

腐食鋼管短柱の耐荷力解析について

熊本大学 学生員 ○久米 満里
熊本大学 正 員 山尾 敏孝、崎元 達郎
川崎製鉄㈱ 正 員 中村 聖三

1. まえがき： 棧橋など港湾構造物に用いられている鋼管杭は長年塩水により腐食を受ける。特に、満潮面付近では腐食による板厚減少が著しく、ひいては部材の耐力低下を引き起こすことになる。腐食を受けた鋼管の腐食状況調査や、短柱による耐荷力試験も行われているが、腐食の広がりや板厚の減少状態と最大強度の相関関係が明らかにされていない。本研究では、既存の実験結果をもとに、板要素を用いた有限変位弾塑性解析法で鋼管解析ができるようにプログラム改良を行い、腐食鋼管短柱の力学的特性を説明することを目的としたものである。

2. 解析法の概要： 鋼管はシェル構造であるが、文献1)の板要素の有限変位弾塑性解析法を改良して使用した。板要素は、三角形平面応力及び平板曲げ要素からなる1節点6自由度の四辺形要素である。解析において荷重は、一様変位を端部に載荷する事により行った。

3. 解析結果と考察：

1)一様板厚鋼管短柱解析： 腐食鋼管プログラムの妥当性を調べるために、まず腐食を受けていない一様な板厚を有する鋼管短柱の解析を行った。ここでは、鈴木ら²⁾が行った電縫鋼管短柱STK55の一様圧縮試験結果との比較を行ったものである。解析モデルは、図1に示すように軸圧縮のみを載荷した実験供試体としてその寸法を表1に示す。tは板厚で、試験体の全長Lは、管径Dの3倍としている。また、実験結果より降伏応力度 $\sigma_s = 5.28 (tf/cm^2)$ 、降伏応力時ひずみ $\epsilon_{s,e} = 0.55 (\%)$ として解析を行った。解析対象は図1に示すように、鋼管の対称性を考慮して、供試体の半分とし、要素分割数は、軸方向に10分割、円周方向に10分割である。板厚方向には12分割とした。図3は、供試体S-1、S-2についての平均応力-平均ひずみ曲線である。S-2で最大値付近に差はみられるが、実験値と解析値はほぼ対応しており、この解析プログラムの妥当性が示されたと思われる。強度の違いは、残留応力や初期不整の影響と考えられる。

