

## 1. 概説

つり橋は、ケーブル、補剛トラス、ハンカー、タワー、ピアー、アンカーブロックなど、それぞれ、非常に剛性の異なる構造部分からなっている。地震の作用するのは、アンカーとピアーであるが、それらがさらに、タワー、ケーブルなどの上部構造によって連結されており、耐震設計上非常に複雑な構造となっている。また地震のように複雑な外力が作用する場合には、つり橋の規模と地震の性質、大きさの組合せで、考察を進めねばならない。

つり橋でとくに長大つり橋の耐震設計については、つり橋架設地点の地盤、地かく変動地震の大きさ、性質などについて、詳細な調査がなされたのち行なわれねばならないが、ここではこれらの問題については、深くふれないこととし、ただ橋はきわめて強固な岩盤上に建設されるものとする。

構造物の耐震設計上、きわめて重要な要素を、構造物の側からみるならば、それはつり橋自体の固有周期であろう。すなわち地震のもつ周期特性と、構造物の固有周期の相対的な関係において、それぞれ異なる耐震設計法が、採用されねばならない。ここではある特定のつり橋の固有周期についてまわりの、それに関連した耐震設計、あるいは地震応答についてのべる。またここでは、つり橋の振動方向、および、地震の作用方向を、橋軸の方向、およびこれに直角の方向に限定する。

すでにのべたとおり、つり橋は非常に剛性のことなる構造部分から成り、このような構造全体を一つの振動系として、とり扱い、地震に対する影響を求めることは、構造物の性質上、あるいは数値解析の精度上、最上の結果を得るとはかぎらない。したがってここでは適当な仮定をもうけて、つり橋をある部分に限定して考察するものとする。

ここでとりあげたつり橋は、中央径間1300m、タワーの高さ200mの明石海峡連絡のある試算設計によるものである。

## 2. 固有周期

(1) 橋軸方向、および鉛直方向の振動を含む振動の固有周期。これは主として橋軸方向に作用する地震に対するもので、この詳細はすでに発表したところである<sup>1)</sup>。結果のみを示すと、Table-1のようになる。この結果から、つり橋全体としての固有振動より、タワーの振幅が大きくなる振動型が、とくに耐震設計上重要であることが、説明される。

(2) タワーのみを考えた場合、およびピアーの固有振動、つり橋全体としての対称1次振動以外では、タワーと補剛トラス、ケーブルの間の連成は、ほとんど見られない。したがって、タワーの頂点に適当な弾性バネを仮定することにより、タワーのみを考察することが可能である。いまこの場合の固有周期を求めたものをTable-2に示す。Table-1の値と比較することにより、タワーのみを考えた場合でも、その結果にあまり差異が認められ

Table 2 Natural Periods (sec)

Modes	Tower	Pier	T + P
1	1.287	0.098	1.287
2	0.471	0.037	0.471
3	0.260	0.024	0.261
4	0.178	0.021	0.178
5	0.140		0.140
6	0.114		0.114
7	0.093		0.099*
8	0.074		0.093
9			0.074
10			0.037*
11			0.024*
12			0.021*

Table 1 Natural Periods  
(Longitudinal) (sec)

Modes	Symmetric	Anti-symmetric
1	11.610	9.207
2	6.219	8.879
3	4.451	4.530
4	4.397	4.397
5	3.659	3.200
6	3.052	3.067
7	2.948	1.299
8	1.277	0.486
9	0.463	0.275
10	0.252	0.190
11	0.170	0.144
12	0.134	0.115
13	0.114	0.093
14	0.093	0.074
15	0.074	

Table 3 Natural Periods  
(Lateral) (sec)

Modes	Symmetric	Antisymmetric
1	23.006	13.416
2	8.522	5.474
3	4.765	2.755
4	3.756	2.549
5	2.148	

ない。ピアはタワーに比して、その剛性がきわめて大きい。いまピア単体の固有周期を、せん断振動のみを考えて求めた結果を Table-2 に示す。つきにタワーの振動に対してピアの振動がどのように影響するか、あるいは逆にピアに対するタワーの振動の影響を求めた固有周期も Table-2 に併記した。結果、タワーとピアの剛性はかなり異なるため、タワーの解析には、ピアの影響をあまり考える必要がない。またピアの解析にとり入れるタワーの有効質量の計算をするためには、タワーについてかなりの高次振動まで考えねばならない。

(3) 橋軸直角方向の水平振動の固有周期。この場合、タワーの頂点は移動しないものとし、中央径間のみについて、その固有周期を求めた結果を Table-3 に示す。ここで注目すべきことは、橋軸直角方向の振動周期は非常に長いこと、およびケーブルと補剛トラスのたわみの方向は複雑であること、などである。

### 3. レスポンスの計算と耐震設計

実際の地震地動を与えてレスポンスを計算した結果、とくにタワーの応力が大きくなることが明らかにされた。計算の詳細、および耐震設計の考え方の詳細については、講演会当日にゆずる。

- 1) Ichiro Konishi and Yoshikazu Yamada ; Earthquake Response of a Long Span Suspension Bridge, Proceedings of the second world conference on earthquake engineering, Vol II pp. 863-878