

首都高速道路公団 正員 萩原 英輔

首都高速道路公団 正員 青山 高司

川崎重工業(株) 正員 ○前田 佳男

1. まえがき

首都高速道路公団横浜市道高速2号線、Y C 2 2 1 工区橋脚工事では、図-1に示すような鋼製2層ラーメン橋脚を8基採用している。このうち、P 5 0、P 5 3及びP 5 4の3基の橋脚は、既設埋設物、橋梁・河川改修計画並びに街路幅員等の立地制約条件から、左右岸の街路と約60度の角度を有する配置となり、脚柱に菱形断面を採用することになった。これらの橋脚においては、はり断面と柱断面の主軸方向が一致しないことに起因して、変形及び応力分布性状が通常の矩形断面柱を有するラーメン橋脚と異なるものとなる。特に、構造上重要な部分であるラーメン隅角部の設計については、現在のところ奥村・石沢¹⁾による計算手法が広く採用されているが、菱形柱を有するラーメン橋脚の隅角部設計にそのままの形で適用するには問題があつた。そこで、本橋の隅角部をモデルに、斜角(θ)及び柱幅をパラメーターとする有限要素法解析を実施し、設計上必要となる諸数値を決定することとした。本文では、その解析結果の報告を行うが、主に斜角($\theta = 60^\circ$)に起因する応力の非対称分布性状について考察を加えることとする。

2. 解析モデル

解析モデルは、図-2に示すようなL型形状で、柱幅が1.5m及び2.0mの2種類を考えた。断面寸法は実橋の隅角部と同一とし、縦リブ及びダイヤフラムも同一断面とした。有限要素法解析では、板について3角形または4角形のシェル要素、縦リブははり要素を用いた。モデルの節点数は

716～816、また要素数は1244～1405である。境界条件は、柱基部を固定、はり先端部を自由とした。荷重は、 N_x 、 Q_y 、 Q_z 、 M_x 、 M_y 及び M_z のそれぞれ単独の6ケースとし、はり先端部に载荷させた。

3. 解析結果と考察

1) ラーメン面内方向の荷重(N_x 、 M_y 、 S_z)による応力分布

図-3にはり軸方向荷重(N_x)載荷時のはり下フランジ垂直応力度分布を示す。図中、実線は $\theta = 60^\circ$ の結果、破線が $\theta = 90^\circ$ の結果である。

$\theta = 60^\circ$ の場合、斜角に起因して鋭角側の応力度が

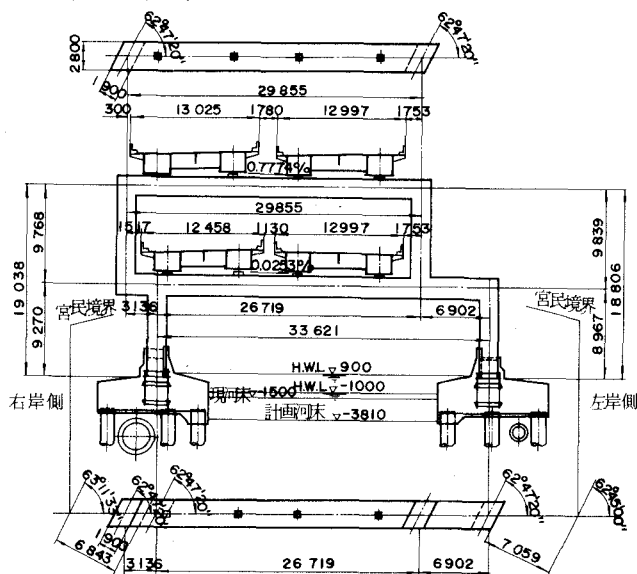


図-1 P 5 4 橋脚一般図

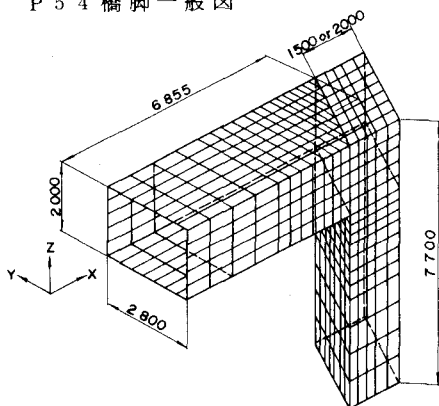


図-2 解析モデル

が大きくなる非対称分布となっており、 $\theta = 90^\circ$ における応力度との比率では約 1.2 倍程度になっていた。但し、両者の比較はフランジ端からフランジ幅の 5% 位置で行なったものである。この比率は他の荷重ケース (M_y , S_z) についてもほぼ同程度あるいはそれ以下で、柱についても同程度のものではあつた。また、柱幅を広くするとこの比率は減少した。

図-4 に鉛直荷重 (S_z) 載荷時のせん断応力度分布を示す。せん断応力度の値は、はり、柱及び隅角部パネルとも鋭角側及び鈍角側で異なっていたが、 $\theta = 90^\circ$ の場合の値と比較すれば、両者の差異はほぼ 10% 程度であつた。この差異は他の荷重ケース (N_x , M_y) についても同程度であつた。また、隅角部近傍で応力集中現象がみられたが、これは局所的な現象であつた。

