

つり橋のピアーとタワーの連成振動と耐震設計
への適用について

京都大学工学部 工博 ○山田善一
京都大学工学部 井汲 久
株式会社 間組 小寺修二

長大つり橋のタワー・ピアーの設計には、いわゆる動的設計法を採用した方が、より合理的設計となること、次第に明らかにされつつあり、わが国に将来建設されるつり橋では、周期の長い構造物や、形状が震度法を適用することがふさわしくないような場合には、動的設計が採用されるものと考えられる。

タワーの動的設計の一方法は、すでに発表^{*}したが、つり橋のタワーは、一般にかなり深いピアー上に建設され、耐震設計を考える場合には、ピアーの変位とその影響を無視することはできない。ピアーの影響をしらべるため、現在技術的に可能な最も深いピアーとして、高さ 100m のピアーを考え、まえの解析に用いたタワー（寸法は下表に示す）もこの上に考えた。100m のピアーのうち、水深は 50m とし、以下 50m は、 $K_h = 1 \text{ kg/cm}^2$ の地盤係数を、底面には、 $K_v = 50 \text{ t/cm}^2$ の地盤係数を考えた。ピアーの幅は、その影響をしらべるため、 $a = 30\text{m}, 45\text{m}, 60\text{m}$ と変化した。

固有周期と、固有モード、を求め、Housner の Velocity Spectrum を $0.2g$ に換算したものをを用いて、動的応答を求めた結果を次頁の表および、図に示す。

これらの結果から得られたおもな結論を列挙するとつぎのとおりである。

- (1) タワー基礎固定の場合にくらべ、タワーに生ずる stress は一般に大きくなる。したがってとくに高いピアーをもつ場合には、ピアーの変位を考慮した解析が必要である。
- (2) ピアーの寸法により、タワーに生ずる振動振幅の分布に与える各固有振動モードの影響がことなり、寸法が大きい場合でも、必ずしも stress は小さくならない。この傾向は、ピアーの寸法を変える場合のほか、基礎地盤の弾性係数を変えた場合にも見られることが明らかにされている。

Dimensions of Tower Sections

Section	Width (m)	Height (m)	Area (m^2)	I (m^4)	Weight (ton)
8	4.00	5.00	1.60	3.75	177
7	3.50	5.75	2.25	6.65	455
6	4.00	6.50	2.70	10.99	535
5	4.50	7.25	3.15	17.15	731
4	5.00	8.00	3.60	25.60	893
3	5.50	8.75	4.07	36.85	1071
2	6.00	9.50	4.50	51.44	1266
1	6.50	10.30	4.95	70.00	1476
0	7.00	11.00	5.40	93.17	846

(3) 減衰の影響はさきほど大きく、大体の傾向として、レスポンスは、10%の減衰で1/2以下、場合によっては1/4以下となる。

* 小西、山田、高岡、国広

長大スパンつり橋タワーの耐震
計算法に関する研究

土木学会論文集 104号

以上要するに本研究の結果から明らかなことは、地震の問題を含めて、土木構造物のように複雑な外力をうける場合のレスポンスは、その大きさがきわめて不安定であり、場合により種々の値が得られることで、これは動的設計にのこされた大きな課題である。この解析方法としては構造物の非弾性性状を考慮する、荷重の特性をできるだけ明確に把握する、など種々の方法が考えられ、動的設計を合理的に行なう場合にはぜひとも解決せねばならない重要な課題である。

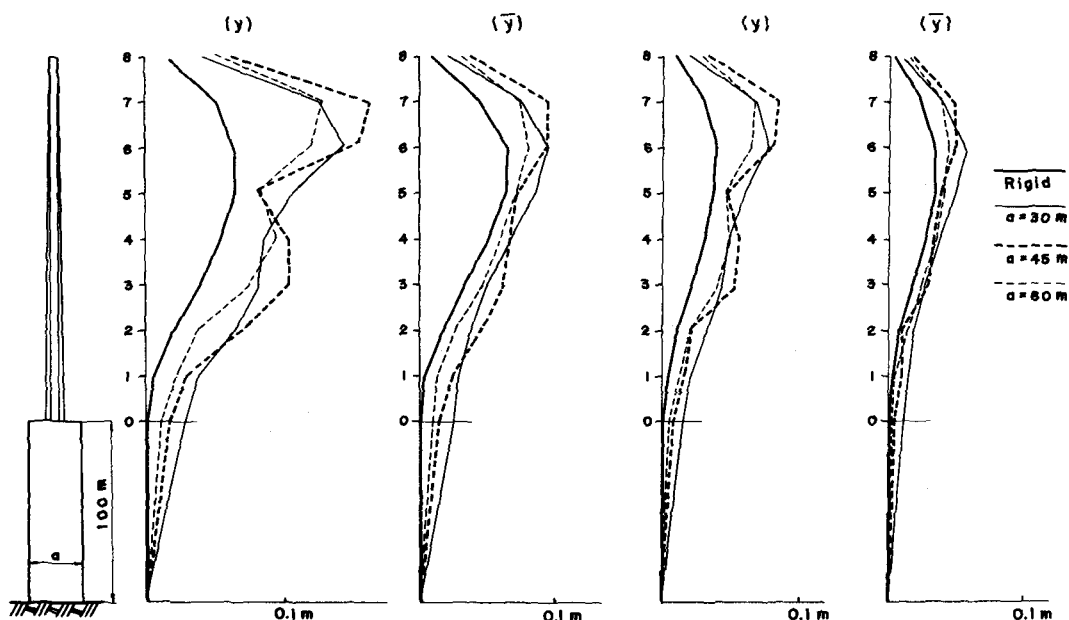
BENDING STRESSES DUE TO AVERAGE VELOCITY SPECTRUM

($\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$)

	Fixed base	with rotation of the pier			Fixed base Free Top
		a = 60 m	a = 45 m	a = 30 m	
without damping					
0	201.91	575.3	856.0	494.9	196.4
1	180.69	430.3	388.6	1029.2	187.1
2	131.02	235.0	373.1	303.6	171.3
3	95.87	538.1	810.9	389.5	186.8
4	124.22	723.7	876.2	360.5	202.5
5	238.43	472.2	311.9	471.4	224.6
6	294.74	593.2	839.1	615.9	241.4
7	292.74	1062.2	1420.5	740.2	182.1
8	0	0	0	0	0
10 % damping					
0	74.09	152.3	202.3	151.4	81.46
1	71.03	142.8	108.1	396.4	91.4
2	46.20	65.6	97.0	93.2	85.7
3	20.85	119.8	185.9	89.9	83.70
4	41.61	161.1	199.3	94.8	82.7
5	85.44	125.4	104.7	117.4	80.4
6	113.03	167.3	223.2	166.9	69.4
7	103.96	219.7	335.5	214.8	41.5
8	0	0	0	0	0

(a) $\beta = 2\%$

(b) $\beta = 10\%$



Effects of Rocking of Pier