

酒井鉄工所 正会員○田 渕 敦 彦
 関西電力 井ノ口弘恭
 関西電力 軸 屋 一 美

酒井鉄工所 正会員 竹 内 修 治
 大阪大学工学部 正会員 西 村 宣 男
 岐阜大学工学部 正会員 村 上 茂 之

1. はじめに 円形鋼管は軸圧縮力を受けた場合に効果的な断面であるため、鋼構造物の柱部材として広く用いられている。その用途も、塔上構造物の腹材や鋼製橋脚、支持杭など広い範囲にわたっており、管径や板厚比も使用条件に合わせて様々である。この円形鋼管のなかでも、塔状構造物の腹材としては比較的径の小さな電縫管が用いられている。この電縫管が長期間供用される過程で肉厚の減少や開孔等の断面の欠損が生じる可能性がある。そこで、電縫鋼管の管壁に単一あるいは複数の開孔を有する場合の圧縮強度実験を行い、孔の大きさ、位置、複数孔の相互影響が極限強度に与える影響を考察する。また、減厚を伴う開孔についても模擬材を用いて圧縮実験を行い、等価孔径としての減厚の効果を評価する。

2. 実験概要 座屈実験を行った鋼管は $\phi 89.1 \times 3.2\text{mm}$ (STK400) の電縫鋼管であり、部材長(L)は、短柱圧縮試験のSTシリーズが85.7mm, 152mm, 弾塑性座屈領域に属するNSシリーズが1500mm, 弾性座屈領域に属するNLシリーズが3100mmである。NSシリーズとNLシリーズの座屈実験は両端を球座によって支持して行った。供試体の構造諸元を表-1に示し、その形状の1例(NS2-1)を図-1に示す。ここで、孔

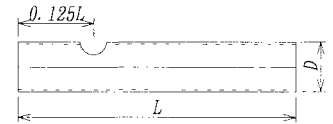


図-1 供試体一例 (NS2-1)

表-1 座屈試験供試体の構造諸元と実験結果

シリーズ	全長L(mm)	NO.	孔径(mm)×ヶ所	断面欠損率	孔位置	極限強度
ST	85.7 152.1	ST0	健全材			1.000
		ST1	28×1	10%	0.5L	0.828
		ST2	52×1	20%	0.5L	0.661
		ST2C	21×2周方向	7.8%×2ヶ所	0.5L:中心間31	0.789
		ST2L	21×2軸方向	7.8%×2ヶ所	0.5L:中心間31	0.912
NS	1500	1	健全材			1.000
		2-1	28×1	10%	0.125L	0.805
		2-2	52×1	20%	0.125L	0.562
		3-1	28×1, 14×1	10%, 5%	0.125L, 0.5L	0.808
		3-2	21×2軸方向	7.8%×2ヶ所	0.125L:中心間31	0.870
		3-3	21×2周方向	7.8%×2ヶ所	0.125L:中心間31	0.740
		4-1	一部孔を伴う減肉	26.70%	0.125L	0.462
		4-2	一部減肉部分	18.30%	0.125L	0.640
NL	3100	5	健全材			1.000
		6-2	52×1	20%	0.048L	0.862
		7-1	52×1, 28×1	20%, 10%	0.048L, 0.5L	0.784
		7-2	21×2軸方向	7.8%×2ヶ所	0.048L:中心間31	0.874
		7-3	21×2周方向	7.8%×2ヶ所	0.048L:中心間31	0.910
		8-1	一部孔を伴う減肉	24.70%	0.048L	0.868
		8-2	一部減肉部分	18.80%	0.048L	0.772

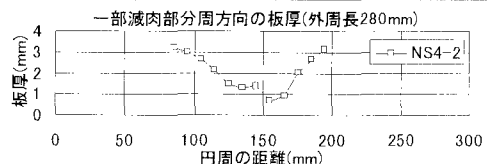
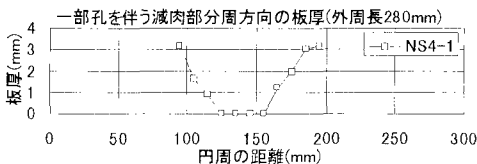


図-2 減厚模擬材の板厚測定結果

Atsuhiko TABUCHI, Syuji TAKEUCHI, Hiroyasu INOUCHI, Nobuo NISHIMURA,
 Kazumi JIKUYA, Shigeyuki MURAKAMI

の位置を中心に 31/2mm の位置に孔が振り分けられているという意味である。一部孔を伴う減肉と一部減肉部分は、供試体の所定の孔位置を中心に人工的に減肉させたものである。その部分の板厚測定結果を図-2に示す。孔位置を管端から 1/2L 迄変化させたときの座屈強度の変化については既に行い、実験方法と共に文献 1)に報告している。