2) ラーメン面外方向の荷重 (M_x , M_z , S_y) による応力分布

図-5 に面外荷重 (M_x , S_y) による腹板の垂直応力度分布を示す。いずれの場合も顕著なせん断遅れ現象がみられるが、荷重 (M_x) のケースを除けば、 $\theta = 60^\circ$ と $\theta = 90^\circ$ で応力分布性状に大きな差異は認められなかつた。また、両者の差異はほぼ 10% 程度であつた。一方、荷重 (M_x) を載荷したケースでは、隅角部柱の応力分布に $\theta = 60^\circ$ と $\theta = 90^\circ$ で差異がみられ、鋭角側では $\theta = 90^\circ$ の場合に対して約 50% 程度大きくなっていた。

4. まとめ

以上の解析結果より、矩形柱及び菱形柱の隅角部における応力分布性状の差異が明らかになつたが、得られた結果を要約すると以下の通りである。

1) 面内荷重に対して、a). 斜角の影響で応力分布は非対称となる。この偏りに伴う最大垂直応力度は矩形断面柱と比較すると、約 20% 程度大きくなっていた。b). せん断応力度については、鋭角側及び鈍角側で差異がみられ、矩形柱との比較からその差異は約 10% 程度であつた。

2) 面外荷重に対して、荷重ケース (M_x) を除けば、菱形柱と矩形柱で応力分布性状にあまり差異は認められず、絶対値で約 10% 程度の差異であつた。

一方、荷重 (M_x) については、柱部で 50% 程度大きくなっていた。

3). 斜角に起因する非対称応力分布性状が明らかになつたが、通常の矩形柱の隅角部設計手法に前述の応力度の割増しを考慮すれば十分安全な設計が可能であると考える。

参考文献 1) 奥村・石沢：薄肉構造ラーメン隅角部の応力計算について、土木学会論文集，第 153 号，1968 年，5 月

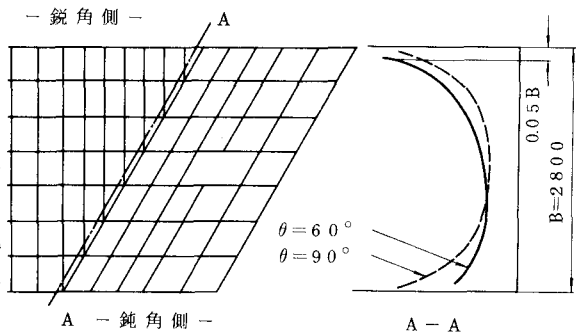


図3 はり下フランジの垂直応力度分布 (N_x 載荷時)

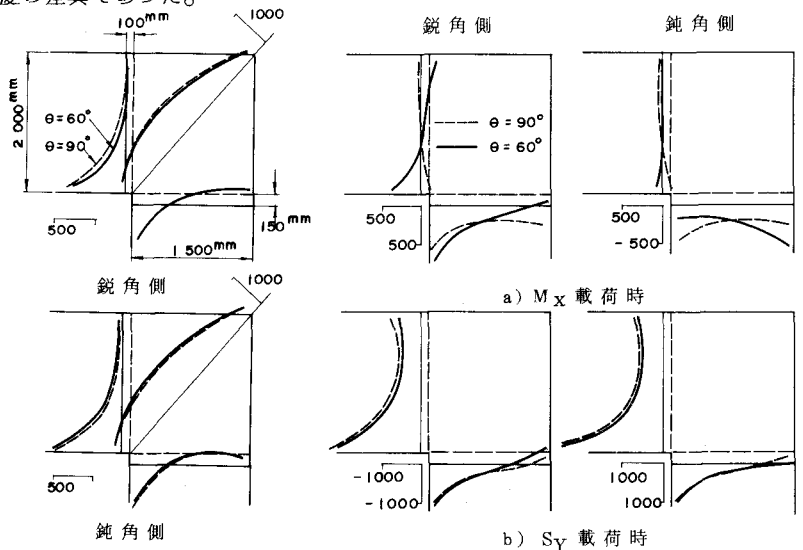


図4 腹板せん断応力度分布

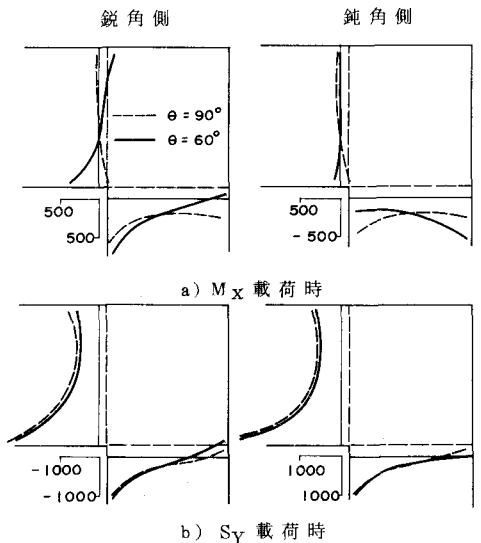


図5 腹板垂直応力度分布