

I-28 腐食被害を受けた周辺支持板および自由突出板の圧縮強度特性

大阪大学大学院 学生員 村上茂之  
 大阪大学工学部 正員 西村宣男  
 大阪大学工学部 正員 亀井義典

1. はじめに 腐食被害を受けた鋼部材の適正な残存強度評価法の確立のためには、その基礎資料として腐食鋼板の残存強度評価が必要となる。本研究では、腐食被害を板厚減少として取扱ひ、周辺支持板および自由突出板といった異なる支持条件の変厚鋼板の圧縮強度を解析し、初期不整量の変化を考慮して圧縮強度特性を明らかにするとともに、既存の耐荷力曲線を利用した残存強度評価のための等価板厚に対する検討を行った。

2. 解析モデル 解析の対象とした鋼板は周辺支持板及び自由突出板であり、構造諸元を表-1に示す。図-1に示すような波形の板厚減少を鋼板に与えることにより、鋼板が受けた腐食被害を考慮した。また、鋼板が有する初期不整量として、 $-0.4\sigma_y$ で与えられる圧縮応力を有する自己平衡型の残留応力と、最大たわみとして幅厚 $b$ に対し $0.288b/100^{1)}$ または $b/100^{2)}$ の大きさを有する初期たわみ量を考慮した。

支持条件	自由突出板	周辺支持板
鋼種	SS41	SS41
アスペクト比	4.0	1.0
板厚	1.0 cm	1.0 cm
初期たわみ波形	$\frac{b}{100} \sin\left(\frac{\pi y}{L}\right)$	$0.288 \frac{b}{150} \sin\left(\frac{\pi y}{b}\right) \sin\left(\frac{\pi z}{L}\right)$
腐食波形	$\frac{\delta^*}{t} \sin\left(\frac{\pi y}{b}\right) \sin\left(\frac{\pi z}{L}\right)$	$\frac{\delta^*}{t} \sin\left(\frac{\pi y}{b}\right) \sin\left(\frac{\pi z}{L}\right)$

表-1 構造諸元

3. 初期不整量の変化 残留応力を有する鋼板では、腐食により板厚減少が生じると残留応力が再分配され、初期たわみ量に変化することが解析により求められている<sup>3)</sup>。板厚減少が生じた場合、その減少部分もっている残留応力を仮想外力として鋼板の残存部に載荷することにより、このときの鋼板の残存部の応力、変位を解析することにより、初期不整量の変化量が求められると考える。解析に際して、周辺支持板における境界辺および自由突出板における自由辺以外の境界辺において面内変位は拘束されているものとしている。表-2に解析結果を示す。解析結果より、幅厚比が小さい領域では自由突出板において初期たわみ量の変化量が大きく、幅厚比が大きい領域では周辺支持板において初期たわみ量の変化量が大きくなっていることがわかる。また、圧縮残留応力は支持条件によらず増大し、初期たわみ量は減少していることがわかる。

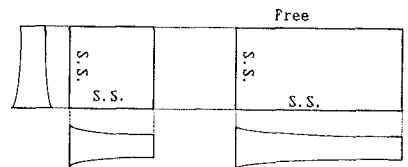


図-1 腐食形態

$\frac{\delta^*}{t}$	$\lambda_p$	自由突出板		周辺支持板	
		$\sigma_{xx}/\sigma_y$	$\delta_{y1}^*/\delta_{y1}$	$\sigma_{xx}/\sigma_y$	$\delta_{y1}^*/\delta_{y1}$
0.1	0.5	-0.496	0.9497	-0.545	0.9793
	0.6		0.9283		0.9690
	0.8		0.9116		0.9595
	1.0		0.8964		0.9510
0.2	0.5	-0.608	0.9515	-0.716	0.9510
	0.6		0.9283		0.9277
	0.8		0.8969		0.8858
	1.0		0.8757		0.7828
0.3	0.5	-0.717	0.9479	-0.817	0.9125
	0.6		0.9249		0.8733
	0.8		0.8949		0.7690
	1.0		0.8734		0.6182

表-2 初期不整量の変化

4. 変厚鋼板の圧縮強度特性 図-2に変厚周辺支持板の圧縮強度を、図-3に変厚自由突出板の圧縮強度を示す。図中の◎印は等厚板の圧縮強度の解析結果である。支持条件によらず最大腐食量の増加に従って鋼板の圧縮強度は低下している。また幅厚比に対しては、等厚板の圧縮強度の変化に準じて圧縮強度は変化しているが、支持条件、最大腐食量によってその影響が異なっていることがわかる。また、変厚板の圧縮強度

