

長大つり橋の耐震性に関する研究

京都大学工学部 工博 小西 一郎
京都大学工学部 山田 善一
京都大学大学院 工修 白石 成人

本研究は長大スパンのつり橋の耐震性について、模型実験の結果から考察をすすめたものである。つり橋の設計には風に対する安定問題に重点がおかれており、わが国では台風の来襲があることから、耐風安定については充分の検討がなされねばならないが、とくにわが国が地震国であることからして、将来おこり得る大地震に対しても充分安全でなければならぬ。以上の観点から、現在神戸市において計画中の明石海峡連絡つり橋についてその耐震設計の基礎資料を得るために、模型実験を行なっている。本研究は現在研究の途上であり、現在までにその基礎実験を終了した。すなわち明石海峡連絡橋として計画中のつり橋の $1/1000$ 模型を製作し、定常加振による振動性状を解明した。耐震性の研究にはさらに地震に類似した非定常外力に対する性状を把握せねばならないが、これについてはさらにスケールの大きい模型に対して現在計画中である。

1. 模型

実験に用いた $1/1000$ 模型の概畧を図に示す。本模型は *Stress similitude* を満足するものではなく、微小振幅の上下振動に対して *distortion similitude* を満足するように設計された。水平方向の振動については、充分な運動方程式が得られていない状態であるから、タワーの剛性のみを単独に考えて相似律を満足させている。図からわかるように水平方向の運動に対しては、ケーブル、床組それぞれに分布された重量は、連成振動の原因となるものと考えて、模型においても、ケーブル、床組、それぞれに重量を配分した。

2. 実験の概要

現在までに本模型について、自由振動(上下動)と、正弦波による強制振動時の挙動が上下動ならびに水平橋軸方向の運動に対して求められた。加振には京大土木教室の松平式振動機が用いられた。振動中の変位は、本研究のためにとくに試作した、電磁感應コイルを応用した変位計を用いて計測した。ケーブルおよび補剛桁のヒズミは、SR-4 ヒズミ計により測定し、これらの時間的变化は電磁オシログラフにより記録された。これらの記録から、振動振幅、振動数、Mode、減衰常数などが求められた。また振動中の Mode を正確に把握するため、*Strobo scope* を用いて振動中の模型の写真撮影が行なわれた。

3. 実験結果の概要

現在までに実験により明らかになされたおもなものをのべるとつぎのようである。

(1) 振動数に関しては、逆対稱振動 mode に対するものは、Fr. Bleich の理論による値と実験値はよく一致するが、対稱振動では実測値の方が高い値を示す。

(2) 上下方向加振による振動は、対稱型振動であり、中央スパン、側スパンともにある一定の型で振動する。

(3) 水平橋軸方向加振による最初の共振は、中央スパンにおける逆対称振動であり、この場合側スパンはほとんど静止の状態を保つ。さらに振動数をわずかに上げることにより、側スパンの振幅が大となり、中央スパンの振幅は小さくなる。従って TABLE に示したように、中央スパンと側スパンの振動 mode を分けて考えることは、妥当である。

(4) 模型の減衰定数は、0.03~0.05 で、実物の値よりかなり大きいと考えられる。測定値に対しても減衰定数の差異による補正が必要である。

(5) とくに対称振動に対しては、タワーの振動の影響を考慮に入れねばならない。

(6) 実物の振動数の計算値、模型の振動数の計算値および実測値を表に示した。本橋のように長大なつり橋では、低次の振動の振動数は、表からわかるように非常に小さく、極端な長周期構造物と考えられる。このような構造物では実際地震の影響は、低次振動よりむしろ高次振動に対するものが大きいと考えられ、この影響をしるべのためにさらにスケールの大きい模型が望まれており、目下設計中である。

(7) 強制定常加振による加振振幅と、振動振幅との間には、多分に非線型の特徴があることが明らかになった。

(8) さらに普通の線型特性をもつ構造物では考えられないような、複雑な振動現象が観測され、これらの点については種々考察を加えている。

TABLE Natural Frequencies (r.p.m.)

MODE	PROTO TYPE	MODEL (theo.) (experi.)	
<u>Symmetric</u>			
1 st	5.0	165	---
2 nd	9.7	324	310 - 350
<u>Antisymmetric</u>			
Main span			
1 st	6.5	210	230
2 nd	14.0	468	490
3 rd	22.5	806	---
Side span			
1 st	6.6	215	240
2 nd	14.3	496	500
3 rd	24.0	889	---

