

高軸力でのスパイラル鋼管の曲げ挙動に関する載荷試験（その2）

港湾空港技術研究所正会員○大矢陽介

港湾空港技術研究所正会員川端雄一郎

港湾空港技術研究所正会員中村駿太

港湾空港技術研究所水谷崇亮

港湾空港技術研究所正会員松村聡

港湾空港技術研究所正会員森川嘉之

1. はじめに

筆者らは、港湾構造物の耐震性能照査での利用を目的に、大径厚比の鋼管部材の耐力を過大評価していた全塑性モーメントを用いた評価方法に変わり、径厚比および軸力比に応じた耐力と変形性能を評価する方法を提案した¹⁾。この方法では、局部座屈が発生するまで円形断面を保持できる条件を円形保持、円形断面を保持できない条件を円形非保持として評価式を分け、直杭式栈橋の鋼管杭を対象とした場合、杭頭部を円形保持、その他部分を円形非保持の条件として評価する。前者は正負交番載荷^{例えば、2)}での検証がなされているが、後者は実験そのものが少なく、十分な検証がされていない。そのため円形非保持条件の評価式は、数値解析の結果を用いて構築した。本研究では、評価式構築に用いた数値モデルの確からしさを評価するためのデータ取得、ポストピーク挙動の把握を目的に、実寸大のスパイラル鋼管に軸力を与えた4点曲げ試験を実施した。

2. 試験方法

試験体は直径600mm、板厚6mmおよび9mm、長さ12mのSKK490（規格降伏点 $\sigma_y=315\text{N/mm}^2$ ）のスパイラル鋼管を用いた（表-1）。径厚比（直径／板厚）はそれぞれ100（ケースt6）と67（ケースt9）で、港湾施設で多用される大径厚比を対象とした。試験装置は図-1に示す構成で、スパイラルのシームは、中心断面において上下方向の中央を通るように設定した。

試験では、両端部から2.7mをバンドで拘束した箇所を支点とし、鋼管両端部を油圧ジャッキで鉛直に持ち上げることで載荷した。直杭式栈橋にクレーンが設置されている場合を想定し、軸力比を公称値で0.4に設定した。軸力の導入後、軸力を一定に制御しながら、鋼管両端部の鉛直荷重を増加させた単調載荷とした。

3. 試験結果

鋼管の鉛直変位分布を図-2、南側油圧ジャッキ位置での鉛直変位と南側支点位置で算出した曲げモーメントの関係を図-3に示す。耐震性能照査³⁾での評価に合わせて、曲げモーメントは付加曲げモーメントを差し引いた値とした。
t6およびt9ともに、曲げモーメントが最大値を示した後、座屈とともに鋼管は脆性的に破壊した。曲げモーメントの最大値以降、鉛直荷重および

表-1 試験体の諸元

ケース名	板厚 (mm)	外径 (mm)	全長 (m)	径厚比 D/t	規格	軸力比 (実力値)
t6	6	600	12	100	SKK490	0.30
t9	9	600	12	67	SKK490	0.29

