

スパイラル鋼管の正負交番载荷実験

大阪大学大学院工学研究科
東京工業大学大学院理工学研究科
西日本高速道路株式会社
大阪大学名誉教授
大阪大学大学院工学研究科

学生員 ○ 藪本 篤
正会員 小野 潔
正生員 仲田 晴一
フェロー 西村 宣男
正会員 奈良 敬

1. まえがき 公共構造物の建設コストの削減は昨今の重要な課題である．その一つとして，これまで橋脚の一本柱としては用いられた例があまりないスパイラル鋼管を橋脚部材として活用することも考えられる．スパイラル鋼管は，主にビルや橋などの建築物の基礎杭等の鋼管杭として使用されている．その製造方法は，鋼管製造工場ラインでコイルを連続的に巻き戻しながら，成型ロールでスパイラル上に曲げて円筒状に成形し，継目を自動溶接していくという方法である．工場で大量に生産される製造鋼管であるため，円形断面鋼製橋脚として一般的に使われているベンディングロールに比べて経済的な設計が可能となる．しかし，スパイラル鋼管は溶接部が螺旋形となり，形状初期不整が複雑となる¹⁾．軸力作用下で大きな水平力が繰り返し作用するとき，座屈の発生とそれに伴う急激な耐力低下などが大地震時の問題点として特に懸念されるが，スパイラル鋼管と一般的な円形断面鋼製橋脚では製造方法が異なるため，耐震性能が異なる可能性がある．そこで本稿では，スパイラル鋼管を橋脚として用いた場合の塑性域での耐力および変形性能を明らかにするため，スパイラル鋼管の正負交番载荷実験を行った．

表-1 供試体諸元

供試体	A-9P	A-7P
鋼材	SKK490	SKK490
外形寸法D (mm)	400	400
板厚t (mm)	9	7
径厚比R/t	22.2	28.6
载荷点高さh (mm)	1,805	1,805
軸力比 N/N_{yN}	0.15	0.15
細長比パラメータ λ_N	0.33	0.32
径厚比パラメータ R_{tN}	0.056	0.072

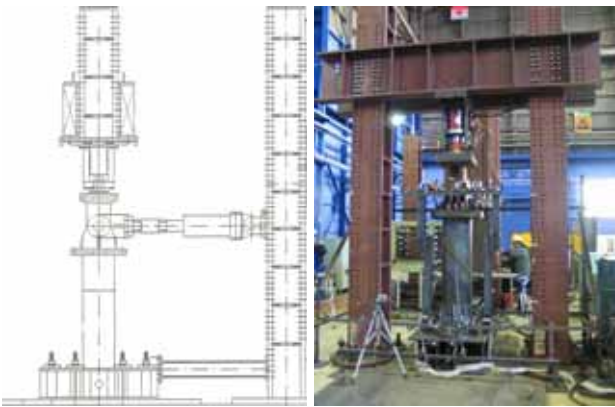


図-1 実験供試体 写真-1 試験装置図

2. 実験の概要

2.1 供試体 表-1に供試体の諸元を 図-1に実験供試体を，写真-1に試験装置図を示す．鋼種はSKK490で，径厚比パラメータの相違による比較をするため，板厚9mmと7mmの2体によって正負交番载荷実験を行った．

2.2 载荷方法 载荷は，供試体に既設橋脚の死荷重に相当する一定の軸力を加えながら，変位制御によって公称降伏変位 δ_{yN} まで载荷した．その後の载荷は軸力を一定に保持した状態で，変位制御1ステップ1サイクルとし，図-2に示すように，杭頭最大変位が $\pm\delta_{yN}$ ， $\pm2\delta_{yN}$ ， $\pm3\delta_{yN}$ ， $\pm4\delta_{yN}$ ，・・・の正負繰り返し水平荷重を静的に载荷した．

