

滝上工業株式会社
滝上工業株式会社
名古屋大学工学部

○ 竹内敏雄
安藤 浩 吉
成 岡 昌 夫

I はじめに

ランガー桁が経済的にすぐれた橋梁形式の一つであることは、従来よく知られている。しかしランガー桁は、活荷重によるたわみが大きく、振動性状が悪いので、これらの点でまだ問題をのこしている。通例のプレートガーダーが単純桁から連続桁へと発展し、よい結果が得られていると同様にランガー桁においても、当然、連続ランガー桁が考えられてよいと思われる。ランガー桁を連続構造にすることによって、a) 活荷重によるたわみが小さくなり、構造的に剛になる、b) 鋼重が軽くなる、c) 新潟地震における昭和大桥の落橋のような危険が減少する。などの利点が考えられる。そこで、筆者らは、すでに完成している Gorkum 橋（オランダで2スパン連続ランガー桁が実施され、その経済性、および、剛性の増加など、よい結果が得られていることが報告されている）について紹介するとともに、単スパンのランガー桁として設計計算された資料をもとに、2スパン連続ランガー桁として設計計算されるとどうなるか、および、鋼重がどのように減少するかについて述べたものである。

2 Gorkum 橋

Gorkum 橋はオランダで架設された、2スパン連続ランガー桁である。これはスパン $2 \times 170^m = 340^m$ で両端部に 5^m の張出部をもっている。張出部先端はアンカー・ケーブルで固定し、浮上りに対して弾性支承、次下に対して固定である。巾間は車道 15^m 、自転車道 $2 \times 3.5 - 7^m$ である。主構向隅は 16.8° で、 $f/l = 24/170 = 1/7.1$ である、床版は鋼床板で、 5^m のアスファルト舗装である。補剛材、および、上弦材は箱桁断面で吊材、および、アンカー・ケーブルには引張強さ $150 \text{ }^{\text{kg}}/\text{mm}^2$ のケーブルを用いている。2スパン連続構造とすることによって、a) 鋼重が 170^m の単スパンランガー桁2連の鋼重 $2 \times 1.800 = 3.600^t$ に対して、2スパン連続ランガー桁では、 3300^t となっており、約8%の節約となる、b) 桁の剛度が同一スパンの単純ランガー桁にくらべて、約20%大きくなった。などの利点が得られたと報告されている。

3 2スパン連続ランガー桁の数値計算

2スパン連続ランガー桁は一般に3次不静定であり、ここで研究の対象とする応力軽減用のアンカー・ケーブルをもったものは5次不静定構造である。計算は、筆者の一人の研究室で、全国共同利用の大型電子計算機 HITAC 5020E に対して開発した「変形法による任意平面構造物の解析」ならびに「任意平面構造物の固有振動数、および、固有ベクトルの計算」のプログラムによって、連続ランガー桁の静的、動的解析を行った。

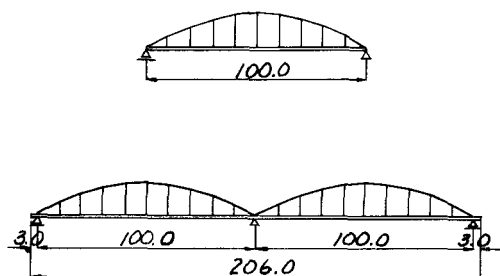


図 - 1

アンカー・ケーブルも独立した一つの部材と考え、 $I=0$ で M のみをもつ部材とし、 $k = \frac{EA}{l}$ をこの部材の特性とした。これはバネ常数に相当するものである。計算の対象は図-1のランガー桁で、この単スパンランガー桁は次のような設計条件のもとで計算されたものである。スパン 100m; 有効巾 6.0m; 主構間隔 6.5m; 主構高 15m ($\frac{h}{l} = \frac{1}{6.7}$); 床版 14cm R.C.; 鋼梁 5cm コンクリート鋼鉄; 荷重強度は二等橋で格別荷重に換算して、死荷重 = 24.6t, 活荷重 = 11.48t (線荷重), および、7.80t (分布荷重) である。2スパン連続ランガー桁の補剛桁端部のアンカー桁のバネ常数は、 $k = 0, 21, 105, 210, \infty$ の場合について計算した。

a) 断面力、および、鋼重の比較

まず、最大水平力 (H_{max}) については、連続にしたことによって、若干減少するが、強材の設計には減少が少ないため、これによる経済性は希待できない。補剛桁の曲げモーメントについて考えてみよう。ランガー桁の設計において、補剛桁の断面決定に関係する曲げモーメントは、正負曲げモーメントであるため、ここでは、 M_{max} と M_{min} との差 M_0 で比較することにした。図-3より、単純ランガー桁をただ連続しただけでは、曲げモーメントはあまり減少せず、アンカー・ケーブルを導入することによって、かなりの減少が認められる。 $k=105$ においては、24点附近の M_0 は、単純ランガー桁のそれに比較して、約20%減少している。しかしながら、端支桌上および中央支上の曲げモーメントは単純ランガー桁の M_0 が0であるのに反し、相当大きく、 $k=105$ の場合では、単純ランガーの M_0 の最大値に対して、端支桌上において

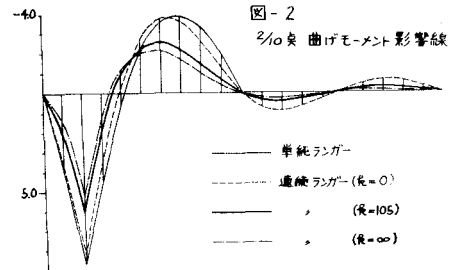
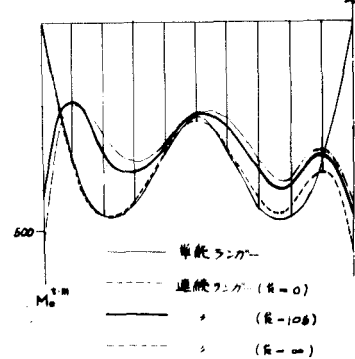


図-3 M_{max} と M_{min} の差 M_0



は約92%, 中央支桌上で約100% となっている。鋼重は、補剛桁だけの比較で、腹板高20のI-断面でSM-50材として計算した結果、補剛桁(附属物を含まない)のみの重量では、104t(単純) 103t ($k=0$), 96t ($k=21$), 93t ($k=105$) であって、単純ランガー桁に対する減少率は 0% ($k=0$), 8% ($k=21$), 10% ($k=105$) となり、 $k=105$ の場合では、全鋼重に対して3%程度にすぎない。Gorkum橋では連続することによって、8%の鋼重減少となったと報告されており、これは、活荷重の構成、スパンなどによって減少率に相違がでてきたと思われる。

b) 固有振動数の計算

上に述べた連続ランガー桁について、固有振動数、および、固有ベクトルを前記したプログラムによって求めた。振動モードと固有振動数は各状態ではほぼ等しいが、固有ベクトルについては、連続にしたことによって、かなりの減少がみられた。