

2. -5

海川口橋(トラスドラングー桁橋)の死荷重, 活荷重,

および, 振動に対する実験と考察

徳島大学工学部 正員 工博 星 治 雄
 徳島大学工学部 正員 工修 児 嶋 弘 行
 阿南工業高等専門学校 正員 工修 〇 神 田 隆

1. はしがき

最近わが国でも新しい橋梁型式として, トラスドラングー桁橋が架設せられるようになった。今回, 報告する海川口橋は, 斜材に円形断面のパイプを用いているために, 風によるカルマン渦の発生が懸念せられ, それを防止する目的で斜材の両端部を円環で補強し, 両端の支持条件を変更した。それに伴ない設計条件と現橋との間に構造上生じた差異の程度, 斜材の補強の効果, 死荷重による応力, 活荷重に対する応力, 撓み, 振動数, 振動モード, および, 減衰率などを理論値と実験値とにより調査検討を加えた。

2. 構造概要

型 式: トラスドラングー桁橋,

橋 格: 2等道路橋,

橋長(支間): 110.17m (109.17m),

主橋間隔: 6.7m , 有効巾員: 5.5m ,

3. 測定項目

死荷重応力の測定, 静止荷重による撓み測定, 移動荷重による撓み測定, 衝撃荷重による撓み測定, 静止荷重による応力測定, 移動荷重による応力測定, および衝撃荷重による応力測定などである。さらに, 応力および撓みより振動周期, 振動モード, ならびに振幅減衰率などを測定した。

4. 計算方法

斜材の両端を円環で補強したことを考慮して, 主橋に対する計算値は図-3のような2種類の構造型式について求めた。主橋の静止荷重に対する解析は変形法により電子計算機TOSBAC 3400を用いて行ない, 振動に対しては, 三菱重工所有のプログラムによる計算結果を用いた。床組に対する検討として, 縦桁が変位しない横桁によって連続支持された場合などを試算した。

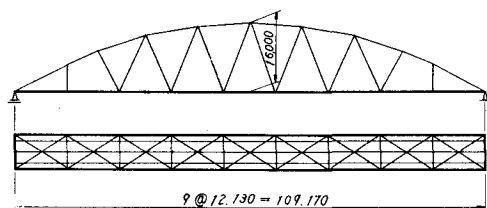


図-1 一般図

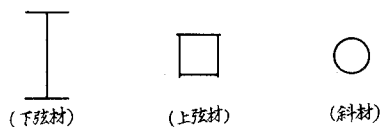
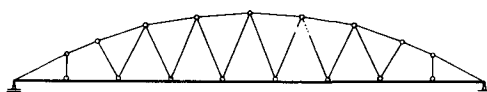


図-2 主構部材断面形

1 トラスドラングー型式(ヒンジ結合)



2 ファーレンダイール型式(剛結合)

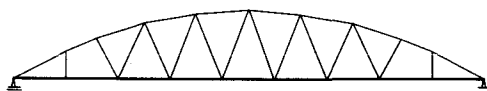


図-3

[注] 本文では以後, 図 3における橋梁型式①②に対して, それぞれ, ヒンジ結合, 剛結合と略称することにする。

5. 測定結果、および、考察。

1) 撓み。 静止荷重に対する撓み比のヒストグラムは、図-4、図-5のようであり、平均値はいずれの場合も約49%、標準偏差は約17%強である。撓みの振動周期については、つぎのようである。

トラック走行時、および、走行後の振動周期は、1測点については余り差異は認められなかったが他の測点と比較すれば相違がある。また走行速度別に見れば、1測点毎についてもかなりバラツキがある。動的撓みは走行速度25km/hのときに最も大きく、動的撓み係数の平均値は表-1のようになって、撓みの場合と同様に25km/hのときに最も大きかった。

