

I-A3

孔あき鋼管部材の座屈強度特性

佐藤工業 正 員 遊田昌樹 大阪大学工学部 正 員 西村宣男
 大阪大学工学部 正 員 村上茂之 酒井鉄工所 正 員 竹内修治
 酒井鉄工所 正 員 神谷信彦 酒井鉄工所 田淵敦彦

1. 実験概要

塔状構造物の腹材等多用される電縫管に、腐食による孔あき等の被害が生じた場合、断面の欠損と孔の周辺の応力集中の相互効果で残存耐力が大きく低下することが予測される。しかし、孔あき鋼管部材の座屈耐力特性は明らかではなく、効果的な補修・維持管理のためにも、孔あき鋼管部材の残存耐力を適切に評価する必要がある。本研究では、このための基礎資料として人工的に孔をあけた鋼管部材の座屈実験を行い、耐力特性について検討を行った。材料試験および座屈実験の概要については文献1)で報告した。本報告では、開孔が座屈強度の低下に及ぼす影響について検討を行う。座屈供試体の構造諸元を表-1に示す。

2. 座屈強度の低下量

図-1に座屈強度の低下量を示す。図の横軸は部材端部から孔のあいている位置までの距離を示し、縦軸は孔のないモデルの座屈荷重で無次元化してある。1) NSシリーズ 断面欠損率が5%のモデルでは、一部で健全材モデルを上回る強度を有するモデルもあり、最大で20%の強度低下であった。また、断面欠損率15%のモデルでは約35%、断面欠損率が25%のモデルでは約60%の強度低下がみられ、低下量に対する開孔位置の影響は僅かであった。また残留たわみは、全てのモデルで開孔位置において最大となっていた。2) NLシリーズ 断面欠損率が5%のシリーズおよび断面欠損率が15%で孔のあいている位置が部材端部に近いモデルは強度低下がみられなかった。これらのモデルでは、部材中央位置で残留たわみが最大となっていた。また、断面欠損率が15%で強度低下が生じたモデルおよび断面欠損率が25%のモデルでは、孔のあいている位置が部材中央に近いほど強度低下が著しい傾向があった。残留たわみは開孔位置において最大となっていた。

3. 孔の変形形状

図-2は管軸方向と円周方向の孔の変形の関係を示したものである。1) 断面欠損率5% NSシリーズのモデルは円周方向の孔の変形が管軸方向の変形に比べて小さく、孔が全体的に押し潰される変形であった。また、NLシリーズのモデルでは、孔がほとんど変形していないことがわかる。2) 断面欠損率15% 円周方向の孔の変形が管軸方向の変形に比べて大きく、孔が押し上げられレモン型に変形していた。NLシリーズで強度低下が認められなかったモデルでは、孔の変形は僅かであった。3) 断面欠損率25% 孔の変形の

表-1 座屈試験供試体の構造諸元

凡例	シリーズ名	L(mm)	孔径(mm)	断面欠損率	開孔位置	η/L
NS		1500	14.0	05 (%)	01	0.500
			40.0	15 (%)	02	0.375
			62.0	25 (%)	03	0.250
					04	0.125
NL		3100	14.0	05 (%)	01	0.500
			40.0	15 (%)	02	0.375
			62.0	25 (%)	03	0.250
					04	0.125
					05	0.048

注) η は、鋼管端部から孔中心までの距離

$\sigma_Y = 3770 \text{ kgf/cm}^2$, $E = 2.0 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$

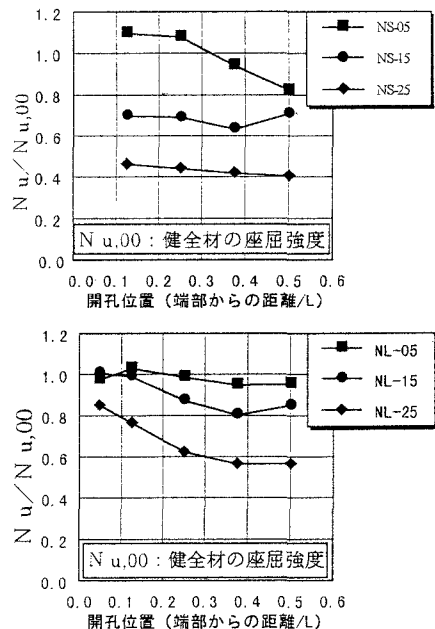


図-1 座屈強度と開孔位置の関係

傾向は断面欠損率が15%のモデルと同様で、レモン型の変形であった。強度低下を生じたモデルでは、孔の変形が大きく、強度低下が生じなかったモデルでは孔の変形が小さかったことから、孔あき鋼管の座屈強度低下には、孔の変形の影響が大きいことが言える。また、短柱圧縮試験を含めて孔径が同じモデルでは、管軸・円周両方向の孔の変形量の比は、ほぼ一定の関係にあるといえる。

