

九州大学 正員 今井 富士夫
 大林組 正員 田島 孝敏
 九州大学 正員 太田 俊昭

1. まえがき 最適設計法では、想定された荷重モデルに対して、構造物の総重量が最小となるように計算される。しかしながら、塑性設計法で単に各部材の塑性条件のみを制約条件としたのでは、荷重に対しては安全であっても、その終局変位は多大なものとなることがある。その場合には、塑性ヒンジの回転能に問題が生じることになる。そこで、本研究では並列曲線箱桁橋を対象に、その構造で最大の終局荷重を有し、かつ最小の変位を呈する崩壊形式について、弾塑性最適化問題を考える。

2. 解析モデルならびに崩壊形式 解析モデルとしては、図-1に示すような2主桁多横桁の並列曲線箱桁橋を考える。この崩壊形式は、図-2に示すように3つに大別できる¹⁾。図から明らかなようにMode Cは内桁に耐荷力を期待できない部分崩壊形式であり、Mode A, Bは並列曲線箱桁橋を単一曲線桁とみなしたときの曲げ崩壊形式に相当するものであるが、Mode Bは崩壊過程で部分降伏した構造となる。つまり、Mode Aが、他の形式に比べ、終局荷重、終局変位ともに優位となる。そこで、本解析では、Mode Aを対象に議論をすすめることにする。

なお解析では、石川らの提唱した全変形理論に基づいた最適弾塑性設計法²⁾を採用し、降伏関数の線形化には、文献3)の結果から正32角形に近似したものをを用いた。

3. Mode Aを呈するための主桁-横桁関係

図-3は、種々の荷重形式に対して、Mode Aを呈するために必要な $m_i - m_r$ 曲線である。ここで、 m_i と m_r は、それぞれ外桁の完全塑性曲げモーメントに対する内桁ならびに横桁のその比である。また、荷重系については、等分布荷重/集中荷重=0.22(1/m)とし、内桁と外桁の荷重比(内/外)は、Case (B), (C)では0.3、Case (A)では実橋の設計例を参考に0.67とした。図から、偏心傾向が弱まるに従い、所要横桁 m_r は低減できることが判る。さらに、阪神高速道路公団の設計基準⁴⁾に基づく横桁の所要 m_r は0.07以上であること、荷重系は一般にCase (A)であることを考え併せれば、並列曲線箱桁橋を

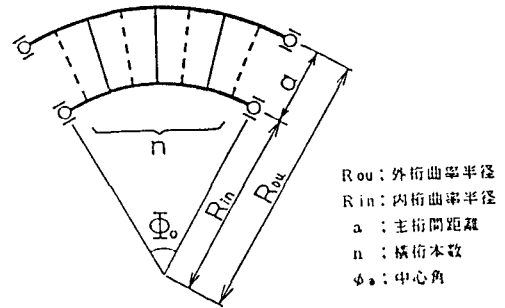


図-1 解析モデル

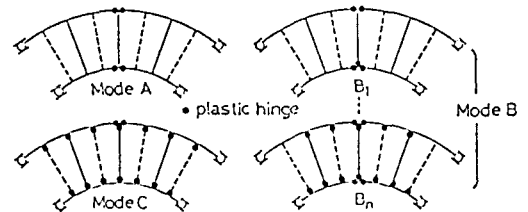


図-2 崩壊形式

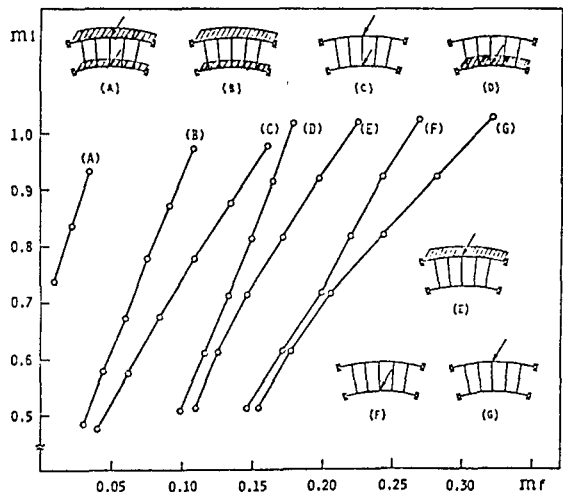


図-3 Mode Aを呈するために必要な $m_i - m_r$ 関係

設計する場合には、横桁は基準値を用いれば必ずMode Aを呈することになる。

4. 主桁の最適設計 前述の結果から、並列曲線箱桁橋の最適問題は主桁の最適問題に帰着することになる。そこで、本節では主桁の最適問題として、桁高（ d_r ）ならびに形状比（ N =桁高／フランジ幅）の2つを変数とし、解析を行うことにする。ここで、幅厚比に関しては、フランジには縦リブを考えた塑性設計のものを、腹板には弾性設計のものを採用した。さらに、荷重は設計荷重を想定し、Case (A)を考え、そのモデルとしては、集中荷重比（内／外）=0.64、等分布荷重／集中荷重（1/m）は、外桁では0.20、内桁では0.27とした。

