

2 等辺固定斜辺自由直角三角形板の座屈耐荷力特性について

明石工業高等専門学校 正 員 越智内士 大阪市立大学大学院 正 員 北田俊行
 大阪市立大学大学院 正 員 松村政秀

1. まえがき：鋼製橋脚の隅角部に生じた疲労亀裂の進行を抑制するとともに作用応力の低減を図ることを目的として、隅角部に三角形板をボルト接合し補強する方法が採用されている。しかし、それらの補強に用いられる三角形板の寸法は、座屈に対する照査なしに決定されているのが現状である。そのため、それらの補強によって、橋脚の隅角部の強度が大きくなりすぎると橋梁全体としての強度のバランスが崩れ、大規模な地震の際には、危険な崩壊モードが生じる可能性もある。また、このような三角板の座屈特性についての検討は近年実施されていないことから、本研究では、三角形分布の強制変位が作用する2等辺直角三角形板を対象として、その板厚を変化させるパラメトリックな弾塑性有限変位解析¹⁾を行い、三角形板の座屈耐荷力特性について検討を行う。

2. 解析モデル：解析モデルには、図-1に示すように2等辺直角三角形板の斜辺の支持条件の異なる2種類を設定した。図-1(a)では斜辺を自由辺とし、図-1(b)では斜辺に沿って十分剛な補剛材を設置した場合を想定し斜辺を単純支持とした。また、解析モデルには、活荷重によって隅角部に生じる変形を想定して三角形分布の強制変位を漸増させた。表-1に示すように、三角形板の板幅 a を150 cmとし、板厚 t を0.5～30.0 cm（幅厚比 $a/t=300.0\sim 5.0$ ）まで変化させた。鋼材にはSM400材を用い、ヤング係数 $E=2.0\times 10^5$ N/mm²，ポアソン比 $\mu=0.3$ ，降伏応力 $\sigma_y=235$ N/mm²とした。さらに解析モデルの初期不整には、式(1)で表す初期たわみ波形 W_0 を考慮し、残留応力は考慮していない。

$$W_0=a/150\sin(\pi X/a)\sin(\pi Y/a) \quad (1)$$

(1)

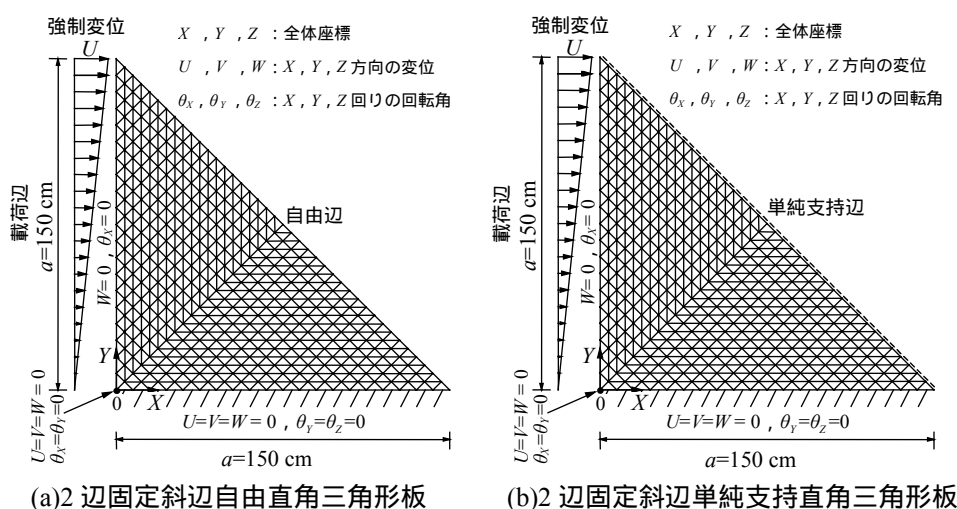


図-1 解析モデル

表-1 解析モデルの内訳

a (cm)	t (cm)	a/t
150.0	0.5	300.0
	1.0	150.0
	2.0	75.0
	3.0	50.0
	4.0	37.5
	5.0	30.0
	7.0	21.4
	10.0	15.0
	15.0	10.0
	20.0	7.5
	30.0	5.0

