

腐食した鋼板の圧縮強度実験

本州四国連絡橋公団

○川端 淳

広島大学工学部

正員

藤井 堅

1. はじめに

過去に腐食した鋼板から試験片を切り出して、引張試験を行い、等価板厚の評価を試みた実験¹⁾や、疲労特性を調べた研究などがある。本実験では、腐食損傷を受けた構造物の鋼材より試験片を切り出し、その座屈耐荷力の解明という観点から、圧縮(曲げ座屈)試験を行い、腐食による減肉、および偏心量が残存座屈耐荷力、ならびに、残存剛性に及ぼす影響の解明を試みる。

2. 実験概要

2-1 試験片 試験片は、実際に共用されていたフェリー可動橋の一部から取り出して作成した。この可動橋は、共用後約15年が経過し、腐食損傷が激しく、撤去補修された。試験片は、この可動橋の最も陸側の横桁(ウェブ、下フランジ)、並びに、その周辺の縦リブより切り出した。試験片の材料特性を把握するため、両表面を研磨したJIS5号引張試験片7本と、幅3cm、長さを10cmから50cmまで5cmづつ変化させた短冊状の矩形板38本を作成して、圧縮試験片とした。これらの鋼材の腐食前の公称板厚は、縦リブが9.5mm、横桁ウェブが9mm、横桁下フランジが12mmであった。また、比較用として、板厚9mmの非腐食鋼板を使い幅3cm、長さ50cmの試験片を2本作成した。この鋼板の材質はSS400である。

2-2 材料特性 両表面を研磨したJIS5号引張試験片7本について引張試験により材料特性を調べた。試験方法は25tオートグラフを用いた定ひずみ載荷で、その結果を表.1に示す。

2-3 板厚、偏心量の測定 板厚、偏心量を測定するために、表面の腐食部分を塗膜除去剤(リムーバ)とワイヤーブラシを用いて除去した。板厚、偏心量は、5mm間隔で測定を行った。また、偏心量については試験片内に仮想中立面を作り、仮想中立面からの板厚の中点までのずれとした。

2-4 載荷方法 載荷方法は25tオートグラフを用いた定ひずみ載荷とする。

表.1 材料特性

縦リブ	横桁ウェブ
$E=2.108 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$	$E=2.062 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$
$\nu=0.287$	$\nu=0.274$
$\sigma_Y=2791.63 \text{ kgf/cm}^2$	$\sigma_Y=2831.59 \text{ kgf/cm}^2$
$\sigma_{MAX}=4175.15 \text{ kgf/cm}^2$	$\sigma_{MAX}=4186.53 \text{ kgf/cm}^2$
横桁フランジ	非腐食鋼板
$E=2.006 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$	$E=2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$
$\nu=0.275$	$\nu=0.28$
$\sigma_Y=2650.00 \text{ kgf/cm}^2$	$\sigma_Y=2800 \text{ kgf/cm}^2$
$\sigma_{MAX}=4147.80 \text{ kgf/cm}^2$	$\sigma_{MAX}=4100 \text{ kgf/cm}^2$

表.2 非腐食鋼板から作成した試験片の実験結果

	座屈荷重 (kgf)	Eulerの座屈荷重	
		1/r	座屈荷重(kgf)
No.1	1395.60	211.7	1248.709
No.2	1274.20	211.7	1248.709

