

大阪市立大学工学部 正会員 北田 俊行

大阪市立大学工学部 正会員 中井 博

川崎重工技術研究所 正会員 大南 亮一

① まえがき 曲線桁橋腹板に関する合理的設計法を検討し、あわせて実際に即した研究を進めることが必要である。そのため、即には架設された、あるいは、架設予定の曲線桁橋を対象とした実績調査を行った。これらの調査結果から、曲率を有する腹板の極限強度に影響を及ぼすと考えられる各種パラメータが、どのような範囲に分布しているかを明らかにしたので、ここにその一部を報告する。

② 調査の概要 アンケート用紙を作成し、これを各橋梁製作会社に送付し、記入済み用紙を回収した。調査の対象は、図1に示すように連続桁、あるいは、単純桁の支点付近と支間中央付近における対候構間の腹板パネル、水平・垂直補剛材およびフランジ(図2参照)とした。

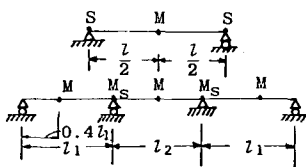


図1 調査箇所

③ 調査結果と考察 アンケート用紙の回収結果、33社から125橋の曲線桁に関するデータが得られた。その内訳は、表1に示すとおりである。なお、今回は1橋から垂直補剛材間の1腹板パネルを抽出してデータ整理を行った。

まず、調査橋の完工年、あるいは、完工予定年は図3に示す通りで、ほとんどが昭和48年発刊の道路橋示方書によって設計されたものである。

図4は、曲率半径 R のヒストグラムを示したものであるが、曲率半径 $R=200\text{m}$ 以上の橋は、直線橋と見なし調査の対象外とした。箱桁およびI桁の最小の曲率半径は、それぞれ、 $R=10\text{m}$ および $R=20\text{m}$ であった。

図5にアスペクト比 a/R のヒストグラムを示す。ほとんどの腹板パネルは $0.5 \leq a/R \leq 1.0$ の範囲に入っており、 $a/R=0.75$ 付近にピークが現われている。

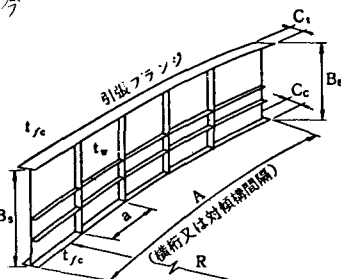


図2 調査対象区間

図6には、垂直補剛材間隔と曲率半径の比 a/R のヒストグラムを示した。 a/R と直線桁腹板の許容初期にわみとの関係を調べるために、以下の考察を行った。いま、円弧と弦との距離を図6に示すように ΔR とすると、この図から $(a/2)^2 + (R-\Delta R)^2 = R^2$ の関係が得られる。実橋においては、 $\Delta R \ll R$ であるので、 $\Delta R/a \approx a/8R$ と表すことができる。そこで、腹板の許容初期にわみ量を $b/50$ (示方書の腹板に対する仮組立て精度)とし、実橋のアスペクト比の最大値と見なすことのできる $a/R=1$ の場合に適用すると、 $a/R=0.032$ となる。一方、直線圧縮部材に関する示方書の許容量 $\delta = l/1000$ を準用して $l=a$ とすると、 $a/R=0.008$ となる。これらの結果を図6に示したが、実橋の a/R は、ほぼ両者の許容量の間におさまっていることがわかる。

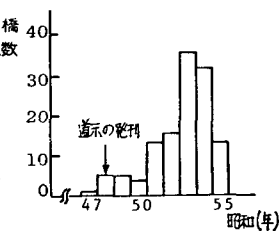
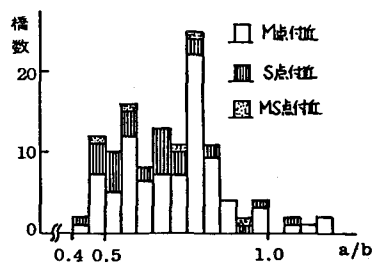
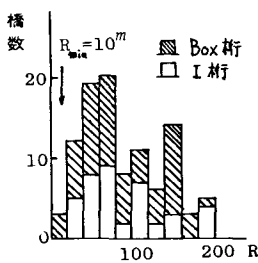


図3 完工年のヒストグラム

図6には、垂直補剛材間隔と曲率半径の比 a/R のヒストグラムを示した。 a/R と直線桁腹板の許容初期にわみとの関係を調べるために、以下の考察を行った。いま、円弧と弦との距離を図6に示すように ΔR とすると、この図から $(a/2)^2 + (R-\Delta R)^2 = R^2$ の関係が得られる。実橋においては、 $\Delta R \ll R$ であるので、 $\Delta R/a \approx a/8R$ と表すことができる。そこで、腹板の許容初期にわみ量を $b/50$ (示方書の腹板に対する仮組立て精度)とし、実橋のアスペクト比の最大値と見なすことのできる $a/R=1$ の場合に適用すると、 $a/R=0.032$ となる。一方、直線圧縮部材に関する示方書の許容量 $\delta = l/1000$ を準用して $l=a$ とすると、 $a/R=0.008$ となる。これらの結果を図6に示したが、実橋の a/R は、ほぼ両者の許容量の間におさまっていることがわかる。