3. 解析結果および考察：まず、図-2には、解析モデルの載荷辺における反力の合計 P を P_y ($P_y=1/2\sigma_y a t$)で無次元化した値 P/P_y と、載荷辺の原点まわりの回転角 θ との関係を示す。図-2(a)より、2 辺固定斜辺自由直角三角形板においては、 $a/t=5.0\sim 30.0$ のいずれの場合にも、反力 P が最大値（以下、終局荷重という） P_u に達した後の強度低下は小さいことがわかる。一方、図-2より、2 辺固定斜辺単純支持直角三角形板においては、幅厚比 a/t が150以上と比較的大きい場合に、終局荷重後の強度低下が大きいことがわかる。

つぎに、図-3(a)および(b)には、同図(c)の黒く塗りつぶした11個の三角形要素に着目し、同図(c)の y 軸に沿った断面における終局荷重時の垂直応力 σ_x の分布を示す。これらの図より、終局荷重時には、三角形板の斜辺の支持条件の違いに関係なく、幅厚比 a/t が小さい場合には、斜辺に近づくにつれて圧縮応力が増加し、 a/t が大きい場合

Keywords：三角形板，座屈，終局強度，弾塑性有限変位解析

連絡先：〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 明石工業高等専門学校都市システム工学科 Tel:078-946-6173 Fax:078-946-6184

