

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
大阪大学大学院 学生員○村上 茂之

1. はじめに 代表的な建設材料である鋼材の弱点として、腐食による板厚の減少が考えられる。港湾構造物等においては、過酷な自然環境により建設後数年で腐食による破損事例が報告されている¹⁾。このように腐食により板厚減少を生じる鋼構造物の適切な維持管理のためには、腐食被害を受けた鋼構造部材の残存強度評価法の確立が必要である。鋼構造部材に発生する腐食は、鋼構造物がおかれた自然環境、社会環境等によって多種多様な形態をとりうる。これまでに鋼構造部材の代表的な構成要素である周辺支持板および自由突出板において理想的な腐食形態を考慮した場合に対し、板厚減少による残留応力の解放に起因する初期不整量の変化を考慮して圧縮強度解析を行い、その個々の特性について検討を行ってきた²⁾。この結果、これまで行われてきたような残存平均板厚による腐食鋼構造部材の残存強度評価においては、腐食の形態が十分に考慮されないために妥当であるとは言えないことが明かとなった。そこで、特に腐食形態に着目し、腐食鋼板の残存強度に対する影響について考察を行う。

2. 腐食形態 鋼板に発生する腐食の形態を支配する諸元として腐食波形、最大腐食量、最大腐食発生位置および、腐食面を考え、これらを各々組み合わせることによって腐食形態を与えることとした。腐食波形としては周辺支持板および自由突出板に対しsine半波とcosine半波で与えられる波形を考慮する。sine半波から与えられる腐食形態は、初期たわみ波形との兼ね合いから

鋼板の圧縮強度に対して最も不利な場合と考えられる。また、cosine半波で与えられる腐食形態はプレートガーダーの下フランジにおける溜水やボックスガーダー内への漏水による腐食を想定したものである。最大腐食量としては、さしあたり初期板厚に対し10%, 20%, 30%を与えた。また、鋼板の両面に同一の腐食波形を与えた両面腐食と片面のみに腐食を与えた片面腐食の場合について解析を行った。

また、最大腐食発生位置としては図-1に示された各点を考慮した。表-1に鋼板の構造諸元を、表-2に腐食形態の諸元を示す。

3. 圧縮強度における腐食形態の影響 鋼板の腐食前後の圧縮強度比 (N_u^*/N_u , N_u^* : 腐食後の圧縮強度; N_u : 腐食前の圧縮強度) に着目し、残存強度に対する腐食形態の影響を明らかにする。図-2は表-2の各シリーズ毎に圧縮強度比を図化したものである。腐食鋼板の圧縮強度解析においては薄板の弾塑性有限変位解析プログラムを用い、板厚の減少に伴う断

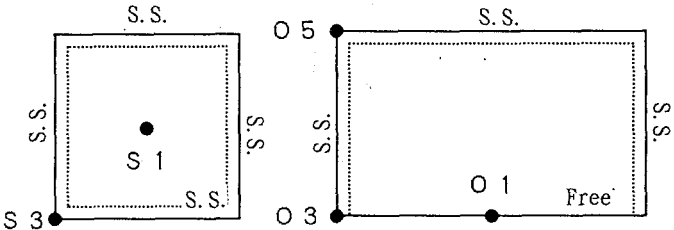


図-1 最大腐食発生位置

表-1 鋼板の構造諸元

支持条件	周辺単純支持板	自由突出板
鋼種	SS400	SS400
板厚 (cm)	1.0	1.0
λ_p	0.5~1.0	0.5~1.0
アスペクト比	1.0	4.0
初期たわみ波形	$0.288 \frac{b}{150} \sin(\frac{\pi}{b}y) \sin(\frac{\pi}{L}z)$	$\frac{b}{100} \frac{y}{b} \sin(\frac{\pi}{L}z)$
残留応力	$\sigma_{rc} = -0.4 \sigma_y$	$\sigma_{rc} = -0.4 \sigma_y$

表-2 腐食形態の構成諸元

	波形	腐食面	$\delta^* \text{max}/t$	*1	series
周辺単純支持板	sine	両面	0.1~0.3	1	SSB1
	sine	片面	0.1~0.3	1	SS01
	cosine	両面	0.1~0.3	3	CSB3
	cosine	片面	0.1~0.3	3	CS03
自由突出板	sine	両面	0.1~0.3	1	SOB1
	sine	片面	0.1~0.3	1	SO01
	cosine	両面	0.1~0.3	3	COB3
	cosine	両面	0.1~0.3	5	COB5
	cosine	片面	0.1~0.3	3	CO03
	cosine	片面	0.1~0.3	5	CO05

*1: 最大腐食発生位置 (図-1に従う)