一方、Mode Aでは主桁の塑性ヒンジは曲げモーメントが主体となる。そこで、箱形断面の最適形状を曲げ問題から誘導すると、次のように表される。

$$d_r = \sqrt[3]{Z_p \xi}, \quad N = \sqrt{2 \xi / \eta} \quad (1) \quad a, b$$

ここに、 Z_p : 塑性断面係数、 ξ 、 η : 各々腹板とフランジの幅厚比。

図-4は、 N の変化に対する並列曲線箱桁橋の総重量の変動について図示したものである。図中、 N_{opt} は式(1)より算定されたものであり、 n_r は縦リブ本数である。図から明らかなように、 N_{opt} 近傍で総重量は最小となるが、 $N \geq 1$ においてはそれほど変動していないことが判る。

そこで、以下では、 $N=1$ として解析を行った。

図-5は、主桁の桁高比ならびに中心角の変化に伴う主桁の所要完全塑性曲げモーメントの変化について図示したものである。図中、単独解とは、桁それぞれの荷重を、単独桁として各々支持していると仮定して得られた所要完全塑性曲げモーメントである。

図から明らかなように、外桁の完全塑性曲げモーメント比は、桁高比や中心角が増大するに伴い、減少する傾向にあるが、内桁のそれは、逆に増加させる必要がある。

通常、並列曲線箱桁橋は片勾配を必要とするが、本結果をさらに詳細に検討することにより、設計桁高比に対する所要桁断面が簡単に求めることができるものと思われる。

本研究を遂行するにあたり、有益な御助言を戴いた防衛大学の石川先生ならびに九州共立大学の三原先生に深謝の意を表します。

〔参考文献〕

- 1) Imai, F., et al.: Memoirs of Faculty of Eng., Kyushu Univ., Vol. 43, No. 1, 1983
- 2) 石川ら: 土論、第350号、1984
- 3) 田島ら: 土木学会西部支部研究発表会、1987
- 4) 阪神高速道路公団: 設計基準、1980

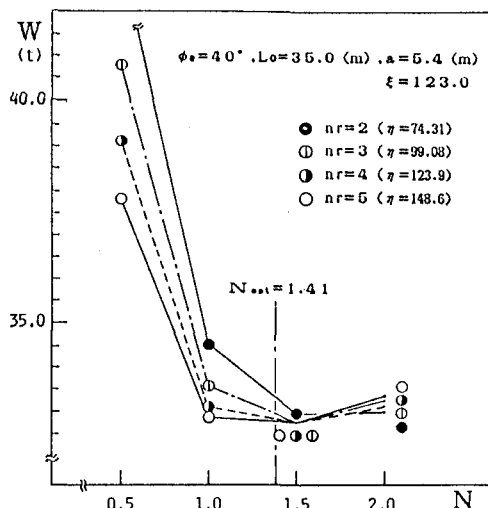


図-4 総重量－桁高比関係

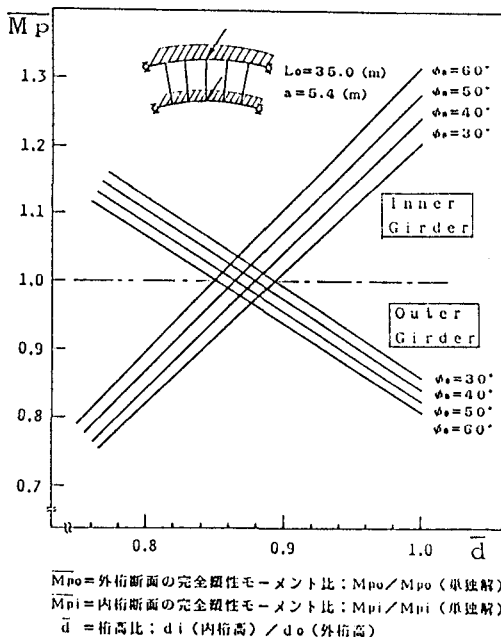


図-5 所要完全塑性曲げモーメント－桁高比関係