調査箇所	I 桁	Box 桁
単純桁支点付近	16	15
連続桁支点付近	0	5
支間中央部	34	55

表1 調査対象箇所の橋数

図5 アスペクト比 a/R のヒストグラム図4 曲率半径 R のヒストグラム

つぎに、曲率半径 R と b/t の相関関係を調べたが、図7に示す通り両者には顕著な相関性は認められなかった。これは我が国の曲線桁橋腹板の設計においては、曲率の影響が考慮されていたためと思われる。

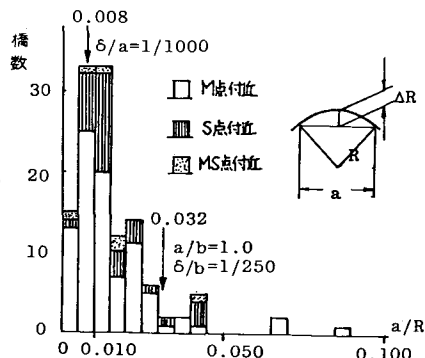


図6 a/R のヒストグラム

図8及び図9は、それぞれ a/b と垂直補剛材剛度 δ_v 及び水平補剛材剛度 δ_H ($\delta = 1/bt^2 \cdot I$; I は補剛材の設計断面2次モーメント) との相関関係を調べたものである。図中の実線は、それぞれ、示方書の必要剛度 $\delta_{VN} = 8.0(b/a)^2$ 及び $\delta_{HN} = 30(a/b)$ で、破線はその5倍の値をプロットしたものである。実橋の δ_v 及び δ_H がほぼ実線と破線の間に分布することがわかる。このように δ_{VN} , δ_{HN} に対して、比較的大きな δ_v , δ_H がかなり存在するのは、スパン方向に補剛材の寸法を変化させず、工作上必要剛度の最大のもので寸法を統一する傾向があるためであると考えられる。また両図とも、せん断パネルと曲げパネルの差は顕著に現われなかった。

図10は、フランジ断面積 A_f と腹板断面積 A_w の比を示したものである。ほとんどの橋梁は、 $A_f/A_w \leq 1.1$ の範囲に分布し、とくに、 $A_f/A_w = 0.3$ 付近にピークが表れている。

図11は、示方書のI桁に対する横たおれ座屈パラメータ α ($\alpha = 2K/b \cdot \sqrt{I_y/E} \cdot (L/b)$, こに $K = \sqrt{3 + A_w/2A_f}$, I_y : 降伏応力, E : ヤング率) のヒストグラムを示したものである。この値はすべて $\alpha < 0.9$ の範囲にあり、弾塑性座屈の範囲にあることがわかる。また $\alpha = 0.4 \sim 0.5$ の範囲にピークが現われている。

④ あとがき 本調査にあたり、アンケートに協力いただいた橋梁製作会社各位に、深謝の意を表します。

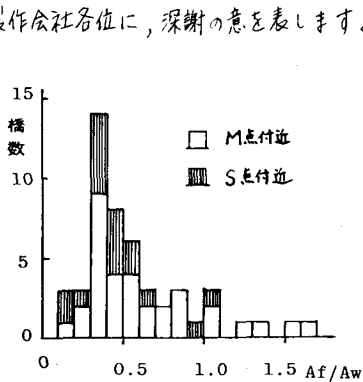


図10. 断面比 A_f/A_w のヒストグラム

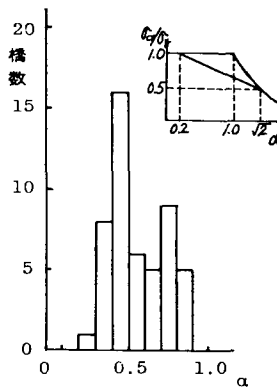


図11. 座屈パラメータのヒストグラム

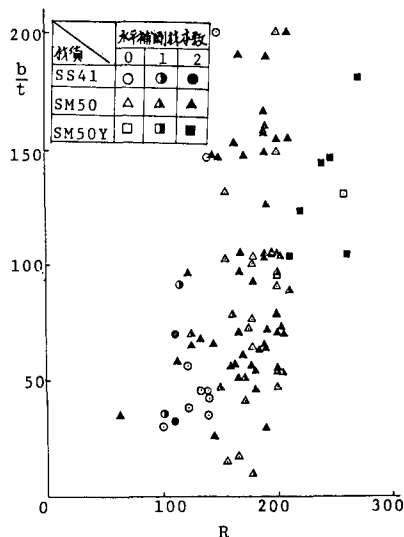


図7. R - b/t の相関関係

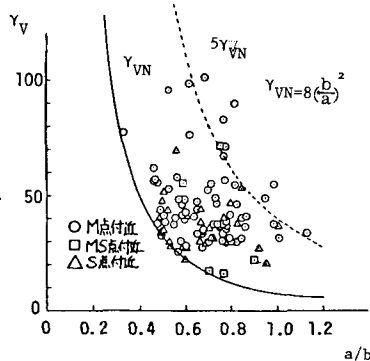


図8. δ_v - a/b の相関関係

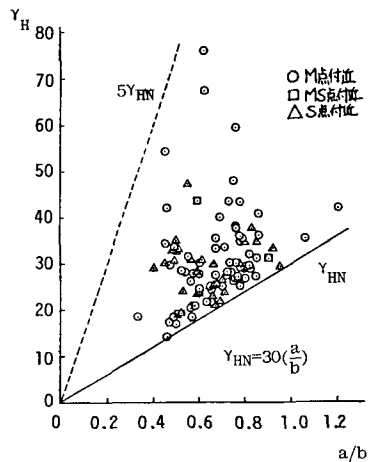


図9. δ_H - a/b の相関関係