

II-7 地震によるつり橋タワーの弾塑性性状に関する動力学的考察

京都大学工学部 正員 山田 善一

1. 緒 論

さきに行つたつり橋全体に橋軸方向の地動が作用した場合の解析から、つり橋タワーの振動がとくに重要であり、また地震外力による共振も考へられることをのべた。したがつて本研究では、とくにタワーの部分ととりだし、これに地震外力が作用する場合の性状を、タワーの材料が塑性範囲にまで入つた状態までを考へて解析した。非常に大きい地震外力に対して全く安全であるようにタワーを設計するより、タワーの機能を失わない範囲で塑性変形を許す方が設計上有利であると考えられる。とくに鋼構造物では、材料の塑性領域に入つた場合、部分的座くつを生ずる可能性があるが、本研究では、タワー全体としての軸方向力は考へてゐるが、部分的座くつに対する考察は行なつてゐない。

本研究の数値計算には京都大学電子計算機 KDC-1 を使用した。

2. 解析の方法

考へる物理系としては、まえに弾性範囲内における性状の研究に用いたと同様な Model を用いて図-1 に示すようなものを用いた。つり橋のケーブル、補剛桁などはその基本振動周期が極端に長いことを考へて、弾性ばねをもつて近似した。タワーはまずオー次計算として、高さ 200m を 4 等分し、各 Segment の長さを 50m とした。計算に用いたタワーの原型は、明石海峡連絡つり橋設計案にしたがつた。タワーの重量は、4 等分毎に各部分の重量に比例した集中重量と考へてゐる。またタワーの弾塑性は、各分割点に集中するものとして考へ、かつ理想化した完全弾塑性ヒステリシス特性を仮定してゐる。(図-2)

3. 地震外力

本研究に用いた地震外力は、わが国では強震の記録がないことから、簡単な正弦曲線型のもので、さらに 1957 年 So. California Earthquake のものを使用した。つり橋の解析には単に地震加速度記録のみでは充分でなく、変位記録が重要である。加速度記録を変位記録に直すことは、基線のとり方による影響が非常に大きくこの場合このまじくない。したがつて米国の記録でも Carder Displacement Meter の記録のあるものがこのまじい。またわが国でも加速度記録のみならず変位記録も測定することが必要である。つり橋タワーの弾塑性解析には 1957 So. California Earthquake は小さすぎるので、本研究では、この地震の強さを Load Factor α により比例的に拡大し、拡大された地震に対する性状を考察した。

4. 数値解析

数値積分は、Newmark の β 法 $\beta = \frac{1}{6}$ を用いて行ない、計算は KDC-1 によつた。

Newmark β 法は KDC-1 Subroutine として

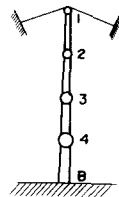


図-1

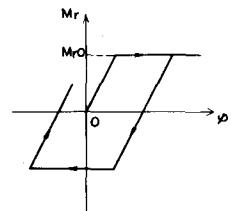


図-2

完成されている。KDC-1 では Output に長時間を必要とするので、完全な Response time history はごく限られたパラメーターの場合のみについてプログラムの check を行うために行ない、一般には最大値のみを求めることとした。

5. 計算結果

計算は地震の周期と強さを变化させ、多くの場合について行なったが詳細は講演会当日に発表する。いま 1957 Sa. California Earthquake $\times 10$ の地震に対するたわみ y と時間の関係を図-3 に示す。図-3 で y_2 の曲線は計算機から求めた値そのものの plot を示している。また計算機から求められた最大レスポンスの値から、曲げモーメントと曲率 ϕ との関係を 1957 Sa. California Earthquake $\times 20$ の場合について画くと図-4 のようになる。また最大振幅と地震の intensity (Load Factor) との関係は図-5 のように求まる。

6. 結 語

計算結果から得られたおもなる結論を示すと、(1) 塑性変形にともなう大きいエネルギー消散により振動振幅をかなり減少することができ、タワー設計上、さらに基礎設計上有利となる。(2) 振動による軸方向力の変化が、塑性モーメントに与える影響は小さい。(3) 材料の弾性領域における軸方向力の変化による非線型現象は無視しうる程度に小さい。(4) 現在の明石海峡連絡つり橋のタワーは耐震上から、タワー上部の剛性を大きくするのがこのましい。(5) タワーに不安定現象を生じさせるような地震は、極端に大きなもので、普通程度の地震でたとえタワーの一部に塑性変形を生じても、地震後はつり橋からくる軸方向力を支えるに充分である。

本研究は文部省科学研究費各個研究による研究成果の一部である。

• Ichiro KONISHI & Yoshikazu YAMADA, Fundamental Studies on Earthquake Response of a Long Span Suspension Bridge, Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyoto Univ. Vol. 22, part 3, July 1960.

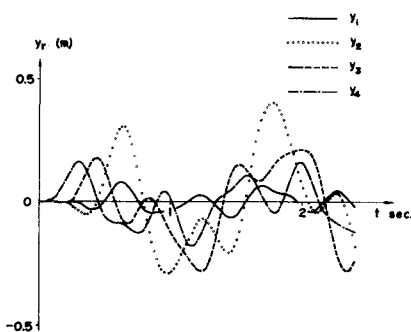


図-3

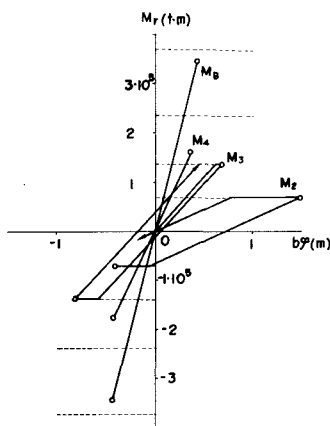


図-4

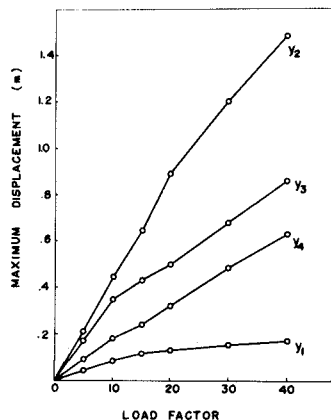


図-5