

スリットを有する斜張橋主塔の耐荷力について

大阪市土木局 正員 亀井正博 大阪市立大学工学部 正員 北田俊行
 大阪市土木局 正員 井下泰具 日立・松尾・三菱・横河JV 正員 加地健一

1. はじめに

淀川の豊里大橋と長柄橋の間に、現在「淀川新橋（仮称）」が建設中である。この橋梁の全長は約1.4kmで、主橋梁部分の478.8mは図-1に示す通り、両端をPC橋に弾性支持された3径間連続鋼斜張橋である。この斜張橋の特徴として塔部支点が70°の斜角を有していることと、スリットを有した新しい形式の主塔を採用していることが挙げられる。我が国の斜張橋主塔の設計は有効座屈長を用いた慣用法によっているが、座屈長のとり方など設計法が十分確立されていないのが現状である。本橋主塔もこの慣用法により設計しているが、新形式主塔の安全性を確認するために弾塑性有限変位解析により耐荷力の照査を行った。

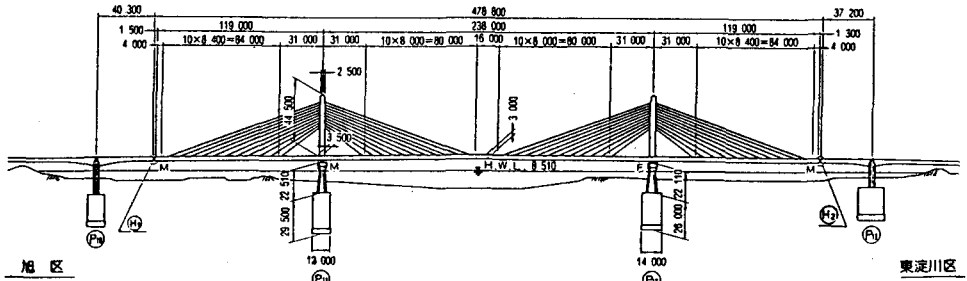


図-1 一般図

2. 主塔の設計概要

図-2に示すように基部で2本の柱に分岐した主塔は途中2ヶ所をストラットで結ばれたラーメン構造となっている。塔部支点の70°の斜角のために、本主塔は死・活荷重によって橋梁面内と共に橋梁面外の曲げも受ける。設計は圧縮と2軸曲げを受ける部材として道示に従って行ったが、その際の有効座屈長は塔高を h として、橋梁面内については $L_e = 1.0 h$ 、橋梁面外については $L_e = 1.0 h \times \beta$ とした。ここに β は2本柱より成る主塔を一体断面とみなした場合からの剛性低下を考慮した補正係数である。なお橋梁面外については、ラーメンとして道示に従って各骨組部材の座屈も照査した。

3. 弾塑性有限変位解析

文献1)に示すプログラムを用いて本橋完成系の弾塑性有限変位解析を行った。荷重は図-3に示すように設計で用いた死荷重 D 、活荷重 L に荷重係数 α を乗じた $\alpha(D+L)$ を載荷し、道示に従って設計された本主塔のもつ安全率を調べた。解析の結果、主塔は荷重係数 $\alpha = 2.76$ で崩壊した。これは道示で期待している安全率1.7を大きく上回っており、主塔は十分な耐荷力を有し

