅壁基部にひびが入ることで剛性が小さくなり始め、44.4kN で堅壁基部の主鉄筋が降伏し、さらに剛性が小さくなった。実験では、40kN で堅壁基部にひび割れ、50.6kN で堅壁基部の主鉄筋が降伏する結果となり、解析がわずかに小さい値となった。変形図を図-4 に示す。変形は、堅壁基部で大きく曲がり、これは実験と近い形となった。

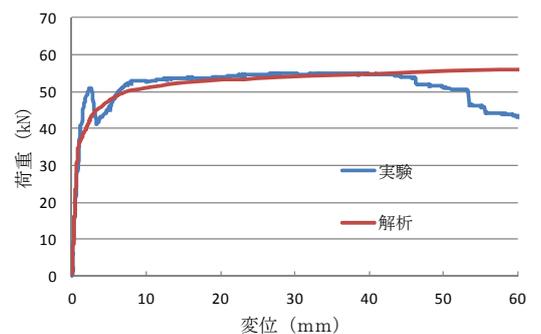


図-3 パラペット頂部の荷重 - 変位曲線

### 3.2 ウイングが有るモデルの場合

図-5 にパラペット頂部の荷重-変位関係を、図-6 にパラペット天端中央の変位が 10mm になった時のパラペット天端左端、中央、右端の 3 点の変位を示す。中央の変位はほぼ実験と一致するのだが、左右で全く違う値となった。実験ではパラペットの左右両方でも変位が出ているが、解析では中央だけが変形して、両端が変形していないことがわかる。図-7 に側面から見た供試体の変形図を示す。実験では堅壁基部から大きく変形しているのに対し、解析ではパラペット基部で大きく変形する結果となり、パラペットのみが変形しているため、ウイングの拘束により左右両端の変位がほとんど発生していないことがわかる。解析において堅壁基部で損傷が発生しない理由としてはウイングがあることで解析での変形は 3 辺固定版のような変形状態になり、厚さの薄いパラペット部の方が実験とは異なり堅壁部より先に主鉄筋降伏したため、パラペット部の中央のみが変形する挙動になったと考えられる。

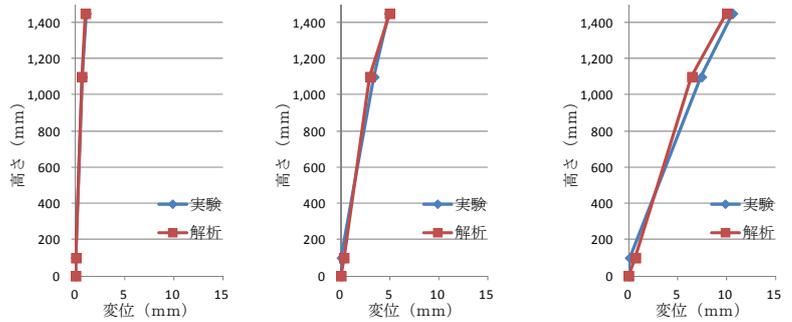


図-4 側面から見た供試体の変形図  
(ウイングが無いモデル)

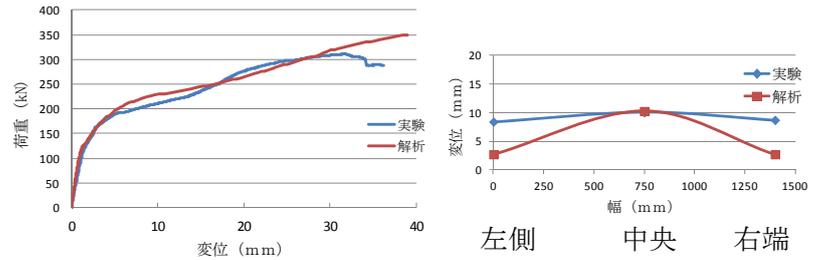


図-5 パラペット頂部の荷重-変位曲線  
図-6 パラペット天端の変位

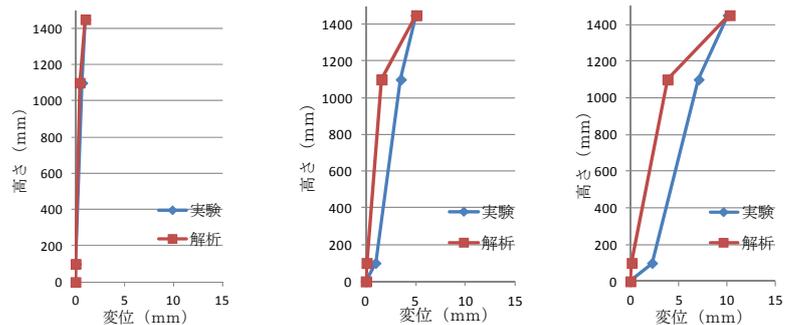


図-7 側面から見た供試体の変形図  
(ウイングが有るモデル)

## 4. まとめ

本研究では、橋台の桁衝突に対する水平抵抗特性や、その損傷形態の把握のためにシミュレーション解析を行った。ウイングが無いモデルでは、パラペット部に水平荷重が作用した時の橋台の変形、損傷状態を詳しく得ることが出来た。ウイングが有るモデルでは、堅壁基部の主鉄筋かパラペット基部の主鉄筋のどちらが先に降伏するかで変形の状態が異なることが分かった。現在、解析ではパラペットの変形後も一様に等分布荷重が作用しているため、実験同様に載荷板のモデル化などが必要と考えられる。

## 参考文献

- 1) 梶田幸秀, 内海寿紀, 大塚久哲, 田崎賢治, 曳野誠也: 1/6 スケール橋台供試体の静的載荷実験とシミュレーション解析, 第 13 回日本地震工学シンポジウム論文集, 2010.11
- 2) 長沼一洋: 三軸圧縮下のコンクリートの応力~ひずみ関係, 日本建築学会構造系論文集, 第 474 号, pp.163-170, 1995.8
- 3) 出雲淳一, 他: 面内力を受ける鉄筋コンクリート板要素の解析モデル, コンクリート工学論文, No.87.9-1, pp.107-120, 1987.9