

開口部を有する圧縮補剛板の終局強度特性に関する研究

大阪市立大学・工学部

正 員 中井 博

大阪市立大学・工学部

正 員 北田俊行

大阪市立大学大学院

正 員 祝 賢治 大阪市立大学

○学生員 向高直樹

(社会人博士課程)

1. まえがき

本文では、開口部を設けた補剛板が面内圧縮力を受けた場合の終局強度特性を明らかにすることを目的として研究を行う。そのため、開口部を有する圧縮補剛板を対象とした3つの解析モデルを作成し、実績調査¹⁾にもとづいて抽出した各種のパラメータが終局強度に及ぼす影響を解析を通じて調べる。解析には、補剛板構造の弾塑性有限変位解析のための専用プログラムであるUSSP²⁾を用いる。

2. 解析モデル

図-1に示す実鋼製橋脚の柱部材の開口部を含む補剛板を参考にして、図-2に示す3つの解析モデルを作成した。同モデルの板パネルの板厚($t_p=20\text{mm}$)、および補剛材の寸法は、実橋脚の値を用いている。また、開口部は、横幅 $d=400\text{mm}$ で縦幅 600mm の寸法を有しており、その周辺 200mm に、図-1(a)の斜線で示すように、厚さ $t_d=30\text{mm}$ のダブリングプレートによる補強が行われているものとする。

3. 着目したパラメーター

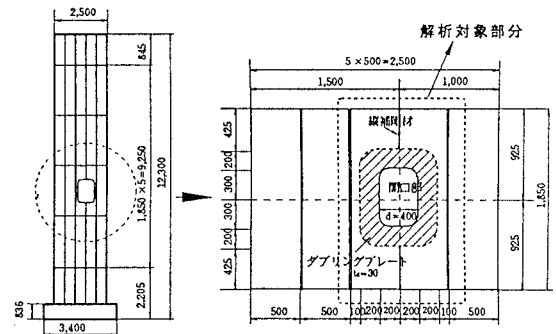
着目したパラメーター、および解析ケースを、表-1に示す。

表-1 着目パラメーター, および解析ケース

参目パラメーター	使用モデル	解析ケース
間口率(d/b)	解析モデル1	0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8,
間口幅と縦補剛材間隔との比(d/a_1)	解析モデル2	0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0,
縦補剛材の長さの比($2/a_1$)	解析モデル1	0, 0.568, 0.676, 0.784, 0.982, 1.000
初期たわみ	解析モデル1	縦横に1ないし2半波を組み合わせた4つのモード
ダブルリングプレートの板厚比(t_1/t_2)	解析モデル3	0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6,
ダブルリングプレートの板幅比($b_1/(b-d)/2$)	解析モデル3	1.0, 1.5, 2.0
補剛板の板厚比(t_1/t_2)	解析モデル1	1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0,
縦補剛材の間隔($a_1/a_2, \dots$)	解析モデル1	1.083, 1.545, 1.938, 2.601, 3.081
残留応力の有無	解析モデル1	有, 無

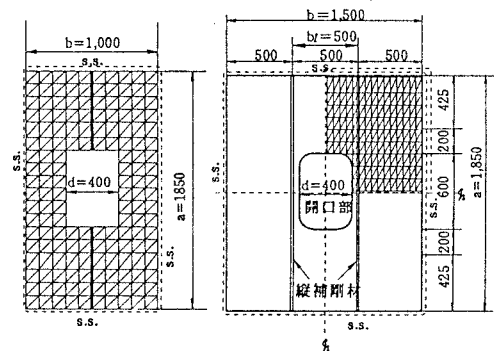
〔注〕

d	: 間口幅	10	: 補剛板の基本板厚
b	: 補剛板の幅	t	: 補剛板の板厚
b ₁	: 縦補剛材の間隔	a_1	: 補剛材の間比
l	: 縦補剛材の長さ	$a_1, \dots$	: 必要最小間比
a	: 補剛板の長さ	b ₂	: ダブルリングプレートの幅



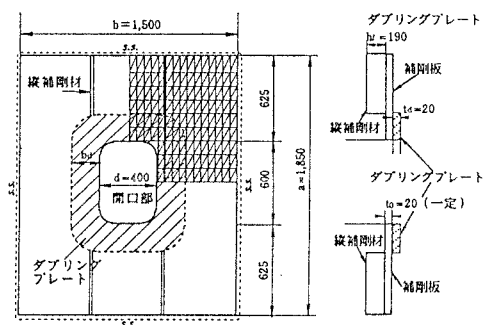
(a) 全体図 (b) 解析対象部

図-1 実鋼製橋脚の側面図(単位寸法:mm)



