

I - A291

切り欠きのある隅角部設計についての一考察

○首都高速道路公団 正会員 別所 薫

同 上 正会員 若林 登

同 上 正会員 松崎久倫

1. 概説

都市内高速道路に多く採用されている鋼製2層ラケット橋脚(図-1)に対して、景観を考慮して切り欠きのある(テーパー)隅角部(図-2)とすることがある。このような隅角部を設計する場合、切り欠きに伴う応力集中の影響を考慮する必要がある。そこで本稿は、テーパー隅角部の設計を通常用いられている直角型の隅角部の設計法¹⁾に反映させるため、FEM解析によりテーパー隅角部の応力集中箇所を抽出し、直角隅角部との応力分布の比較・検討を行うことにより、通常的设计法に反映する際の一案を報告するものである。

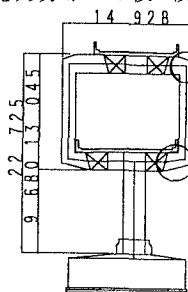


図-1 鋼製2層ラケット橋脚

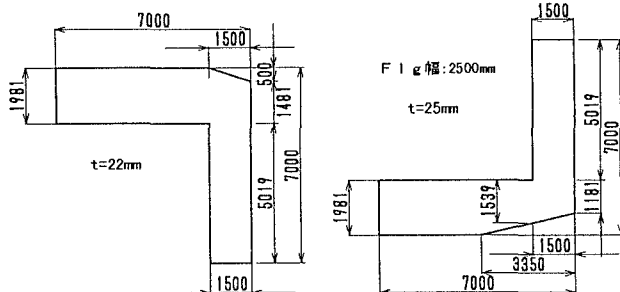


図-2 切り欠きのある隅角部

2. 解析モデル

解析モデルは、ラケット構造の上層隅角と下層隅角についてモデル化し、各々についてテーパー隅角部及び直角隅角部の計4モデル作成した。モデルはいずれも立体モデルで、モデルに用いる要素は面内回転自由度を有する1節点6自由度の3節点三角形薄肉シェル要素を用いる。境界条件は、梁部材端部を全自由度固定とし、境界条件が解析値に影響を及ぼさないように部材長さを設定した。又、応力値は軸方向部材が σ_x 、軸直角方向部材が σ_y となるように、局所座標系を設定する。

- 1) モデル1……テーパーを施した上層隅角部モデル
- 2) モデル2……テーパーを施した下層隅角部モデル
- 3) モデル3……直角の上層隅角部モデル
- 4) モデル4……直角の下層隅角部モデル

断面・隅角部・隅角部配置

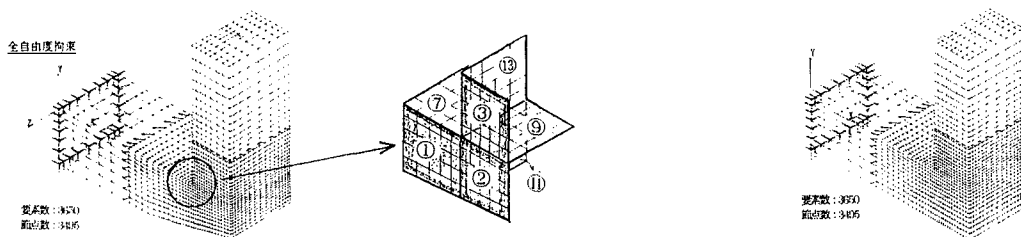


図-3 下層隅角部の解析モデル

キーワード：切り欠きのある隅角部、応力集中

連絡先：〒105 東京都港区芝 1-11-11 TEL:03-5232-6761 FAX:03-5232-6760

3. テーパー隅角部の応力集中箇所について

テーパー隅角部に於ける応力集中箇所を確認し、直角隅角部と応力値を比較する着目領域を設定するためモデル1、2に実荷重を断面力として与えてFEM解析を行った。ここで用いた実荷重は、立体解析結果より得られる設計断面力であり、断面計算に於いて支配的になる軸力最大となる常時の断面力(表-1)である。

表-1 FEM解析に於ける载荷実荷重

Fx(tf)	Fy(tf)	Fz(tf)	Mx(tf.m)	My(tf.m)	Mz(tf.m)
5.6	-369.7	-142.7	55.5	72.0	374.3