他の実在トラス橋についても、20~30km/hのときに動的撓みが大きくなり、それより速度が増すと逆に撓みは小さくなる傾向が実測されているが、今回のトラス

ドラムガー桁橋についても同様の事が認められた。ここでいう動的撓み係数(動的歪み係数の場合にも同じ様な定義をする)とは、示方書の衝撃係数とは多少違い図-6に示した様なものである。固有振動周期の測定には起振機を使用すべきであろうが、今回はスパン中央で高さ18cmの板の上から、荷重車の後輪(または前輪)を落下せしめたときの振動周期を固有振動周期とした。橋梁全体の質量に較べて車輪の質量は小さいのでかなり正確に測定値が得られたと思われる。それによると、KY-1型撓み計からは平均0.566^{acc}、ND式船用変位計からは平均0.572^{acc}となり、ヒンジ結合と仮定した場合の一次固有振動数0.536^{acc}、剛結合と仮定した場合の0.534^{acc}よりは少し大きい、大体似た値である。対数減衰率としては、振中の一方の側の山を測定し、式-(2)によって求めた。

向が実測されているが、今回のトラス

ドラムガー桁橋についても同様の事が認められた。ここでいう動的撓み係数(動的歪み係数の場合にも同じ様な定義をする)とは、示方書の衝撃係数とは多少違い図-6に示した様なものである。固有振動周期の測定には起振機を使用すべきであろうが、今回はスパン中央で高さ18cmの板の上から、荷重車の後輪(または前輪)を落下せしめたときの振動周期を固有振動周期とした。橋梁全体の質量に較べて車輪の質量は小さいのでかなり正確に測定値が得られたと思われる。それによると、KY-1型撓み計からは平均0.566^{acc}、ND式船用変位計からは平均0.572^{acc}となり、ヒンジ結合と仮定した場合の一次固有振動数0.536^{acc}、剛結合と仮定した場合の0.534^{acc}よりは少し大きい、大体似た値である。対数減衰率としては、振中の一方の側の山を測定し、式-(2)によって求めた。

$$\frac{\log_e A_0 - \log_e A_n}{n} = \delta \quad (\text{対数減衰率}) \quad (2)$$

それによれば、 δ は大体0.16~0.26の範囲である。

ロ) 死荷重応力 死荷重応力の測定はコンタクトゲージを用いた。死荷重応力のヒストグラムとして、剛結合、または、ヒンジ結合とした計算値をそれぞれ100%とした応力比で示せば、図-7、および図-8のようになる。わずかではあるが、剛結合と仮定した場合の方が、応力比が大である。

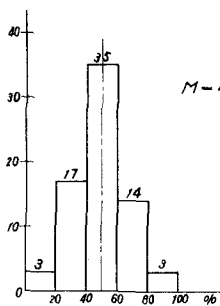


図-4 撓み比ヒストグラム (ヒンジ結合)

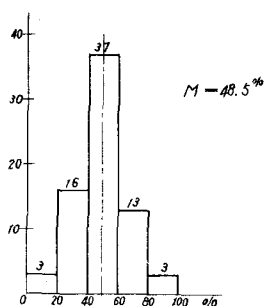
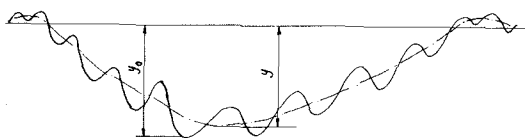


図-5 撓み比ヒストグラム (剛結合)

速度	5 km/h	10 km/h	15 km/h	20 km/h	25 km/h	30 km/h
平均係数	0.102	0.113	0.080	0.084	0.132	0.105

表-1 動的撓み係数



$$\text{動的撓み(歪み)係数} = \frac{\text{動的最大撓み(歪み)} - \text{静的最大撓み(歪み)}}{\text{静的最大撓み(歪み)}} \quad \text{--- (1)}$$

図-6 撓み(歪み)時間曲線

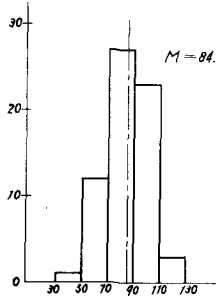


図-7 死荷重応力比ヒストグラム (剛結合)