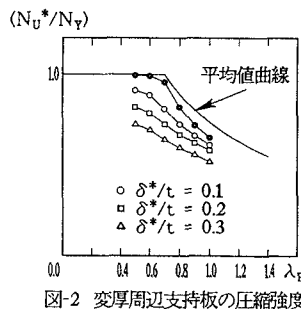


図-2 変厚周辺支持板の圧縮強度

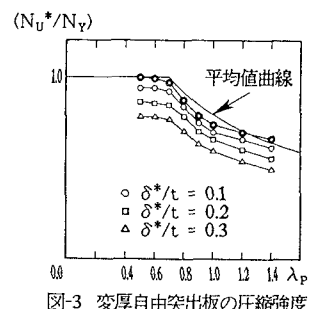


図-3 変厚自由突出板の圧縮強度

( $N_U^*$ )と等厚板の圧縮強度( $N_U$ )の比に着目し図化したものが図-4および図-5である。圧縮強度比の極小値を与える幅厚比( $[\lambda_P]_{EXT}$ )は、周辺支持板では0.7、自由突出板では0.9~1.0となっていることがわかる。 $\lambda_P \leq [\lambda_P]_{EXT}$ の範囲では、最大腐食量の大きさによらず幅厚比の増加に従って圧縮強度比は同程度の比率で低下しており、この比率は周辺支持板と自由突出板とは僅かながら差が認められる。逆に $\lambda_P \geq [\lambda_P]_{EXT}$ の範囲では、支持条件、最大腐食量双方の影響を受けて、圧縮強度比がそれぞれ異なった比率で変化していることがわかる。

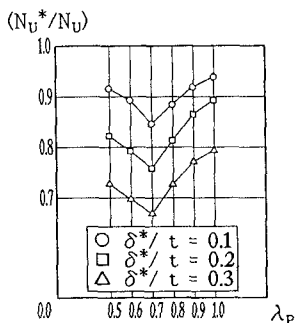


図-4 変厚板と等厚板の圧縮強度比 (周辺支持板)

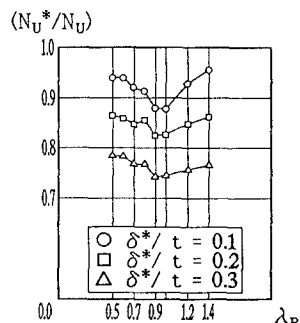


図-5 変厚板と等厚板の圧縮強度比 (自由突出板)

**5. 等価板厚に対する考察** 図-6は周辺支持板の等価板厚を、図-7は自由突出板の等価板厚をそれぞれ図化したものである。図中において $t^*$ で与えられるものが等価板厚であり、 $t_m$ で与えられるのが残存平均板厚である。残存平均板厚には幅厚比、支持条件等の影響が含まれていないのに対し、等価板厚は変厚板の圧縮強度比から算定されるために幅厚比、最大腐食量の値がその大きさに反映される。また、残存平均板厚は等価板厚に比べると板厚が大きく評価される傾向にあり、残存平均板厚による残存強度評価が危険な面を有することが

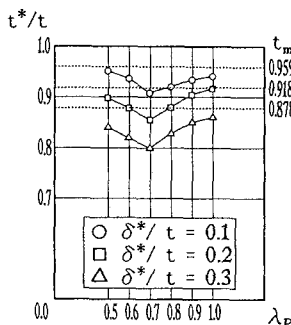


図-6 周辺支持板の等価板厚

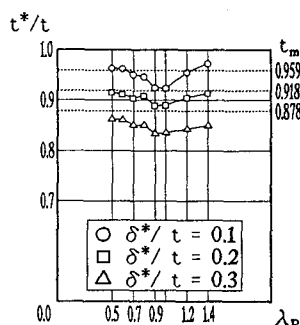


図-7 自由突出板の等価板厚

認められる。この傾向は周辺支持板において顕著であるといえる。幅厚比が $[\lambda_P]_{EXT}$ に等しいときの残存平均板厚と等価板厚の間には、周辺支持板で4~7%、自由突出板で3~4%の差があり、これは圧縮強度にすると周辺支持板で5~8%、自由突出板で4~5%の差となる。

**6. まとめ** 弾塑性有限変位解析により、腐食被害を受けた周辺支持板および自由突出板の変厚鋼板として捉えることにより、初期不整量の変化と圧縮強度を解析した。その結果、初期不整量は周辺支持板においてその変化量が大きいことがわかった。また、支持条件による腐食鋼板の残存圧縮強度特性は、腐食鋼板の幅厚比と、圧縮強度比の極小値を与える幅厚比の大小関係により異なることがわかった。さらに、等価板厚による残存強度評価が残存平均板厚による評価より妥当性があることを明らかにした。

**参考文献**

- 1)平成元年度科学研究費補助金(総合研究A)研究成果報告書(代表 福本 秀士):鋼骨組構造物の極限強度の統一的評価に関する総合研究 I-1 板要素の基本強度,平成2年3月
- 2)北田俊行:圧縮力を受ける鋼板および補剛鋼板の極限強度に関する研究,大阪大学博士論文,昭和50年6月
- 3)西村宣男・亀井義典・村上茂之:板厚減少に伴う初期不整量の変化を考慮した圧縮板の強度,第46回土木学会年次学術講演会講演概要集 I-63,平成3年9月