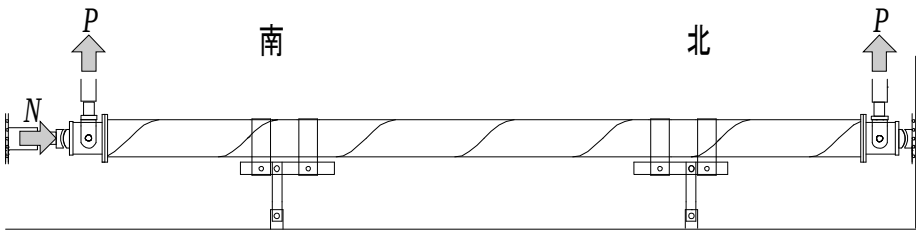


図-1 試験装置の概要

キーワード 鋼管杭、直杭式栈橋、局部座屈、全塑性モーメント、耐震性能照査

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 港湾空港技術研究所 TEL：046-844-5058

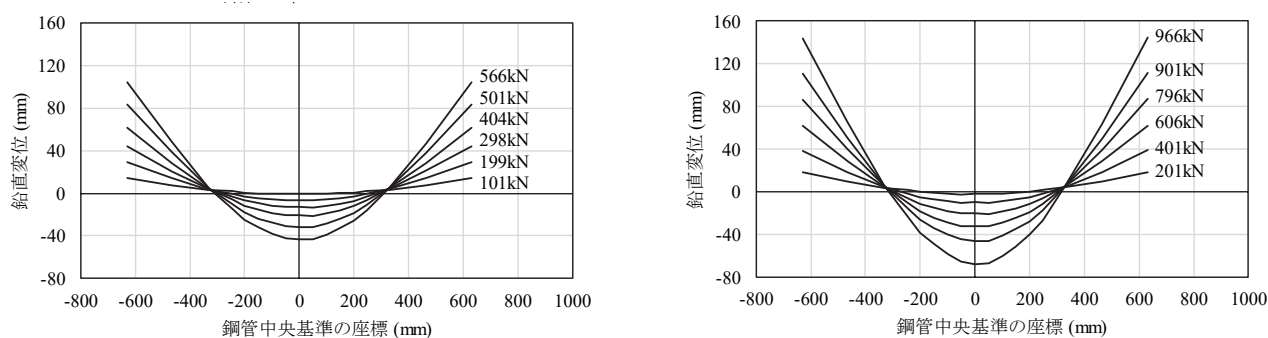


図-2 鉛直変位分布（数値は南側支点での曲げモーメント．左：t6，右：t9）

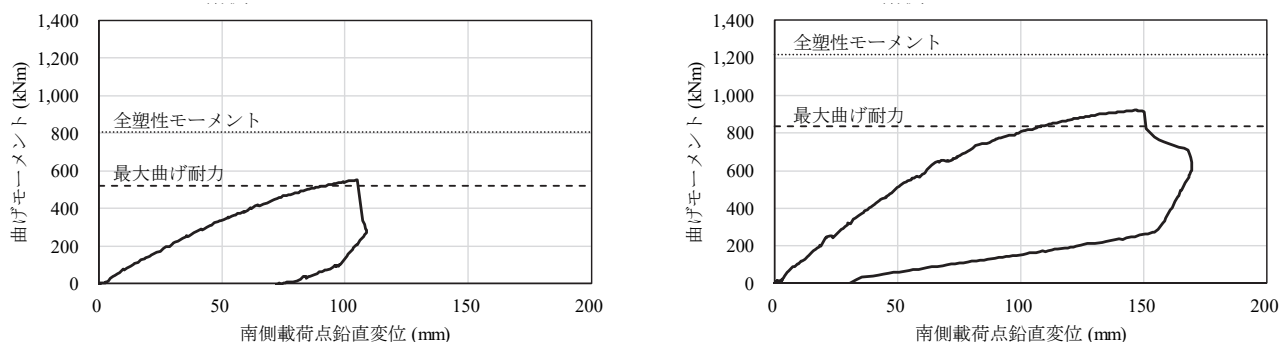


図-3 南側載荷点での鉛直変位と南側支点での曲げモーメントの関係（左：t6，右：t9）

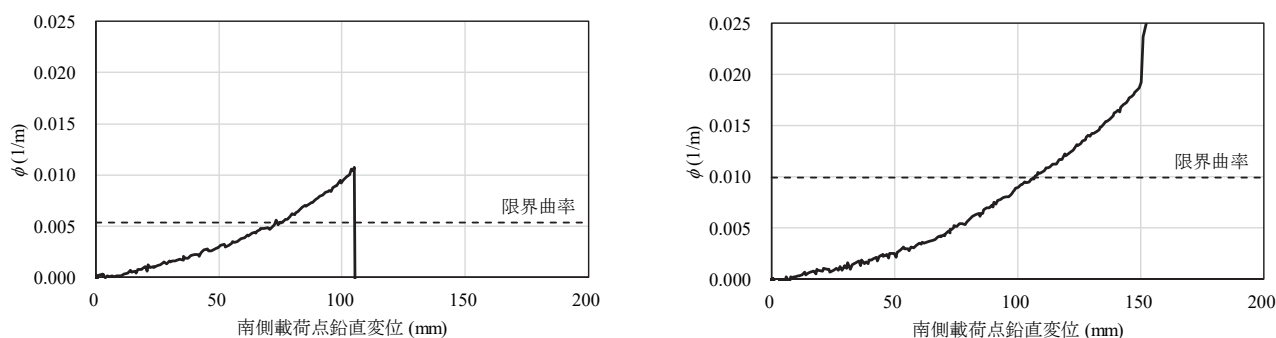


図-4 南側載荷点での鉛直変位と支点間2m区間での曲率の関係（左：t6，右：t9）

軸力は低下した状態となり，所定の載荷力を保持することはできなかった。

図中の破線は降伏点の実測値から求めた最大曲げ耐力³⁾，点線は全塑性モーメントであり，両者ともに軸力による低減を考慮した値を示している．試験結果はt6，t9ともに評価式で求めた最大曲げモーメントと同等となり，評価式が鋼管の耐力を適切に評価できることが確認できた。

南側載荷点での鉛直変位と支点間2m区間での曲率の関係を図-4に示す．図中の破線は限界曲率³⁾であり，試験結果は限界曲率を上回り，変形性能についても評価式が適切に評価できることが確認できた。

4. おわりに

今後は，載荷試験を対象とした数値解析を実施し，適用性を確認した数値モデルを用いて軸力や板厚の影響，ポストピーク挙動について検討する予定である。

参考文献

- 1) 大矢陽介，塩崎禎郎，小濱英司，川端雄一郎：耐震性能照査における鋼管部材のモデル化法の提案，港湾空港技術研究所報告，Vol.56，No.2，pp.3-33，2017.
- 2) 川端雄一郎，忽那惇，加藤絵万，大矢陽介，小濱英司，岩波光保：港湾構造物における鋼管のM- Φ 算定法，港湾空港技術研究所資料，No.1288，2014.
- 3) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，2018.