(a)解析モデル1

(b) 解析モデル2



i) 平面图

iii) 側面図

(c) 解析モデル3

図-2 解析モデル(寸法単位:mm)

4. 解析結果とその考察

解析結果は、荷重－縮み曲線、おとび終局強度－パラメーター特性値曲線として図化した。その際、荷重－縮み曲線の縦軸は載荷荷重 P を全塑性軸力 $P_Y(=\sigma_Y \times A, A$: 載荷辺における補剛板の断面積)で、また横軸の軸方向縮み u は P_Y に対応する降伏縮み量 u_Y で無次元化している。さらに、終局強度－パラメーター特性値曲線における縦軸の終局圧縮応力度 $\sigma_u(=P_Y/A)$ は、降伏点 σ_Y で無次元化している。このようにして得られた解析結果の要点を、以下にまとめる。

1) 開口率、および開口幅と縦補剛材の間隔との比の影響

図-3に示すように、開口率と終局強度との間には、ほぼ反比例の関係が認められる。

2) 開口部における縦補剛材切断の有無の影響

開口による縦補剛材の切断がない方が、切断のある場合よりも終局強度の低下率は、少ない。

3) 初期たわみの影響

導入する初期たわみ形状によって、終局強度は、若干、変化する。

4) 残留応力の影響

図-4に示す解析結果によると、残留応力を考慮した場合の終局強度は、それを考慮しない場合に比べて、約10%も低下する。

5) ダブリングプレートによる補強の影響

ダブリングプレートの板幅が $b_d=400\text{mm}$ のときには、その板厚が補剛板の基本板厚と同一の20mmのとき、終局強度が最も高い。

6) 補剛板の板厚変化による影響

ダブリングプレートによる補強を行わず、補剛板の板厚 t を増加させると、図-5に示すように、終局強度は、増加する。しかし、それにもある限界が存在する。

7) 縦補剛材の剛比の変化による影響

縦補剛材の剛比 γ_1/γ_2 、 r_{e1}/r_{e2} を変化させて解析した結果、図-2(a)の解析モデル1の場合、剛比による強度の変化は、ほとんどみられなかった。

5. まとめ

本研究で得られた主な結果をまとめると、以下のとおりである。

- 1) 開口部を有する圧縮補剛板に関しては、その開口率を上げるほど、それに反比例して終局強度が低くなる。
- 2) 残留応力は、補剛板の終局強度の低下に大きく影響を及ぼす。
- 3) 補強という観点からみると、ダブリングプレートは、終局強度の向上にあまり効果を与えない。
- 4) ダブリング補強を行わず、補剛板の板厚を増加すると、終局強度は、増加する。しかし、それにもある限界が、存在する。

参考文献

- 1) 中井 博・北田俊行・鈴木 徹・堀江佳平・祝 賢治：開口部を有する圧縮補剛板の実績調査、橋梁と基礎、Vol.30, No9, pp.31-38, 1996年9月
- 2) USSP研究会：USSP ユーザーズマニュアル、理論編, Ver.3.0, 日本鋼研情報(株), 1996年10月

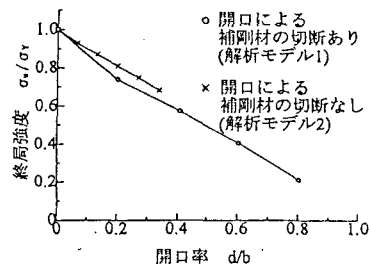


図-3 開口率および縦補剛材の切断の有無による終局強度の変動

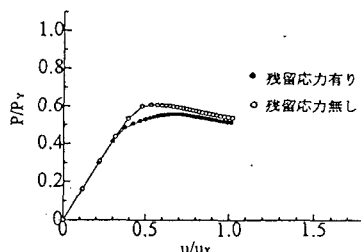


図-4 残留応力の有無による荷重－縮み曲線の変動(解析モデル1)

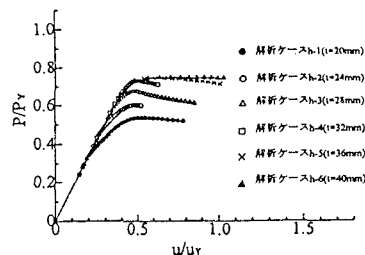


図-5 補剛板の板厚による荷重－縮み曲線の変動(解析モデル2)