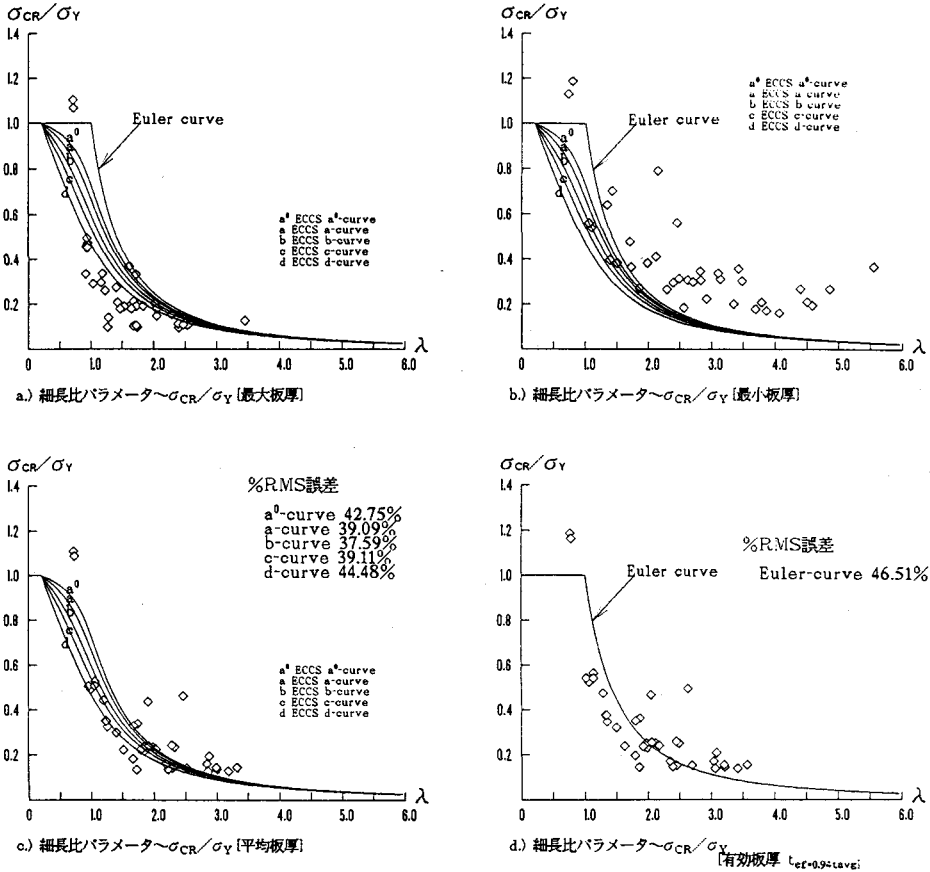
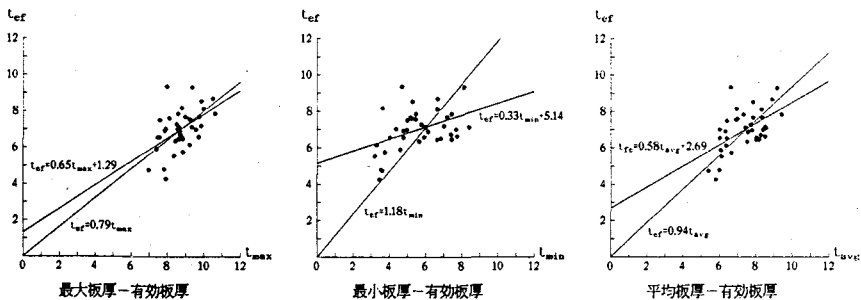
E : 弾性係数 1/r : 細長比
 ν : ポアソン比
 σ_Y : 降伏応力
 σ_{MAX} : 引張強度

3. 実験結果ならびに考察

非腐食鋼板より作成した試験片より得られた実験結果、および計算により求めたオイラーの座屈荷重を、表.2に示す。表.2から両者はほぼ一致していると判断できる。腐食鋼板より作成した試験片の実験結果をもとに、細長比パラメータ λ と σ_{CR}/σ_Y を計算し、それらの関係と、オイラーの座屈荷重、ECCS柱曲線を図.1に示し、図.2に実験より得た座屈荷重を使いオイラーの座屈荷重式を逆算して求めた有効(等価換算)板厚と板厚の代表値との関係を示す。また、今回考慮にいれた偏心量は、座屈荷重にあまり影響を与えないことが分かった。なお、細長比1/r、細長比パラメータ λ は、以下のとおりである。

$$1/r = 1 / (I/A)^{0.5} \quad 1: \text{有効座屈長} \quad I: \text{断面2次モーメント} \quad A: \text{断面積}$$

$$\lambda = (1/\pi)(\sigma_Y/E)^{0.5}(1/r)$$

図 1 細長比パラメータ $\sim\sigma_{CR}/\sigma_Y$ 図 2 板厚の代表値 $\sim$ 有効板厚

平均板厚を用いた $\lambda-\sigma_{CR}/\sigma_Y$ 関係(図.1 c.)), 有効板厚を用いた $\lambda-\sigma_{CR}/\sigma_Y$ 関係(図.1 d.))で, 前者はECCS柱曲線, 後者はオイラー曲線を推定値にして%RMS誤差を計算した. 図.1 c.)に示すようにECCS柱曲線b-curveを推定値に選んだ場合が%RMS誤差は最小となる. すなわち, 平均板厚と座屈耐力の関係は, ECCS柱曲線b-curveが最もよくとらえている.

参考文献 1) 松本勝, 白井義朗, 中村幾雄, 白石成人: 腐食鋼板の有効板厚評価法の一提案 <橋梁と基礎 89.12>