

I - 36

腐食鋼板の等価板厚算定に関する一考察

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 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物材の残存強度評価法の策定が必要である。鋼構造物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。これまでに鋼構造物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対して理想的な腐食形態を与え、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ってきた²⁾。この結果、これまでに行われてきたような残存平均板厚による腐食鋼部材の残存強度評価では、腐食形態が十分に反映されているとは言えないことが明かとなった。今回は、腐食鋼部材の残存評価を行うためのパラメータとしての等価板厚に対する腐食形態の影響に関して考察を行う。

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、

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。文献1)によれば、鋼矢板に発生する腐食の形状は、多くの場合においてスプラッシュゾーン近傍において板厚減少量が最大となっており、また、文献3)によれば鋼材に発生する腐食の凹凸は、腐食のもつ統計的なばらつきによるものと考えられる。こういった観点から、腐食波形として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こととした。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に腐食形態の構造諸元を示す。

3. 圧縮強度解析結果からの等価板厚の算出 腐食鋼板の圧縮強度 N_y^* を初期板厚を用いた場合の鋼板の降伏強度 N_y で無次元化した場合、腐食前の幅厚比パラメータ λ_p を用いて $(\lambda_p, N_u^*/N_y)$ で与えられる腐食鋼板の残存強度解析結果は、鋼板の基本強度曲線によって評価することが困難である。ところが腐食鋼板の残存強度と等価な圧縮強度を有する等厚鋼板の板厚、すなわち等価板厚を用いた場合の降伏強度 N_y^* で無次元化すること

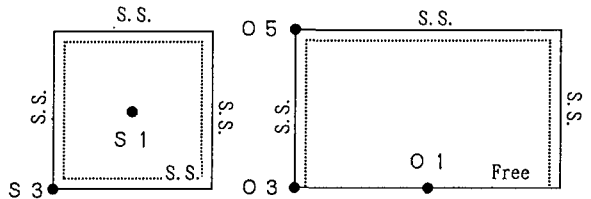


図-1 最大腐食発生位置

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	$0.288 \frac{b}{150} \sin(\frac{\pi}{b}y) \sin$	$\frac{b}{100} \frac{y}{b} \sin(\frac{\pi}{L}z)$
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	$\delta^* \max / t$	*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	S0B1
	sine	片面	0.1~0.3	1	S001
	cosine	両面	0.1~0.3	3	C0B3
	cosine	両面	0.1~0.3	5	C0B5
	cosine	片面	0.1~0.3	3	C003
	cosine	片面	0.1~0.3	5	C005

*1: 最大腐食発生位置 (図-1に従う)

により、既存の基本強度曲線を利用した腐食鋼板の残存強度評価が可能となると考えられる。この時、腐食鋼板の幅厚比パラメータとして等価板厚を考慮した等価幅厚比パラメータ λ_p^* を用いる。今、

$$\lambda_p^* = \frac{t_0}{t^*} \lambda_p$$

$$\frac{N_u^*}{N_y^*} = \frac{N_u}{N_y} \frac{t_0}{t^*}$$

であることを考慮すれば、図-2の $P_{I'}$ および

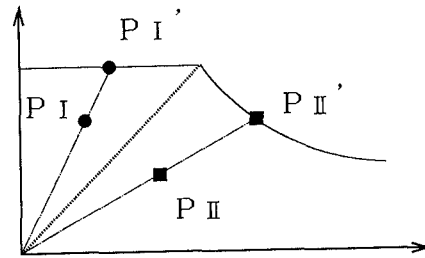


図-2 解析結果からの等価板厚の算出

$P_{II'}$ は、それぞれ原点と P_I 、 P_{II} を結ぶ直線と基本強度曲線との交点となる。これより、各残存強度解析結果に対し、この交点を求めることにより腐食鋼板の等価板厚を算出した。

4. 等価板厚に対する腐食形態の影響

以上により算出された等価板厚を図-3に示す。図-3より、等価板厚は腐食波形、最大腐食量、最大腐食発生位置、腐食面、幅厚比パラメータの影響を受け大きく変化することがわかる。これまで、腐食被害を受けた鋼部材の残存強度を評価する際には、主に腐食量に着目し、残存平均板厚 t_m を用いられてきたが、腐食波形を考慮できないという点が指摘されている。引張強度に関しては板厚減少分布を考慮する方法として、最小平均板厚 t_{lm} から板厚減少分布の標準偏差 S を用いて次式で与えられる有効板厚 t_e が提案されている⁴⁾。

$$t_e = t_{lm} - \alpha S$$

腐食前の幅厚比パラメータによって圧縮強度の低下量は異なるといった解析結果も得られており、幅厚比パラメータが強度の低下に及ぼす影響は無視できないと考えられる。圧縮強度に対し有効板厚を用いると、最小平均板厚と標準偏差が同一であれば、腐食形態、特に最大腐食発生位置や幅厚比パラメータに拘らず同一の残存強度を得る結果となる。これに対し、等価板厚には腐食形態や幅厚比パラメータによってそれぞれの場合に対応する残存強度が得られる。また、既存の強度曲線を用いた残存強度評価が可能であるという利点もある。

5. まとめ 等価板厚は、腐食波形、最大腐食量、幅厚比パラメータを考慮しており、これらを用いて算出可能である。また、既存の強度曲線を利用して腐食鋼板の残存強度評価を行う際に有効であると思われる。

【参考文献】

- 1) 例えば 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
- 3) 山本正弘, 吉田耕太郎, 広沢規行: 海洋暴露鋼材の腐食形態の解析, 第46回土木学会年次学術講演会講演概要集 V-160, 1991, 9月
- 4) 松本勝, 白井義朗, 中村幾雄, 白石成人: 腐食鋼材の有効板厚評価法の一提案, 橋梁と基礎, Vol. 23, No. 12, pp19-25, 1989

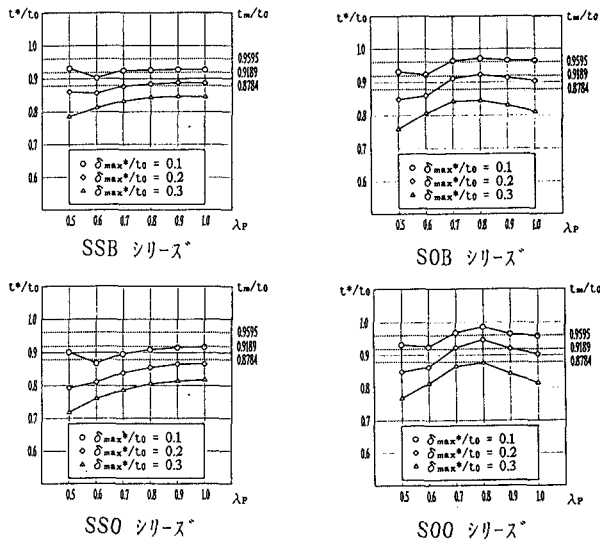


図-3 等価板厚