面の中立軸の移動を付加初期たわみ量として考慮している。SSB1シリーズSS01シリーズにおいては幅厚比パラメータ λ_p が0.7の場合に圧縮強度比が最小となっており、この傾向は最大腐食量によらないことがわかる。sine半波の腐食の場合、付加初期たわみの影響により初期板たわみの影響が増大される片面腐食の場合に圧縮強度比の低下量が大きくなっている。CSB3シリーズにおいても $\lambda_p=0.7$ の場合に圧縮強度比が最小となる傾向が認められる。しかし、片面腐食であるCS03シリーズでは圧縮強度比の最小値を与える λ_p が明確に判定出来ない。これは、cosine半波の腐食の場合、付加初期たわみを板たわみ凸側への図-1のS3点近傍における支持辺の移動と考えることにより相対的な板たわみが小さくなるためと思われる。SOB1シリーズ、S001シリーズでは幅厚比によらず圧縮強度比はほぼ一定値となっており、また両者の傾向には際だった相違が認められない。これは、最大初期たわみ量が自由突出幅 b に対し $\omega/t = b/100$ といった比較的大きな値であることと、圧縮残留応力として $\sigma_{rc} = -0.4\sigma_y$ といった下限値相当の値を採用しているためと思われる。COB3シリーズ、COB5シリーズにおける圧縮強度比も幅厚比によらずほぼ一定値となっているが、 $\lambda_p \geq 0.7$ の範囲において、sine半波の腐食の場合には圧縮強度比は僅かに低下しているのに対しcosine半波の腐食の場合は逆に僅かに増加している。また、C003シリーズではCOB3シリーズにおいて見られた傾向が顕著になっているのに対しC005シリーズは圧縮強度比の変化の傾向はCOB5シリーズと明確な相違が認められなかった。同じ片面腐食の場合であるC003シリーズとC005シリーズにおいて、それぞれに対応する両面腐食の場合と比較した結果、その傾向の変化の程度が異なっているのは付加初期たわみの最大値が図-1の○3点であるか○5点であるかによって、支持辺の移動の影響と残留応力の解放によって鋼板に付加される面外曲げの影響が異なるためと思われる。

4. まとめ 以上のように、鋼板に発生する腐食形態によって圧縮強度の低下量の幅厚比による変化は異なることがわかる。また、最大腐食発生位置によって圧縮強度比の変化の傾向が異なり、圧縮強度に及ぼす影響は無視できないことがわかった。腐食形態を構成する各諸元は圧縮強度に対し最大腐食量が最も大きく影響し、以下腐食波形、最大腐食発生位置、腐食面の順に影響の度合いが小さくなっていくことがわかった。

《参考文献》

- 1)阿部正美, 横井聡之, 大即信明, 山本邦夫: 港湾構造物の腐食調査資料集, 港湾技研資料, No. 628, 1988, 9月
- 2)西村宣男, 亀井義典, 村上茂之: 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, 第47回土木学会年次学術講演会講演概要集 I-28, 1992, 9月

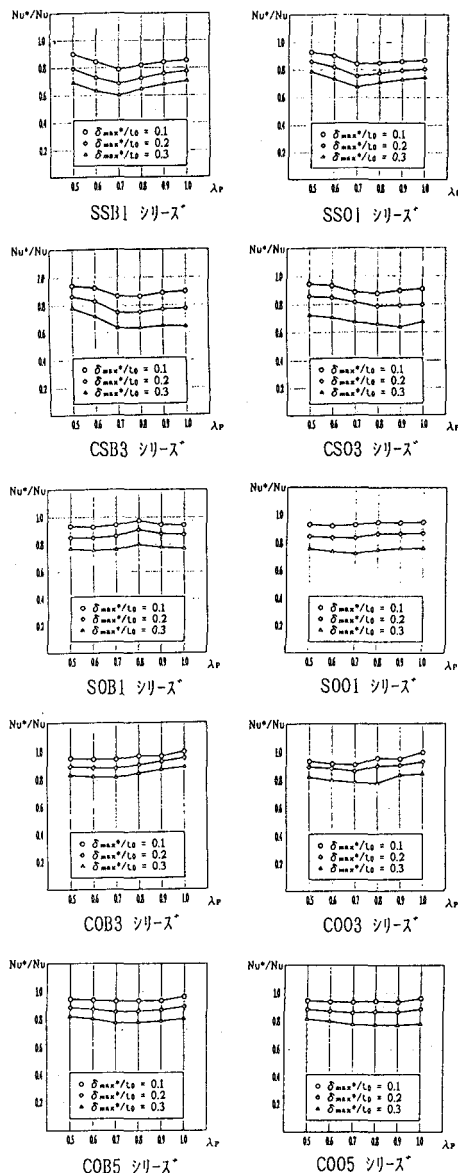


図-2 圧縮強度比