

大阪大学工学部 正員 西村宣男
大阪大学工学部 正員 小松定夫
大阪府工本部 正員 中田義正

1. まえがき 橋桁あるいは橋樑・対橋樑を連結された並列桁橋の横つなぎ材間における主桁の横倒れ極限強度（以下においては局部横倒れと称する）に対する隣接主桁および横つなぎ材の拘束効果を初期ねじり力と残留応力を含む弾塑性有限変位解析により明らかにする。この目的を達成するために 1) はりの基本強度式の決定、2) 並列桁全体構造の極限強度を適正に評価できる解析モデルの作成、3) 隣接部材の拘束効果を表わす適切な力学パラメータの選定、4) 並列主桁の局部横倒れ極限強度の実用算定式の作成について検討を加える。

2. はりの基本強度式 主桁の局部横倒れ極限強度に対する拘束効果を評価する際に基準となる基本強度式を表-1に掲げる断面寸法を有するはりを対象とした弾塑性有限変位解析結果に基づいて定式のように決定した。各モデルは最大継距がスパン長の $1/2000$ の sine 半波の水平横方向初期ねじりと図-1および図-2中に示す残留応力を有するものとした。極限強度は細長比パラメータ λ の関数として、

$$\text{溶接はり: } M_u/M_p = 1 + 0.397\lambda - 2.379\lambda^2 + 2.150\lambda^3 - 0.613\lambda^4 \quad (1)$$

$$\text{圧延はり: } M_u/M_p = 1 - 0.019\lambda - 0.480\lambda^2 + 0.159\lambda^3 - 0.004\lambda^4 \quad (2)$$

図-1および図-2にはそれぞれ溶接はりと圧延はりに対する極限強度の解析結果、福本ら¹⁾による収集された実験データおよび ECCS はり強度曲線と対比してある。式(1)および式(2)は実験データの下限(M-2S)をほぼ包絡している。

3. 弾性拘束はりの極限強度 次に両端で上下フランジの鉛直軸まわりの回転変位が弾性拘束されたはりに面内等モーメントが作用する場合(図-3)の極限強度を調べた。回転バネの剛性を K 、はりの鉛直軸まわりの曲げ剛性を EI 、スパン長を L とすると

拘束パラメータは

$$K = KL/EI \quad (3)$$

と表わされる。3種の細長比パラメータの溶接はりについて、極限強度と拘束パラメータ

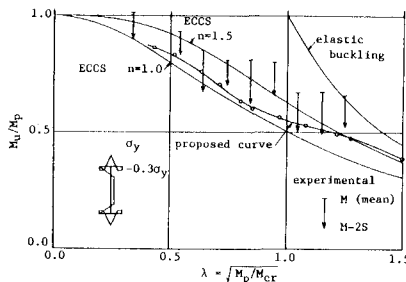


図-1 溶接はりの基本強度

表-1 解析モデルの断面寸法

Model No.	H	B	t_w	t_f
WG-1	1,500	480	10	20
WG-2	1,200	400	10	20
WG-3	1,200	360	10	20
WG-4	1,200	290	10	20
WG-5	1,000	240	10	20
WG-6	900	200	10	20
RG-1	912	302	18	34
RG-2	700	300	13	24
RG-3	600	200	11	17
RG-4	596	200	11	15
RG-5	582	300	12	17

unit : mm

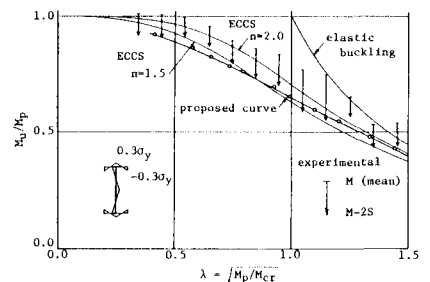
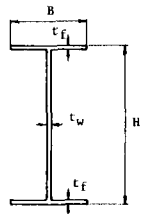


図-2 圧延はりの基本強度

との関係を図-4に示す。はりの極限強度は拘束パラメータのほか、部材の細長比の影響を受けることが明らかである。そこで、弾性拘束はりの極限強度 M_u とはりの基本強度 M_0 の比を K と λ の関数として定式で表わした。

$$M_u/M_0 = \{1 + (0.82 - 0.15\lambda)K\} / \{1 + (0.4 - 0.02\lambda)K\} \quad (4)$$

4. 並列桁の極限強度解析モデルと拘束効果の評価 並列桁の極限強度のパラメトリック解析は全体構造ではなく、図-5および図-6に示すように中間で支持あるいは弾性拘束された1本の主桁を対象とした解析モデルを用いた。この

