

鋼逆π形断面桁の負曲げせん断強度評価法

大阪大学大学院	学生員	楠村 幸正
舞鶴高専	正会員	玉田 和也
大阪大学名誉教授	フェロー	西村 宣男
大阪大学大学院	正会員	奈良 敬

1. 背景と目的

これまで鋼逆π形断面桁の耐荷性能については支間中央や端支点部を対象とした研究がなされてきた．そこで，鋼逆π形断面合成箱桁橋の中間支点部の耐荷性能についても明らかにする必要がある．そして，鋼逆π形断面桁の中間支点部の負曲げモーメントとせん断力が同時に作用する評価法を明らかにする必要がある．

本研究では鋼逆π形断面桁の中間支店部のような負の曲げモーメントとせん断力に対する終局強度（以下，負曲げせん断強度）についてパラメトリック解析を行い明らかにし，鋼逆π形断面桁の耐荷力の評価法を提案した．

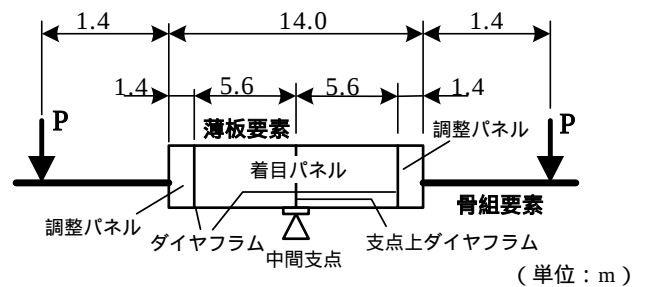


図-1 負曲げせん断解析モデル

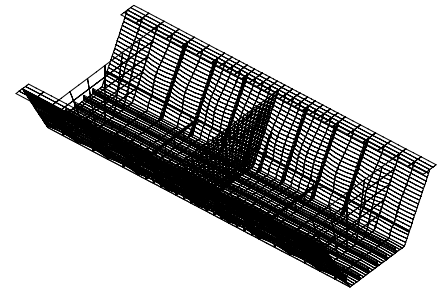


図-2 初期たわみ（変位 20 倍）

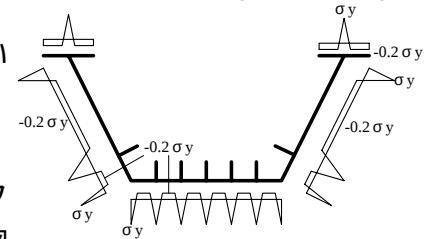


図-3 残留応力分布

2. 解析モデル

2.1 荷条件

荷条件については図-1に示すような中間支点部を取り出してきたようなモデルを負曲げせん断モデルとして解析を行う．解析には，本研究室で開発された弾塑性有限変位解析プログラム OLFAM-NASTAP を用いる．

2.2 初期不整

下フランジおよび腹板には補剛材位置で節となる板の初期たわみを下フランジ縦補剛材には横補剛材で節となる初期たわみをいずれも正弦波形(図-2)で導入した．初期たわみの大きさについては道路橋示方書の規定に従い，下フランジ及び腹板の単一パネル幅のそれぞれ 1/150, 1/250, 横補剛材間隔の 1/1000 とした．残留応力については，図-3に示すように残留引張応力度 $\sigma_{rt} = \sigma_y$ ，残留圧縮応力度 $\sigma_{rc} = -0.2\sigma_y$ の残留応力分布として導入した．

3. パラメータの設定

開断面箱桁橋の実績調査報告より，負曲げの影響が大きく作用すると考えられる中間支点上ブロックと中間支点上近傍のブロックのデータを抽出し，下フランジの単一パネルの幅厚比パラメータと腹板の単一パネル幅厚比パラメータを基準に負曲げを受ける断面のパラメータ設定を行った．また，下フランジ単一パネル幅厚比パラメータと腹板単一パネル幅厚比パラメータの関係を図-4に示す．

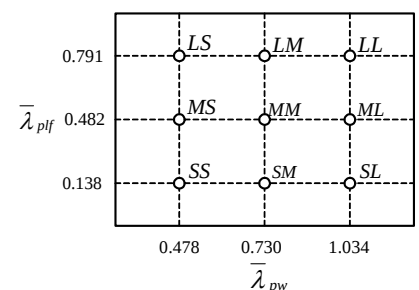


図-4 幅厚比パラメータの関係

キーワード 鋼逆π形断面桁，負曲げせん断強度，曲げとせん断の4乗則

連絡先〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL 06-6879-7598

表-1 解析結果と算定式の比較

モデル	$\bar{\lambda}_{plf}$	$\bar{\lambda}_{pw}$	解析結果		V_{ult}/V_Y	M_{ult}/M_Y	V_{max}/V_{ult}	M_{max}/M_{ult}	L_{max}/L_{th}
			V_{max}/V_Y	M_{max}/M_Y					
λ -SS	0.138	0.477	0.893	0.867	1.000	1.074	0.893	0.807	1.015
λ -SM	0.138	0.730	0.993	0.644	0.967	1.109	1.027	0.581	1.052
λ -SL	0.138	1.034	0.917	0.425	0.888	1.118	1.032	0.380	1.037
λ -MS	0.482	0.475	0.454	1.265	1.000	1.262	0.454	1.002	1.013
λ -MM	0.482	0.730	0.618	1.183	0.967	1.288	0.639	0.919	0.968
λ -ML	0.482	1.027	0.771	1.084	0.888	1.287	0.869	0.843	1.018
λ -LS	0.791	0.477	0.279	1.343	1.000	1.266	0.279	1.060	1.062
λ -LM	0.791	0.727	0.372	1.284	0.967	1.301	0.385	0.987	0.993
λ -LL	0.791	1.032	0.480	1.231	0.888	1.286	0.541	0.957	0.981