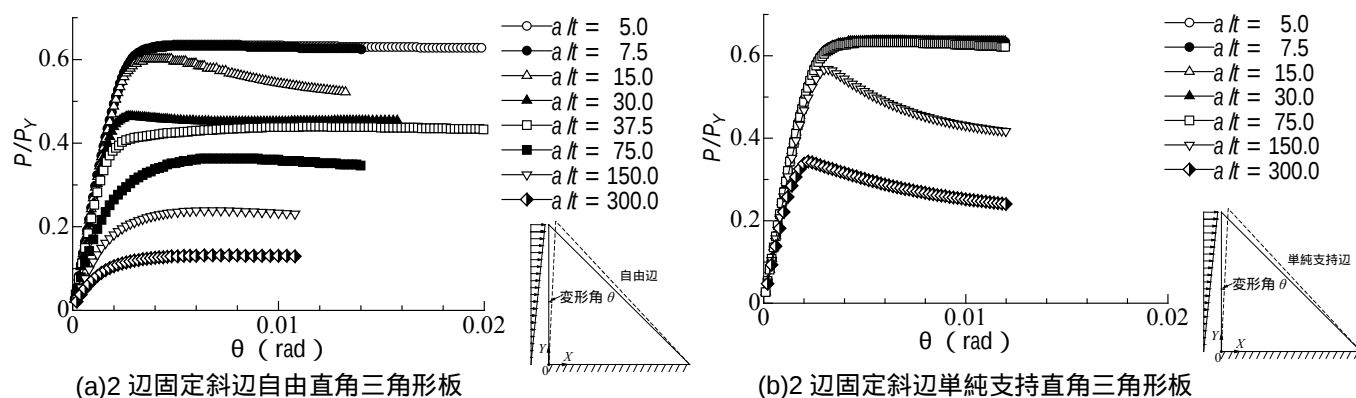


図-2 荷重と変形角の関係

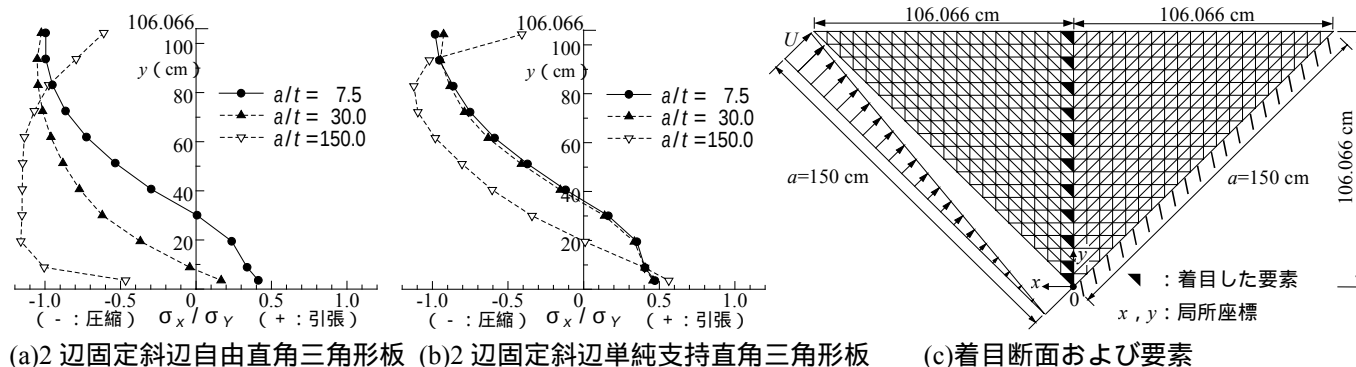
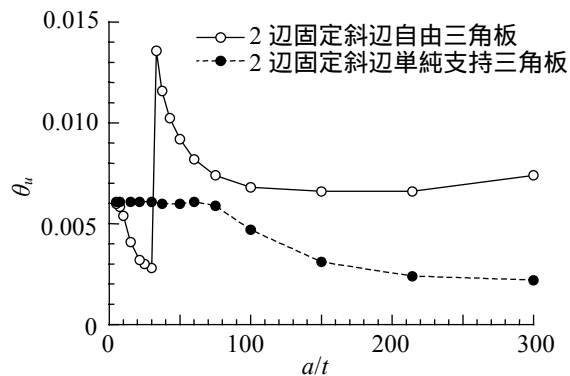
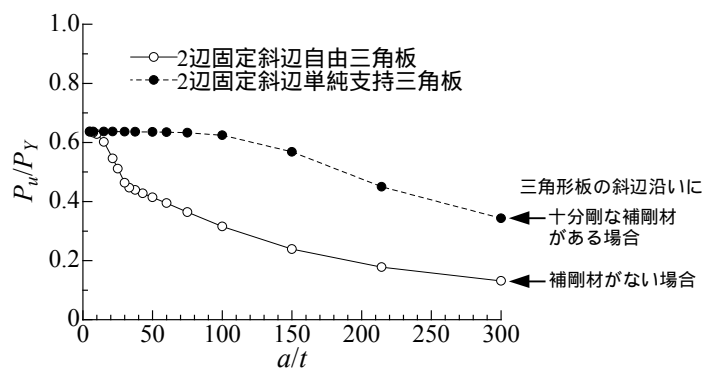


図-3 終局荷重時の応力分布図



には三角形板中央付近で圧縮応力が最大となるような偏心曲げが作用していることがわかる。

さらに、図-4 には、横軸に a/t の値を、縦軸に図-2 の解析結果より求めた a/t に対応する終局荷重 P_u/P_Y の値をプロットし終局強度曲線を示す。同図より、直角三角形板の斜辺に沿って十分剛な補剛材を取り付けて、斜辺の支持条件を単純支持に近づける場合には、 a/t の値により三角形板の耐荷力の変動は小さいが、斜辺の支持条件が自由の場合には、 $a/t > 15$ で耐荷力の低下が見られる。また、図-5 には、終局荷重時の三角形板の載荷辺の変形角 θ_u を $a/t=5.0 \sim 300.0$ についてプロットして示す。同図より、斜辺単純支持直角三角形板の場合には、図-4 の終局強度曲線と同様な傾向を示しているが、斜辺自由直角三角形板の場合には、 $a/t=30$ において θ_u の値が大きく変化していることがわかる。その理由については、現在、検討中である。

4. まとめ、および今後の課題

2 等辺直角三角形板について幅厚比を変化させたパラメトリックな弾塑性有限変位解析を行った結果、幅厚比の変化および斜辺の支持条件により三角形板の耐荷力が大きく変化することがわかった。今後は、さらに三角形板の斜辺に沿って設置する補剛材の寸法などをパラメータとした解析を行い、それらの結果により三角形板の終局強度特性を明らかにし、設計耐荷力曲線および補剛材の必要最小剛比などの提案を行う必要がある。

参考文献 1) USSP 研究会：USSP ユーザーズ・マニュアル，入出力編，Ver.4.0，日本構研情報（株），1999。