表1. 一様板厚鋼管供試体寸法

供試体	D (mm)	t (mm)	R/t
S-1	313.4	4.4	35.9
S-2	317.6	8.9	17.9
S-3	318.3	8.9	17.8

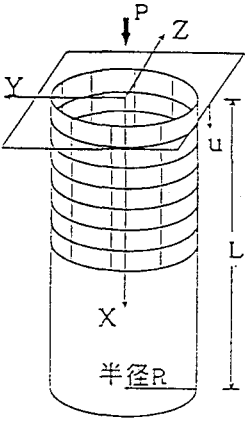


図1. 解析モデル

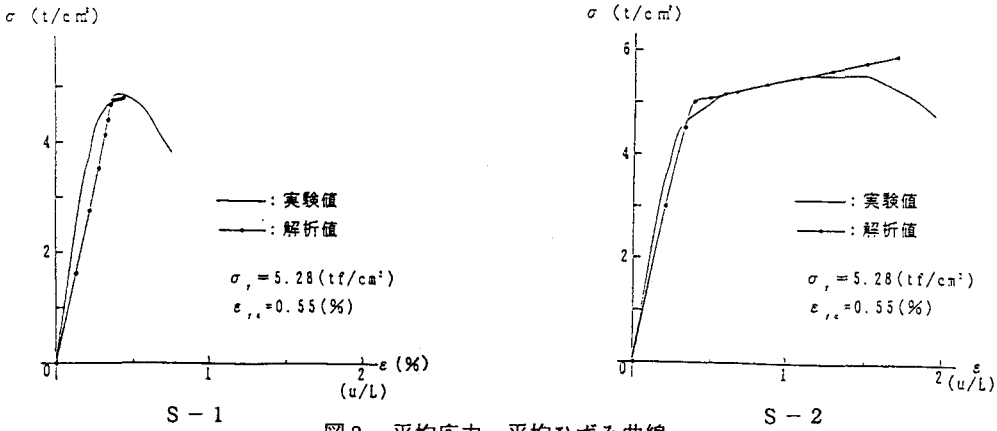


図2. 平均応力-平均ひずみ曲線

2) 腐食鋼管短柱解析

実験³⁾は、実際に供用されていた埠頭から引き上げられた鋼管短柱の力学的特性について詳細な肉厚測定と材料の引張り試験を行った後、軸圧縮載荷試験を行ったものである。板厚測定は、図3に示すように供試体前面を約5 cm角でマス目に分け、3点ずつ超音波厚さ計で測定したものである。図4は、その測定結果の

表2 腐食鋼管の供試体寸法・実験結果

供試体	D (mm)	原厚 (mm)	最小板厚 (mm)	平均板厚 (mm)	σ_{y1} (kg/mm ²)	P _{MAX} (ton)
A-1	700	9.0	5.7	6.97	31.8	393.0
A-2	700	9.0	6.0	7.60	32.0	445.0
A-3	700	9.0	3.7	5.81	32.7	260.5
A-4	700	9.0	3.0	6.13	33.9	199.5
A-5	700	9.0	2.9	5.69	33.4	250.0
B-1	508	9.5	4.7	8.11	30.6	195.0
B-2	508	9.5	7.7	8.81	30.8	413.0
B-3	508	9.5	8.3	8.98	31.0	422.0
B-4	508	9.5	8.8	9.13	31.0	448.0

1例である。供試体の寸法と実験結果を表2に示す。これらの測定結果と実験結果より、腐食により肉厚が減少した鋼管柱の耐力を、平均板厚で整理すると図5に示すようにならばつき、うまく評価できないことが分かる。これは、ここには示さなかったが、最小板厚の大きさや、その分布にも関係があることが分かる。解析モデルは、図1及び表2に示す供試体とする。分割数の関係より図4に示すような実験結果から求まった板厚展開図の4要素の板厚の平均を解析モデルの1要素の板厚として解析を行い、結果及び考察は講演当日に発表する。

<参考文献>

図3. 供試体の肉厚測定

- 1) 山尾 他：板要素とはりの・・・，土木学会論文集，第380号／I-7, 1987. 4
- 2) 鈴木敏郎 他：軸圧縮を受ける鋼張力鋼管の・・・，日本建築学会論文報告集，第231号，1982. 11
- 3) 川崎製鉄株式会社エンジニアリング事業部、腐食鋼管杭の残存耐力調査試験
- 4) American Petroleum Institute, Recommendation Practice for Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platform, API RP2A, p78, 1982

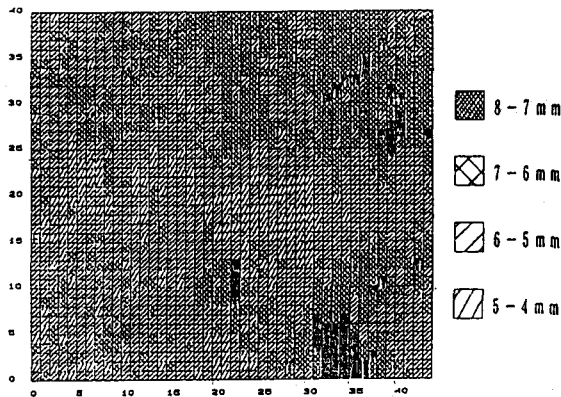


図4. 供試体の肉厚分布（展開図）

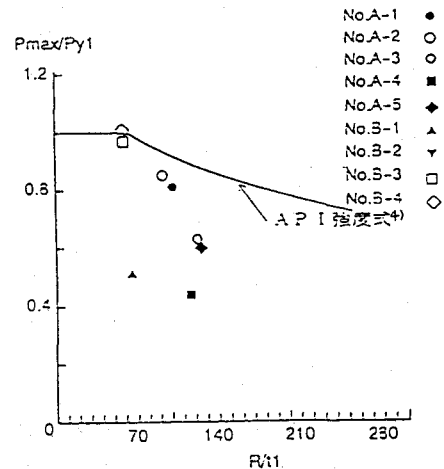


図5. 平均板厚と最大強度の関係