

関西国際空港(株)	正員	木代	穂
〃	〃	本山	薮
〃	〃	川口	廣

関西国際空港連絡橋の鋼製橋脚では、脚柱の一部にコンクリートを充てんしている。動的耐震設計に対しては鋼とコンクリートの複合部材としてのじん性能を評価し、応答力低減手法を取入れた弾塑性設計法を採用している¹⁾。さらに、阪神高速道路公団より提案されている指針(案)²⁾(以下「指針(案)」という)により耐荷力の照査を行っている。

しかし、指針(案)では柱部材全体にコンクリートを充てんすることを前提にしているが、本橋脚ではコンクリートを途中で打止めており、指針(案)と同程度の合成効果を得るために、コンクリート打止め天端をダイヤフラムで密閉するとともに、鋼製柱部からの荷重を合成柱部に円滑に伝達するよう縦隔壁を設けている。

そこで、本橋脚の設計照査に指針(案)を準用する上で、これらの構造が妥当なものであるかを確認するために以下の実験を行った。

1. 実験概要

実験の目的を次のように設定する。

目的1：柱基部に着目して、合成柱部の耐荷力が指針(案)より求めた値を満足していることを確認し、縦隔壁がコンクリートへの応力伝達にどの程度寄与するかを調べる。

目的2：中詰コンクリート天端付近の剛度急変部での縦隔壁による補強効果および合成効果の程度を調べる。

供試体は図-1に示す3モデルとする。目的1のためにモデル1, 2を、目的2のためにモデル3を用いる。

載荷方法は図-2に示すように、軸力 N を設定値まで載荷し、一定軸力のもとで水平荷重 P により曲げ応力を増加させ終局状態まで載荷するものとする。

載荷装置は建設省土木研究所の「大型構造物2軸載荷試験装置（ $V=1,000t$, $H=200t$ ）」を使用した。

供試体に使用した鋼 (SM41) およびコンクリート (設計基準強度 $\sigma_{ck}=240\text{kgf/cm}^2$) について材料試験を行い、得られた物性値を解析に用いた。また、残留応力測定用の供試体を別に製作し、切出し法により残留応力を測定した。

2. 実験結果

各モデルについて、変位および鋼とコンクリートの歪の測定を行なった。

表一は、各モデルの各限界状態における実験値と理論値の比較を示す。表中の最大荷重 P_{max} とは、載荷し得た水平力の最大値を表しており、モデル2およびモデル3 ($N=500t$) を除いて、各モデルのもつ最終耐力力までは載荷し得ていないことを示している。モデル3については上段に中詰テラス蓋より12.5cm上の鋼製柱部の値を、下段に中詰テラスより12.5cm下の合成柱部の値を示す。

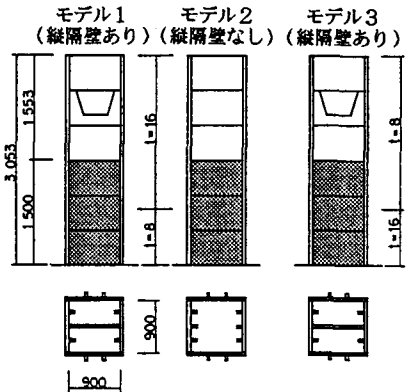


図-1 モデル図

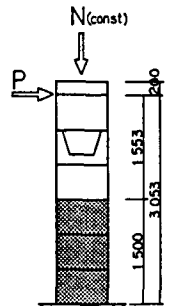


図-2 載荷方法

表-1 各限界状態における実験値と理論値の比較

供試体	鋼材経力降伏点荷重					計(実)による屈曲 モーメントを以て評価	全塑性荷重	最大荷重または破壊荷重	
	Py(t)					Pr(t)	Pp(t)	Pmax, Pu(t)	
	実験値	理論値	実験値/理論値			理論値	理論値	実験値	Pmax/Pr Pu/Pr
		鋼のみ合成柱	鋼のみ合成柱	鋼のみ合成柱					
1-1 N=100t	114.6	108.3	141.2	1.058	0.812	169.4	178.3	192.6	1.14
1-2 N=500t	74.7	73.0	137.3	1.023	0.544	168.9	201.0	194.5	1.15
2 N=100t	109.8	98.3	128.9	1.117	0.852	150.1	158.2	184.6 (破壊)	1.23
3 N= 65t	—	235.5	—	—	—	—	294.0	204.5	—
5 N= 65t	204.5	200.1	241.8	1.022	0.846	300.2	313.1	204.5	—
N=500t	120.0	155.9	—	0.770	—	—	240.6	187.0(破壊)	1.20(Pr-Py)
	139.8	132.4	206.4	1.056	0.677	291.8	354.1	—	—

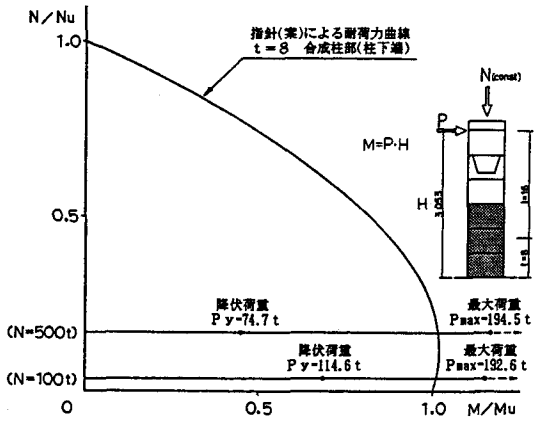


図-3 N-M相関曲線(縦隔壁あり、モデル1)