4. 解析結果

終局せん断力 V_{max} と終局曲げモーメント M_{max} , Basler の純せん断強度式 V_{ult} , 純負曲げ強度算定式 M_{ult} をそれぞれ降伏せん断力 V_Y , 降伏モーメント M_Y で除して無次元化した値 V_{max}/V_Y , M_{max}/M_Y , V_{ult}/V_Y , M_{ult}/M_Y と終局強度の解析値と算定式との比 V_{max}/V_{ult} および M_{max}/M_{ult} , L_{max}/L_{th} を表-1 に示した。負曲げせん断を受ける際に曲げモーメントが卓越し終局に達する断面やせん断力が卓越し終局に達する断面、曲げモーメントとせん断力が連成して作用し終局に達する断面と幅広く結果を得られた。

5. 4 乗則の評価法

5. 1 曲げとせん断の4乗則

鋼逆π形断面桁の曲げとせん断を受ける場合の終局強度の算定式は、I形断面の多補剛腹板を有するプレートガーダーと同様、曲げのみを作用した場合とせん断のみが作用した場合の終局強度を求めたのち、曲げとせん断の4乗則相関曲線の式(1)を用いて行う。

$$\left(\frac{M}{M_{ult}}\right)^4 + \left(\frac{V}{V_{ult}}\right)^4 = 1 \quad (1)$$

5. 2 曲げモーメント算出位置

曲げとせん断が作用する際の曲げモーメント算出位置は図-5 に示す、最も曲げモーメントが大きく作用する腹板の部分パネルにおいて、その曲げモーメント分布の重心とする。

5. 3 解析値と算定式の比

曲げとせん断を受ける場合の算定式と解析値を比較するために図-6 に示すように、解析値(●印)を原点からの距離 L_{max} で定義し、これと相関曲線までの距離 L_{th} との比 L_{max}/L_{th} を式(2)で与える。

$$\frac{L_{max}}{L_{th}} = 4 \sqrt{\left(\frac{M_{max}}{M_{ult}}\right)^4 + \left(\frac{V_{max}}{V_{ult}}\right)^4} \quad (2)$$

6. 解析結果と算定式の比較 とまとめ

負曲げせん断強度のパラメトリック解析結果と相関曲線を図-7 に示した。表-1 より解析値と算定式の比 L_{max}/L_{th} の値は安全側に最大6%の誤差であらわすことができ、危険側には4%以内の誤差に収まっている。したがって、4乗則の相関曲線が負曲げとせん断を受ける鋼逆π形断面桁の算定式として適当であるといえる。

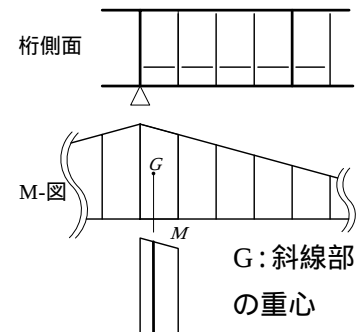


図-5 曲げモーメント算出位置

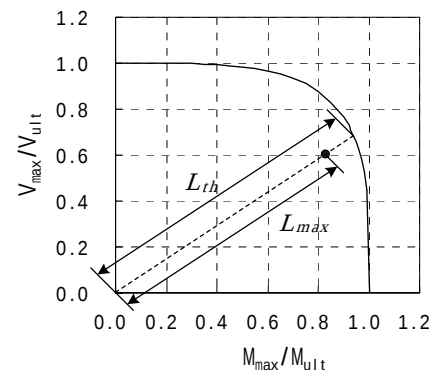


図-6 解析値と算定式の比

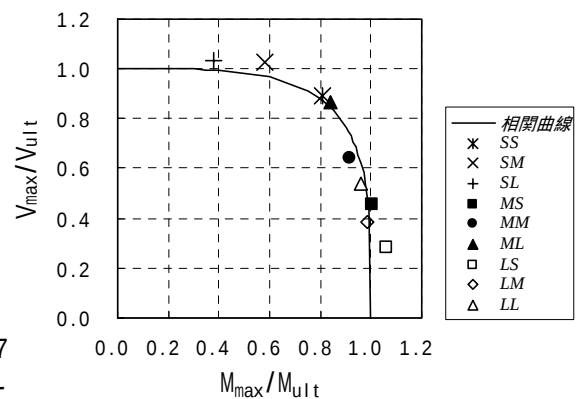


図-7 解析結果と算定式の比較