4. 開孔が座屈強度低下に及ぼす影響

図-3は柱強度曲線との比較を表したものである。図中の細実線は鋼管部材の強度曲線として広く用いられている ECCS の a 曲線²⁾である。また曲線(1)は孔あき鋼管の強度低下を孔あき短柱の局部座屈との連成によるものと考えて、ECCS 曲線と孔あき鋼管短柱の圧縮強度から積公式³⁾を用いて求めた曲線である。NLシリーズの場合、強度低下がみられなかったモデルは曲線(1)を上回る座屈強度を有していたが、強度低下が生じたモデルでは、曲線(1)を僅かに下回る座屈強度であった。NSシリーズでは、ほとんどのモデルで曲線(1)を下回る座屈強度であり、曲線(1)では座屈強度を評価出来ないことが言える。またこれらの結果より、孔の局部変形の影響は連成座屈現象以上に部材の強度低下に影響を与えることが言える。

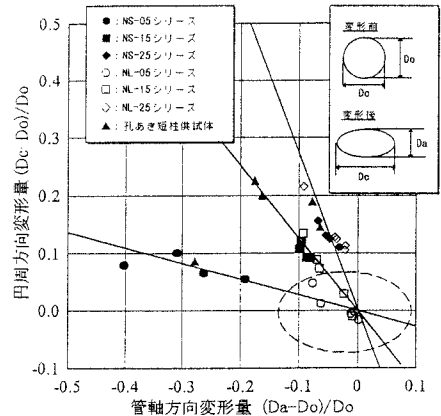


図-2 孔の変形量

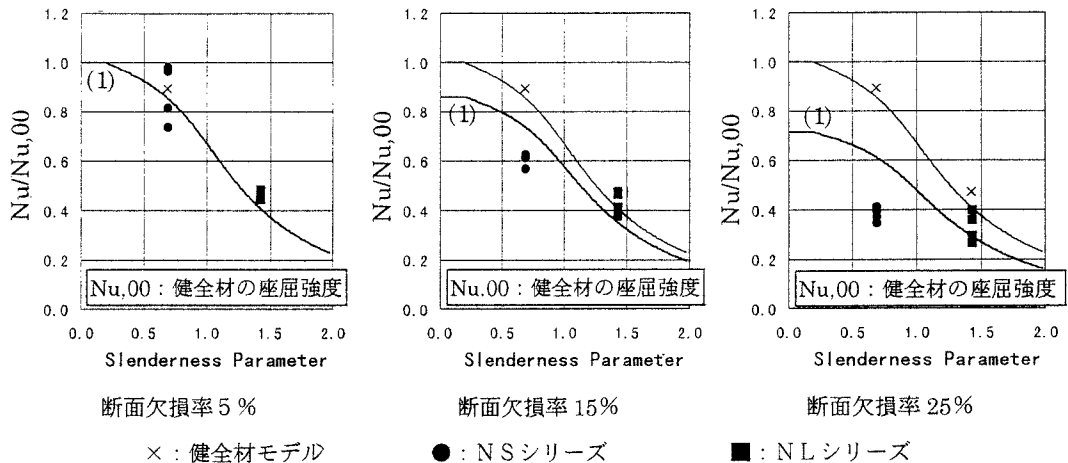


図-3 柱強度曲線と実験結果の比較

5. まとめ

今回の孔あき鋼管部材の座屈実験から得られた結果をまとめると以下のことがいえる。

- 1) 孔あき鋼管部材の孔の変形は、部材の細長比に関わらず、孔径によって一定の傾向があるといえる。
- 2) 孔あき鋼管の座屈特性は、部材座屈と局部座屈の連成座屈に類似しているが、孔周辺の局部変形は連成座屈現象よりも著しい強度低下をもたらす。
- 3) 弾塑性座屈領域に属するモデルでは、弾性座屈領域に属するモデルに比べて、開孔による強度低下が著しい。

【参考文献】

- 1) 西村宣男ら：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，1996。
- 2) Eurocode 3: European Recommendation for Steel Construction: Buckling of Shells, 1993。
- 3) 社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編，II 鋼橋編，1990。