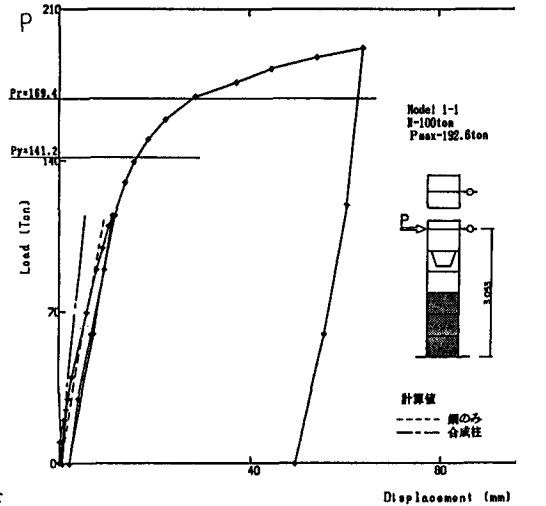


図-4 荷重-変位曲線(縦隔壁あり、モデル1)

図-3は、モデル1について軸力 N と柱基部の曲げモーメント M との相関曲線上に実験値をプロットしたものである。

図-4は、モデル1(軸力 $N=100t$)について水平力載荷位置での荷重-変位曲線を示す。

図-5は、モデル1, 2における供試体の高さ方向の鋼およびコンクリートの歪分布を示す。図-5では、一定軸力 $N=100t$ 、水平力 $P=140t$ 付近の載荷状態での圧縮側フランジの鋼の歪およびコンクリート内に埋込んだモールドゲージの値を示している。

3. まとめ

①耐荷力 耐荷力は理論値を上まわっており、設計手法として指針(案)を用いれば安全側となる。

②縦隔壁の効果 縦隔壁あり(モデル1)と縦隔壁なし(モデル2)を比較すると、

- ・コンクリートの歪は縦隔壁ありの方が大きく、コンクリートへの応力の伝達がより円滑に行われている。
- ・剛度急変部の鋼の歪は、縦隔壁ありの方が合成柱としての理論値によく一致している。

等、縦隔壁の効果が確認され、縦隔壁を設けることにより中詰コンクリート最上段部よりほぼ合成柱として機能させることができると考えられる。

③中詰コンクリート天端付近の剛度急変部の破壊性状

モデル3ではコンクリート中詰部の合成作用が充分機能しなければ、中詰部で破壊するよう供試体を設計している。本実験ではコンクリート中詰天端より上の鋼のみの部分で、設計耐荷力を越えて破壊している。したがって、中詰コンクリート部分は最上段部よりほぼ合成効果が期待できると考えられる。

なお、本実験は建設省土木研究所との共同研究として実施した。また、実験を行うにあたり部分合成柱耐荷力検討会(座長 九州大学 太田俊昭教授)の各委員より御指導を戴いた。

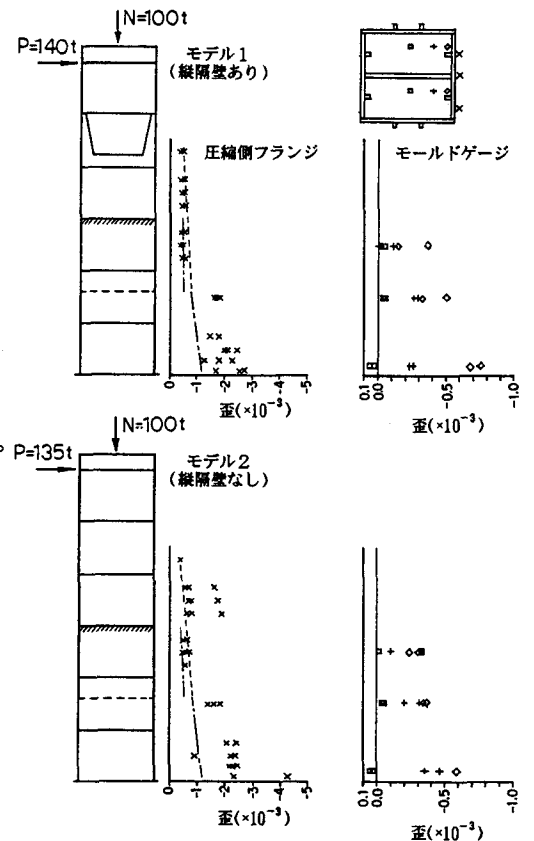


図-5 供試体の高さ方向の歪分布

[参考文献]

- 1) 西岡, 本山: 関西国際空港連絡橋鋼製橋脚の設計手法について, 土木学会第42回年次学術講演会概要集, 1-546, 昭和62年9月
- 2) 阪神高速道路公団: 合成柱(充てん方式)を有する鋼製橋脚の設計・施工指針(案), 昭和61年3月