応力分布を調べた結果、応力集中箇所は図-3の①～③の梁と柱の内側交差部のWeb領域であることを確認した。図-4は応力集中箇所を示す一例としてモデル2のVon-Mises応力のコンターを示す。以上の結果より、本検討では図-3の①～③に着目する。

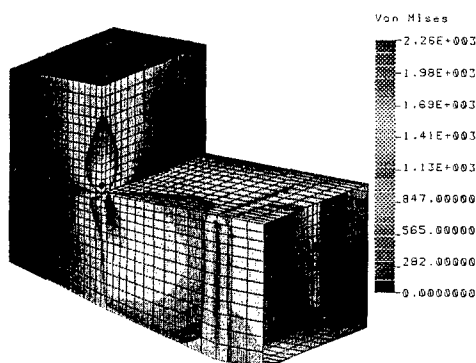


図-4 下層隅角部の Von-Mises 応力

4. 単位荷重载荷による応力分布の比較

モデルの一点に6成分の各断面力を集中荷重としてそれぞれ単位荷重を载荷し、着目領域での応力度を各々4つのモデルのFEM解析結果により比較する。尚、入力荷重は軸力と面内・面外せん断力は100tf、トルクと面内・面外曲げモーメントは1000tf・mを単独载荷とした。又、せん断力を载荷する際は、せん断力による曲げを発生させないような曲げを同時に载荷した。比較する応力度は、着目点に於ける2方向(軸方向、軸直角方向)の直応力度 σ_x 、 σ_y 、せん断応力度 τ_{xy} の3成分の膜応力度の最大値とする。

表-2は上層隅角部、表-3は下層隅角部の解析結果を示す。上層隅角部については、切り欠きによる応力的な影響は比較的少ない。具体的には、差の大きい場合で面外曲げモーメント载荷時のせん断応力で3%程度である。これに対して下層隅角部は、上層隅角部に比べて切り欠きによる応力度への影響は比較的大きく、面内、面外曲げモーメント载荷時のせん断応力度で約20%強、直角隅角に比べて応力集中が発生していた。ここで、下層隅角の方が上層隅角よりも応力集中の影響が大きくていているのは、切り欠き量が多いことの他にテーパーによる梁部のWeb高さが直角隅角のWeb高さに比べて低いことに起因していると思われる。

5. おわりに

本検討結果より、通常の隅角部の設計を切り欠きのある隅角部の設計に適用する場合は、その切り欠き形状に合わせた設計断面力の割増係数を設定することが必要である。本検討を基に同様に別のパターンについても検討し、ある関数によって割増係数を定量的に評価することが可能であれば、設計の簡素化に有効であると思われる。本検討により得られた結論は、テーパー型隅角部を設計する際の参考にして頂きたい。

《参考文献》

- 1) 奥村・石沢：薄板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、p.1～p.18、1968

表-2 上層隅角部の応力度の比較

作用力		軸力	面内せん断力	面外せん断力	トルク	面外曲げ	面内曲げ
直応力度	直角隅角部	109	268	85	1601	1541	2155
	テーパー隅角部	110	268	85	1594	1562	2179
直応力度	直角隅角部	80	167	57	865	1100	1483
	テーパー隅角部	81	167	57	856	1118	1494
せん断応力度	直角隅角部	125	216	123	1102	898	918
	テーパー隅角部	126	217	120	1095	922	880
比率 σ_x -max(テーパー/直角)		1.01	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01
比率 σ_y -max(テーパー/直角)		1.01	1.00	1.00	0.99	1.02	1.01
比率 τ_{xy} -max(テーパー/直角)		1.01	1.00	0.98	0.99	1.03	0.96

表-3 下層隅角部の応力度の比較

作用力		軸力	面内せん断力	面外せん断力	トルク	面外曲げ	面内曲げ
直応力度	直角隅角部	96	236	74	1408	1356	1894
	テーパー隅角部	99	262	83	1487	1519	2210
直応力度	直角隅角部	70	148	50	767	966	1300
	テーパー隅角部	70	152	51	743	1129	1537
せん断応力度	直角隅角部	110	188	101	962	785	807
	テーパー隅角部	127	192	107	944	961	997
比率 σ_x -max(テーパー/直角)		1.03	1.11	1.12	1.06	1.12	1.17
比率 σ_y -max(テーパー/直角)		1.00	1.03	1.02	0.97	1.17	1.18
比率 τ_{xy} -max(テーパー/直角)		1.15	1.02	1.06	0.98	1.22	1.24