## 繰り返し荷重下での腐食円筒殻の耐荷力と変形能に関する実験的検討

広島大学大学院	学生会員	岡本	章太
広島大学大学院	フェロー会員	中村	秀治
広島大学大学院	正会員	藤井	堅
株式会社長大	正会員	近藤	恒樹

# 1.背景と目的

構造物に何らかの外力が作用したときに,軽微な損傷は 許容するとしても,倒壊のような大事故には至らない設計 をすることが重要である.また,現在,建設から数十年経 過した構造物の維持管理に対する関心が高まっている.こ れらの背景を踏まえて,本研究では,腐食した円筒殻の表 面形状を把握し,繰り返し曲げ座屈実験を行い,腐食した 円筒殻の耐荷力,座屈変形,変形能に関する検討を行った.

#### 2. 供試体の概要

本実験で用いた供試体は,腐食や損傷により撤去された 鋼製配電柱を切断し,載荷装置に取り付けやすいように上 下部に鋼板を溶接し,下部にコンクリートを打設して作成 した.図1に加工後の供試体を示す.

### 3. 腐食表面形状計測

円筒殻の腐食形状を把握するために,3次元座標測定器を 用いて計測を行った.図2に腐食表面形状計測結果の一例 を示す.図1は,腐食の進行している箇所は濃い色で示さ れ,軽微な箇所については薄い色で示されており,円筒殻 の腐食形態,状況を把握することが出来る.なお,測定範 囲は座屈発生が予想される供試体基部から高さ200mmの位 置の表・裏面である.

## 4.繰り返し曲げ座屈試験

実験は 図3 に示すように供試体下部は反力床に固定し, 上部は載荷版を介して鉛直アクチュエータにより一定軸力 を保持したまま,水平アクチュエータにより水平方向力を 作用させて,繰り返し曲げ座屈試験を行う.本実験は,腐 食供試体計6体を用いて繰り返し曲げ座屈試験を行った.

図4に実験結果から得られた無次元化された荷重-変位曲 線を示す.本実験では+4 yまで繰り返し載荷を行った. 図の荷重-変位曲線を見ると,腐食が一様に進行しているも のに関しては,最高荷重付近で明確な荷重のピークを示し たが,腐食が局部的に進行しているものは最高荷重付近で なだらかな曲線を描き,最高荷重後の耐力低下が,一様腐

キーワード 繰り返し荷重,腐食,変形能

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 TEL 082-424-7791





図2 板厚等高線



図4 荷重-変位曲線(無次元化)

食のものに比べて相対的に小さい結果が得られた.

また,図5に+4 yまで繰り返し載荷をしたときの座屈 変形の様子を示す.どの供試体についても,±1 y,±2 y...と繰り返し載荷をしていくと図5にあるような内側に凹 んだ座屈変形が生じた.

## 5. 腐食した円筒殻の耐荷力, 変形能評価

## 1)繰り返し曲げ耐荷力

本研究では腐食した円筒殻の耐荷力を評価する際に,最 もよく用いられている NASA の弾性曲げ座屈評価式<sup>1)</sup>を用 いて検討を行った.

評価式から求めた算定値と実験値の関係をグラフ上に示 す.この際,算定値,実験値ともに降伏モーメントで除し 無次元化してある.図6から,算定値と実験値が近い値を 取るため,評価式中のパラメータである供試体の座屈発生 部の平均板厚,直径が既知であれば腐食した円筒殻の繰り 返し曲げ耐力を概ね算定できることが分かる.

#### 2) 変形能評価

次に,腐食した円筒殻の変形能評価を行う.本研究では 以下の2つの変形能評価方法を用いて検討を行った先ず, エネルギー吸収量は1サイクル当たりの荷重-変位曲線の 囲む面積を表したものである.今回は無次元化された荷重-変位曲線からエネルギー吸収量を算出した.そして,変位 の比で表される塑性率は以下の2式を用いた.

 $\mu_{\max} = \delta_m / \delta_y \qquad \qquad \mu_{95} = \delta_{95} / \delta_y$ 

ここで, m: 最高荷重時の水平変位, 95: 最高荷重到 達後 95%時の水平変位, 、: 円筒殻の降伏変位を示す.

表1 に合計エネルギー吸収量,塑性率を求めた結果を示 す.合計エネルギー吸収量は各1 サイクル当たりエネルギ ー吸収量を合計したエネルギー吸収量を示しており,この 合計エネルギー吸収量を用いて検討を行った.

塑性率に着目すると,腐食の進行している case5,6 が他の 供試体に比べて塑性率が小さな値となった.また局部的に 顕著な腐食を生じている case3 は最高荷重後の塑性率µ<sub>95</sub>に 関して,耐力低下が小さいために最も大きな値を示した. 合計エネルギー吸収量は,腐食の進行している供試体ほど 小さくなる結果となった.

図 7 に示すように,合計エネルギー吸収量と減肉量の関係を示す.腐食が進行すれば耐力が小さくなるためエネルギー吸収量も小さくなり,座屈発生部付近の減肉量は腐食が進行すれば増加する.ここで,減肉量とは供試体の元板厚から実測平均板厚を引いたものである.

#### 6.まとめ

(1)腐食の軽微なものは,荷重-変位曲線において最高荷重付 近で明確な荷重ピークを示すが,腐食が局部的で顕著な ものは,最高荷重自体は低いが最高荷重後の耐力低下が 腐食の軽微なものに比べて小さい.

(2)塑性率µmaxは腐食が顕著なほど低下する.また,最高





図6 実験値-算定値相関図

表1 变形能評価一覧

供試体	$\mu_{max}$	µ <sub>95</sub>	A <sub>1</sub> *	A <sub>2</sub> *	$A_3^*$	合計エネル ギー吸収量
case1	1.55	1.65	0.07	1.31	2.26	3.64
case2	1.70	1.80	0.06	0.78	2.20	3.04
case3	1.49	1.93	0.06	0.78	1.86	2.70
case4	-	-	-	-	-	-
case5	1.37	1.46	0.06	1.40	2.14	3.60
case6	1.30	1.35	0.09	1.37	1.85	3.32

\*Alはエネルギー吸収量を表し、右下の数字はサイクル数を示す.



図7 合計エネルギー吸収量-減肉量関係図

荷重後の耐力低下が小さければ,µ<sub>95</sub>は大きな値を示すの で腐食すれば変形能が低下するとは一概には言えない結 果となった.

(3)腐食すればエネルギー吸収量は低下するため,腐食すれば増加する減肉量とは反比例の関係を示す.

#### 参考文献

 1)土木学会:座屈設計ガイドライン改訂第2版,社団法人, 土木学会,pp228 229,403 408,2005