

九州大学 大学院 学生員 〇園田佳巨

九州大学 工学部 正 員 大塚久哲

九州大学 工学部 正 員 太田俊昭

1. 緒言

斜張橋は、経済性及び美観の点で、主径間200～400m程度の橋梁に適しているが、主桁支持方式を改良することで、さらに長スパンの橋でも経済的になることが知られている¹⁾。しかし長大橋になれば、各構造要素の幾何学的非線形性の影響が無視できなくなることは周知のとおりである²⁾。したがって本研究は、まず長大斜張橋の挙動特性に対する非線形性の影響を調べ、さらに、主桁支持方式の異なる長大斜張橋の非線形特性と、部定式斜張橋の有用性を検討するものである。

2. 構造モデルと解法

本研究では、斜張橋を2次元モデルとして取り扱い、各節点にて水平変位、鉛直変位及びたわみ角の3つの変形を考慮し解析した。線形解析ではケーブルを軸力要素とし、非線形解析では、桁・塔の幾何学的非線形性とケーブルのサグを考慮し、収束計算にはニュートン・ラフソン法を用いた。解析モデルは中央スパン660mの長大橋とし、断面諸元、一般図はそれぞれ、表-1、図-1に示す。ここでは、非線形性が斜張橋の挙動に及ぼす影響がどのように変化するか、特にケーブルの無応力長に製作誤差が生じた場合を採りあげて検討する。ただし、このモデルにおいては、キャンバー調整を行なっておらず、したがってケーブル無応力長は主桁と塔の両定着点間の直線距離として解析し、線形解と比較することで非線形性の影響を調べた。

3. 数値計算結果と考察

非線形性の力学的影響をみるため、主桁鉛直変位、曲げモーメント、軸力及びケーブル応力を算出した。ケーブルの製作誤差は、無応力長より0.1%長くなった場合について解析してみた。

(A) 製作誤差がない場合

図-2(a)の主桁鉛直変位を見てわかるように、非線形解はケーブルのサグによる剛性低下のため、線形解より大きな値となる。したがって、図-3(a)の曲げモーメント図も非線形解の方が線形解より大きくなっている。このモデルではケーブルの剛性低下にかかわらず、ケーブル張力は増加しており(図-4(a))、そのため主桁軸力は非線形解の方が線形解より大きい(図-5(a))。ただし、スパン長1100mモデルの結果ではケーブル張力が低下し、非線形解の軸力の方が線形解より小さな値となっていた。このように、長大斜張橋の場合、ケーブルの非線形性の影響を無視できないことがわかる。

(B) 製作誤差(+0.1%)の影響(図-2(b)～図-5(b))

製作誤差が生じると、鉛直変位は非線形解ではかなり大きな値となるが、線形解での変化は(図2(a)と(b)の実線)は無視できる。曲げモーメント図も同様である。軸力図、ケーブル応力図も同様に、線形解ではほとんど値の変化がないが、非線形解の値はかなり低下している。非線形解析の結果より、ケーブルの無応力長にわずかでも製作誤差が生じた場合、無視しえない挙動の変化が起こることがわかった。このことは線形解析では知ることができないことである。

4. 結語 本文では、わずかにケーブルが長くなったために生じるケーブルの剛性低下を、中央スパン660m程度のモデルを例に報告した。斜張橋ではケーブルが、その橋の挙動特性を決める一つの主要因であると考えられるが、本解析モデルのような長大橋になると、非線形性による影響はかなり大きく、非線形解析の必要性が認識される。部定式斜張橋における非線形解析の結果については講演当日発表の予定である。

【参考文献】

- 1) Ohtsuka, H., et al.; proc. of JSCE, Structural Eng./Earthquake Eng., Vol.1, No.2 1984
- 2) 前田研一 他：大径間斜張橋の静的、動的解析プログラム、橋梁、1977-1、2