3. 実験結果と考察 表-1 と図-2 に孔があいた場合の座屈強度低下の割合を示した。図表の極限強度とは孔あきモデルの座屈強度を同部材長の孔のない健全材モデルの座屈強度で無次元化したものである。図中には文献 1)で行った実験結果のうち孔位置が同じものについて H7-data として併せて示している。ここで、孔が軸方向に2つあいている ST2L, NS3-2, NL7-2 についての断面欠損率は孔1つとして扱い、孔が周方向に2つあいている ST2C, NS3-3, NL7-3 については2つの孔を単一孔と仮定して断面欠損率を決定した。これらの2つ孔は 10mm しか離れていないものである。

ST シリーズ) 断面欠損率が大きくなると比例的に極限強度は低下しており、断面欠損率が 20%のモデルでは約 34%の強度低下があった。軸方向2つ孔の場合、片方の断面欠損率による極限強度となり、変形もどちらかに集中することが確認できた。周方向2つ孔の場合、それぞれの断面欠損率を加算したものと同等の極限強度となった。

NS シリーズ) 断面欠損率と極限強度の関係は ST シリーズと同様の傾向を示している。これは全体座屈より孔周辺の局部座屈が先行するためである。断面欠損率が 20%のモデルでは約 44%の強度低下があった。NS3-2 は内側の孔で座屈した。つまり、径が同じ孔が軸方向に2つある場合、0.5L に近い方の孔が強度低下に影響する。減肉を伴う供試体 NS4-1, NS4-2 については、減肉部分の断面欠損率による極限強度であった。

NL シリーズ) 断面欠損率が 20%のモデルでは約 22%の強度低下があった。このシリーズでは全体座屈が先行しやすいので極端な強度低下は見られないが、断面欠損率と極限強度の関係にばらつきが出ている。軸方向の孔の距離が離れている NL7-1 は孔径が小さい方の鋼管中央部で座屈した。したがって端部孔の場合より強度低下の割合は大きくなっている。NL7-1 は全体座屈したが、鋼管中央に近い孔の変形が大であった。NL8-1 は H7-data と同程度の値であり、断面欠損率のみで評価できた。NL8-2 の極限強度は予想より低い値であった。

4. まとめ 弾塑性座屈領域に属する部材においては孔周辺の局部座屈が先行するので断面欠損率の増加と極限強度の低下率は比例関係にある。管軸方向2つ孔の場合、0.5L に近い側の孔の影響が大きく出る。接近した周方向2つ孔の場合、それぞれの断面欠損率を加算して強度評価ができる。減肉を伴う材料については断面の断面欠損率により強度評価ができる。

【参考文献】1)西村宣男：有孔鋼管部材の座屈実験，平成8年度関西支部年次学術講演会講演概要集，土木学会，pp I -50-1-pp I -50-2, 1996.5

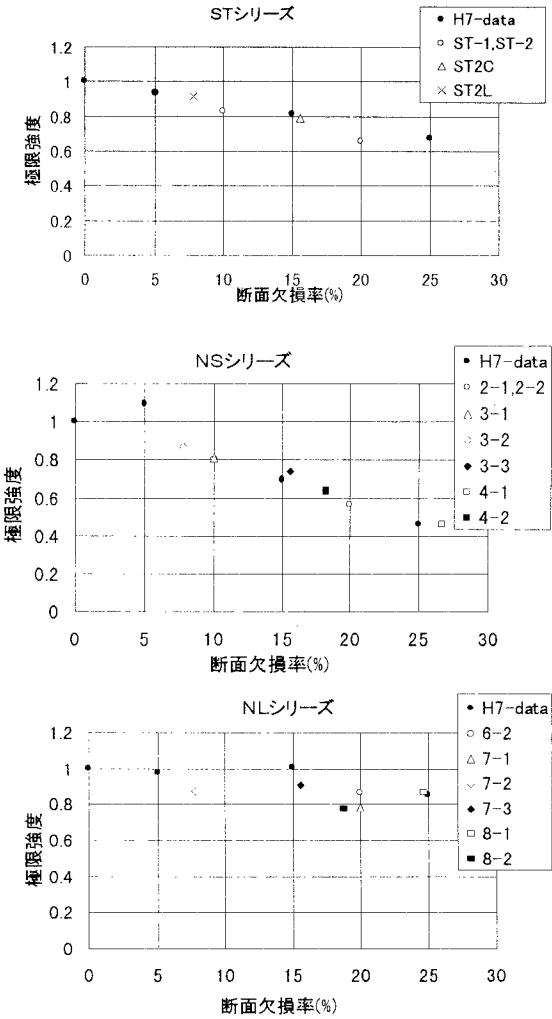


図-3 座屈強度と断面欠損率の関係