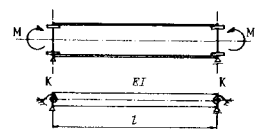


図-3 弾性拘束はりモデル

解析モデルの妥当性および全体横倒れ変形が問題となる主桁間隔の狭い2主桁橋についての適用限界については文献2)で明らかにした。

主桁の局部横倒れ極限強度に対して影響を与えるパラメータは横構形式の場合、パネル数、着目パネルと隣接パネルの主桁の鉛直軸まわり回り剛比、横桁形式の場合はこれらのパラメータ以外に横桁の拘束効果を表わすパラメータ P_k が加わる。 P_k は次式で表わされるように主桁と横桁の連結部の局部変形の結果を含み

$$P_k = 2 \frac{EI_c}{EI} \frac{l}{b} / (1 + 2 \frac{EI_c}{K_b b}) \quad (5)$$

ここに K_b は連結部の局部変形に関係する回転バネ剛性³⁾、 EI_c は横桁の曲げ剛性、 b は主桁間隔を表す。

これらのパラメータを組合せた解析モデルに等分布鉛直荷重が作用する場合について、極限強度解析を行う。その結果を以下に示す拘束パラメータの評価法を導入して、前述の弾性拘束はりの極限強度と比較した。

極限状態における隣接主桁の拘束効果はその応力レベルに關係するから、係数 ψ を導入して

$$k = \psi \frac{EI_c}{EI} \frac{l}{b} \quad (6) \quad \psi = 1 - (p_0/p_c)^{1.4} \quad (7)$$

ここに p_0 , p_c は対象としている荷重による曲げモーメント分布に対応した単一はりとしての極限強度で、モーメント分布による細長比パラメータの補正⁴⁾を施し、式(1)あるいは(2)によって与えられる強度を用いる。

また係数 ψ は3パネルでは3、5パネル以上では4とする。横桁形式では横桁の結果を含めて

$$k = \psi \frac{EI_c}{EI} \frac{l}{b} + P_k \quad (8)$$

係数 ψ は2とする。

拘束パラメータ k を用いて解析モデルの極限強度を評価すると、図-7、および図-8に示すように、弾性拘束はりの極限強度曲線と並列桁の局部横倒れ極限強度にも適用できることが明らかになった。

5. あとがき 本文では紙面の都合上、算例はりの結果を示すにとどめたが、横桁形式の圧延はりのについても、同様の結果を得ているので、講義適当目、申し上げる。

参考文献

- 1) 福本・伊藤：座屈実験データベースによる鋼はりの横倒れ基準強度に関する実証的研究、土木学会論文報告集、No. 341, 1984.
- 2) 小松・西村・中田：並列桁橋主桁の横倒れ座屈有効長に関する考察、土木学会関西支部平成学術講演会報告集、I-60, 1984.
- 3) 小松・西村・大野：横桁と連結された2主桁橋の全体横倒れ座屈特性と補剛設計法、土木学会論文報告集、No. 329, 1983.
- 4) Nethercot - Trahair: Lateral buckling approximations for elastic beams, Struct. Eng., Vol. 54, No. 6, 1976.

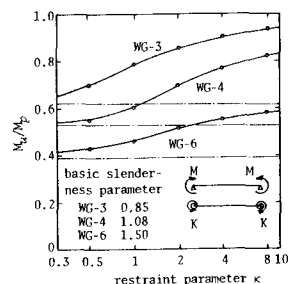


図-4 弾性拘束はりの極限強度

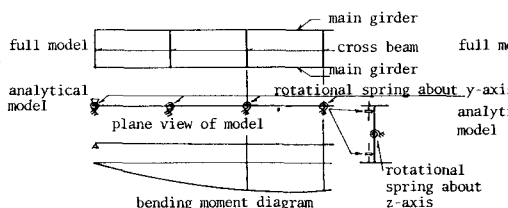


図-5 横桁タイプの解析モデル

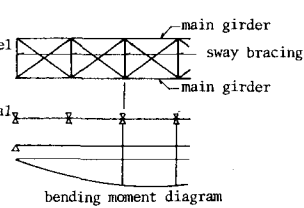


図-6 横構タイプの解析モデル

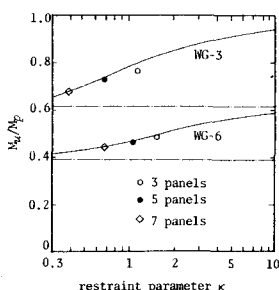


図-7 横構タイプ並列桁の極限強度

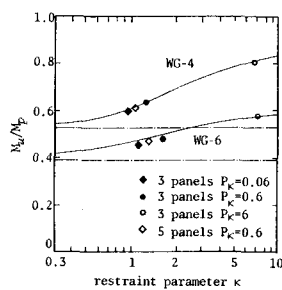


図-8 横桁タイプ並列桁の極限強度