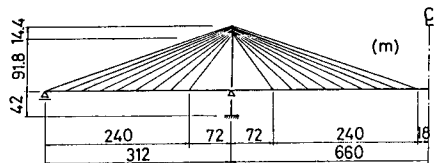


図 - 1 一般図

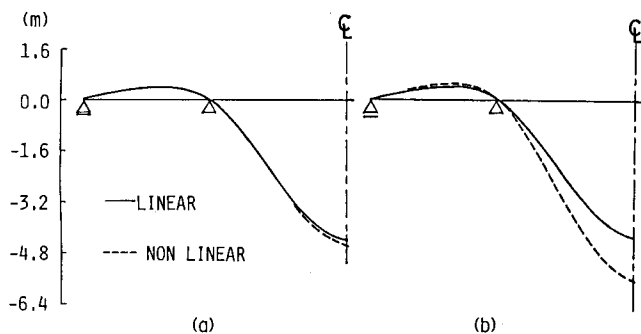


図 - 2 主桁鉛直変位図

表 - 1 解析モデルの断面諸元

主桁		
断面積	(m^2)	1.00
断面2次モーメント	(m^4)	15.00
塔断面		
塔断面積	(m^2)	
頂部		1.68
基部		3.04
塔断面2次モーメント (m^4)		
頂部	10^2 (t/m^2)	6.05
基部		10.93
ケーブル断面積 (m^2)		
上段 (4本)		0.0428
中段 (3本)		0.0383
下段 (2本)		0.0288

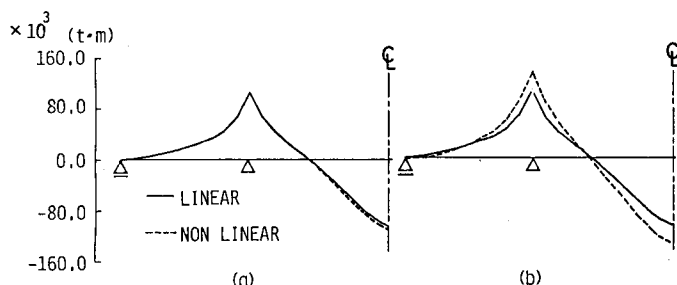


図 - 3 曲げモーメント図

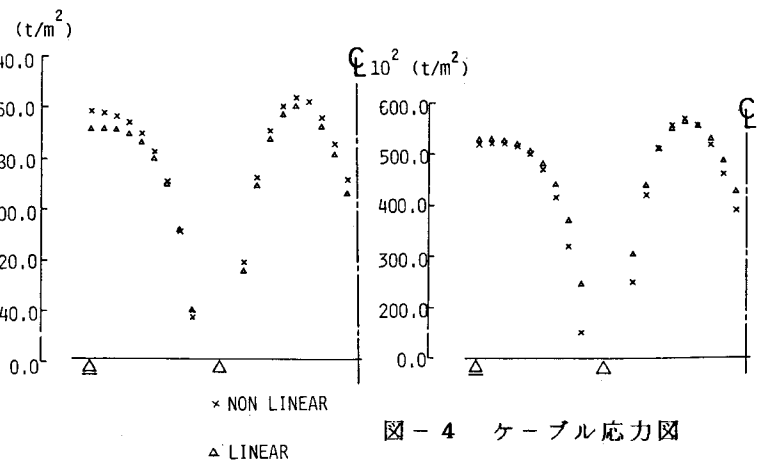


図 - 4 ケーブル応力図

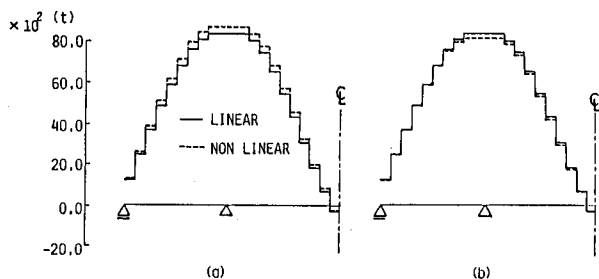


図 - 5 主桁軸力図