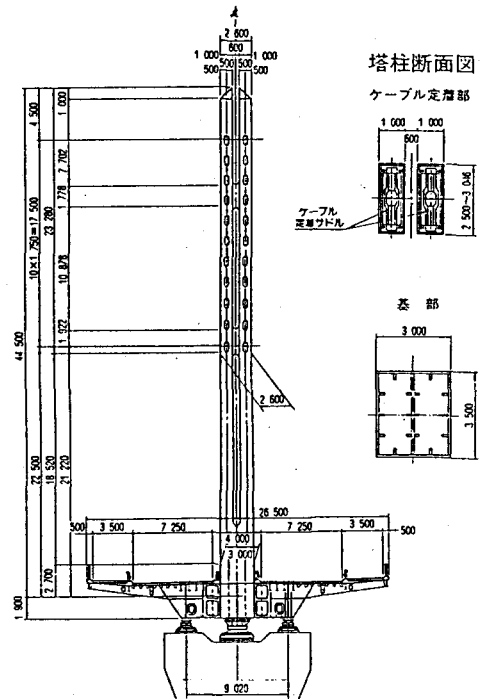


図-2 主塔一般図

Masahiro KAMEI Toshiyuki KITADA Yasutomo INOSHITA Ken-ichi KAJI

ていることがわかった。図-4に崩壊時のたわみモードを、図-5に主塔の塑性域の広がり状況を示す。

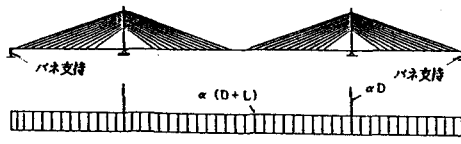


図-3 解析モデルへの荷重載荷

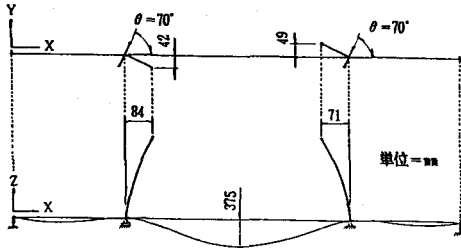
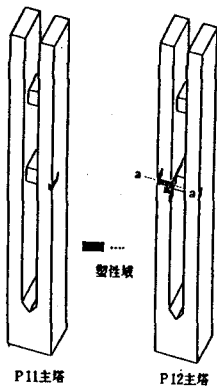
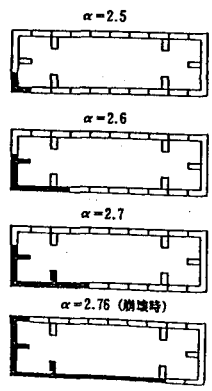


図-4 崩壊時のたわみモード



(a) 主塔崩壊時の塑性域



(b) a-a断面における塑性域の広がり状況

図-5 主塔の塑性域の広がり

4. 相関図による終局強度の照査

道示の設計法は許容応力度設計法であり、有効座屈長を用いて部材の最大応力度が許容応力度を越えないように設計を行う。そこで本橋の弾塑性有限変位解析結果を用いて現行設計法に対する検討を加えた。

道示の座屈照査式を終局状態における断面力を用いて表示すると次式ようになる。

$$\frac{P}{P_{cu}} + \frac{M_y}{M_{cuy} (1 - P/P_{cry})} + \frac{M_z}{M_{cuz} (1 - P/P_{crz})} \leq 1.0 \quad \dots (1)$$

ここに、 $P = \alpha P_1$, $M_y = M_{y1}$, $M_z = M_{z1}$

α : 荷重係数

P_1, M_{y1}, M_{z1} : 道示荷重による断面力

P_{cu} : 柱の基本圧縮強度

M_{cuy}, M_{cuz} : 降伏曲げモーメント

P_{cry}, P_{crz} : オイラーの座屈強度

先の非線形解析で得られた終局時の荷重係数 α_u を用い、 $\alpha_u (D+L)$ を載荷して弾性解析により得られる P と M の相関性を耐荷力曲線と比較した。設計時の有効座屈長を用いて式(1)の左辺を計算したのが表-1であるが、 M_z は M_y に較べて非常に小さい。そこで M_z を無視して相関図上にプロットしたのが図-6である。この結果から道示の許容限界に対する実安全率を算出すると表-1に示すように2.53となり、現行設計法により設計された本主塔は十分な安全性を有していることがわかった。

表-1 解析結果の実安全率

P	M_y	M_z	合計	道示の許容限界値 (a)	実安全率 (a)/(b)
P_{cu}	$M_{cuy} (1 - P/P_{cry})$	$M_{cuz} (1 - P/P_{crz})$	(a)	(b)	(a)/(b)
1.19	0.32	0.03	1.49	1/1.7	2.53

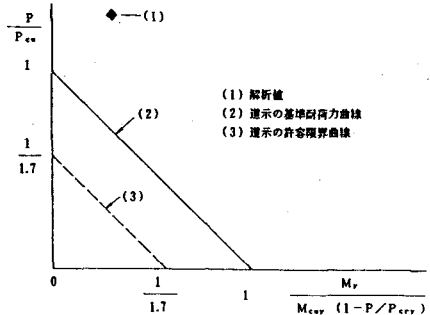


図-6 相関図

5. おわりに

本橋の弾塑性有限変位解析を行い、現在慣用的に用いられている有効座屈長を用いて設計した本主塔が十分安全であることを確認した。今回は特定の荷重状態について検討したが、今後他のケースについても検討していく予定である。

(参考文献)

1) 中井、北田、西村: 斜張橋タワーの耐荷力と設計法について、構造工学論文集、Vol.33、1987