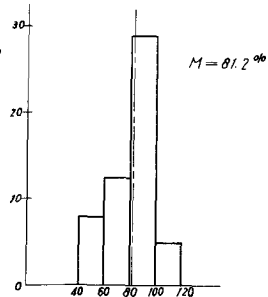
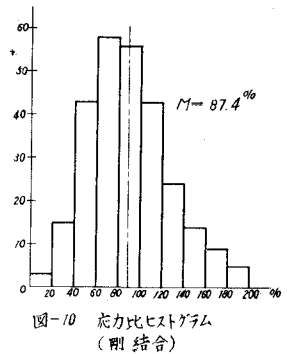
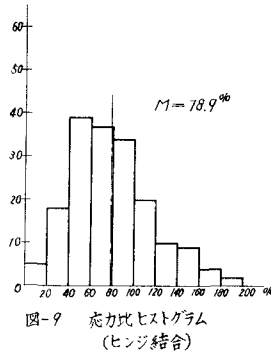


図-8 死荷重応力比ヒストグラム (ヒンジ結合)

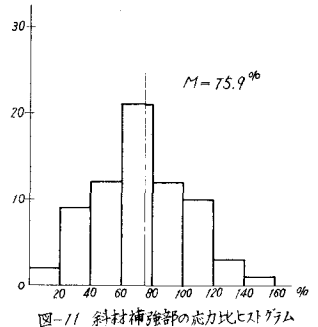
ハ) 活荷重応力。 静止荷重に対する主構の応力比を示せば、図-9、および、図-10のようである。これによれば100%を越したものもかなりあるが、それはいずれも計算応力が非常に小さな部分である。また、ある部材にとって、影響線の縦距の小さな部分に載荷された場合の応力比と影響線の縦距の大きな部分に載荷された場合のそれとを比較すれば、前者の方が過大な値を与えることの多いことが認められる。上流側(または下流側)へ偏心して載荷した場合に、反対側の主構の応力比が載荷側の応力比より大きくなる。2



走行時速	5%	10%	15%	20%	25%	30%
動的歪み係数	0.108	0.189	0.221	0.227	0.235	0.239

表-2

台を並列して載荷した場合は前二者の中間の値を示す。これらの事実から、横方向の荷重配合が慣用計算によるものよりも良いという事と共に、縦方向にも荷重配合されていることが認められた。部材別の応力比の平均値を較べれば、上弦材、腹材、補剛桁の順に応力比は小さくなっている。以上の傾向は、普通のトラス橋には特に顕著にあらわれる。また、トラスドランガー桁橋について床組を主構に協力させた解析例¹⁾によれば、若干の仮定のもとに理論解析せられており、水平荷重配合作用が支間中央付近では15%もあり、補剛桁の軸力の減少が認められる。動的歪み係数の測定値は非常にバラツキがあった。歪み係数は示方書の衝撃係数のように部材別に論議すべきものであるが、試みに速度別に歪み係数を平均すれば、表-2のようになり、わずがずつであるが速度と共に増加の傾向にある。また、歪み係数の方が挠み係数より大きな値を示している。示方書にトラスドランガー桁橋の衝撃係数は記されていないので、普通のトラス橋に対する値を使用すれば、上弦材、補剛桁(下弦材)、支承に対しては0.126、斜材、垂直材に対して0.152、横桁は0.353、縦桁は0.322となっており、主構では実測値の歪み係数の方が大きく、床組では逆に小さくなっている。歪みの固有振動周期の平均値は0.588^{sec}となり挠みの場合と良く似ているが、ゆずかに大である。斜材の補強部の応力比ヒストグラムを示せば、図-11のようになり、平均75.9%で、斜材の他の部分の応力比より約10%小さくなっている。



6. 結 言

本橋は一般性狀から判断すれば主構の各格点が剛結合に近い事がわかる。だが、剛結合とした場合とヒンジ結合とした場合では個々の部材で計算値が異なる場合もあるが、挠みではほとんど変化がない。

付 記 応力測定に関し、御協力いただいた徳島県ならびに三菱重工の各位に謝意を表する。

参考文献 1) トラスドランガー桁橋の主構と床組との協合作用について、 児嶋・成岡

土木学会第21回年次学術講演会講演概要