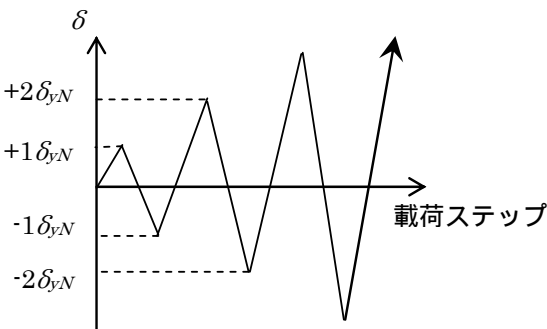


図-2 载荷パターン

キーワード：スパイラル鋼管，正負交番载荷実験，耐震性能
連絡先：〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL06-6879-7599

3.実験結果 図-3 に 2 体の水平荷重-水平変位関係を示す.図-4 に無次元化した包絡線を比較したものを示す.これらの図から,径厚比パラメータが小さいほど耐力,変形性能が上昇することが分かる.また,図-5 に無次元化した吸収エネルギーを比較したものを示す.A9-Pの方が吸収するエネルギーも大きくなっており,このことから径厚比パラメータが小さい方が,耐震性能に優れていると考えられる.これは既往の円形断面鋼製橋脚の耐震性能²⁾とも一致する.

次に,以下の式(1),式(2)に示す既往の円形断面鋼製橋脚の耐震性能評価式²⁾による計算値と,今回の実験結果から得られた値の比較を行った.

$$\frac{P_{max}}{P_y} = \frac{0.02}{(R_t \bar{\lambda})^{0.8}} + 1.10 \quad (1) \quad \frac{\delta_m}{\delta_y} = \frac{1}{3(R_t \bar{\lambda}^{-0.5})^{0.8}} - \frac{2}{3} \quad (2)$$

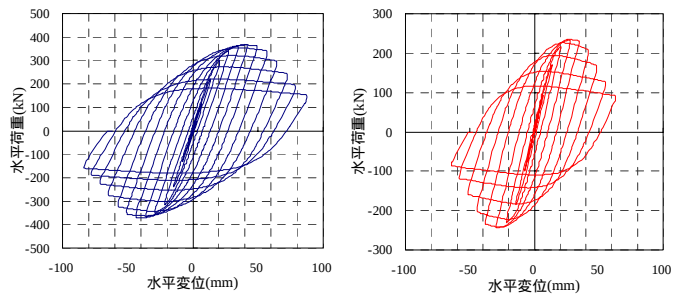
ここで, P_{max} : 最大水平荷重 δ_m : 最大水平荷重時変位

図-6 に式(1)との比較を,図-7 に式(2)との比較を示す.今回の実験だけではデータが少ないため,今後詳細な検討が必要ではあるが,今回の実験結果に関する範囲では,既往の円形断面鋼製橋脚と比較して,スパイラル鋼管の耐力はほぼ同程度,変形性能は若干上昇する可能性があることがわかった.

4.結論 本稿の実験結果から,既往の円形断面鋼製橋脚と同様,スパイラル鋼管も径厚比パラメータが小さくなるほど耐力が上昇し,変形性能も大きくなることがわかった.また,既往の円形断面鋼製橋脚と比較して,スパイラル鋼管の耐力はほぼ同程度,変形性能は若干上昇する可能性があることがわかった.詳細については今後検討する予定である.

【謝辞】本稿をとりまとめるにあたり,(社)日本鉄鋼連盟 2006 年度「鋼構造研究・教育助成事業」(一般研究助成)の支援を頂きました.ここに謝意を表します.

【参考文献】1)木村祥裕,小河利之,佐伯英一郎:製造方法の異なる冷間成形鋼管の局部座屈挙動,鋼構造論文集,第8巻,第29号,pp.27-34,2001年3月.2)葛漢彬,高聖彬,宇佐美勉,松村寿男:鋼製パイプ断面橋脚の繰返し弾塑性挙動に関する数値解析的研究,土木学会文集 No.577/ -41, pp.181-190,1997年10月.



(a)A9-P

(b)A7-P

図-3 水平荷重-水平変位関係

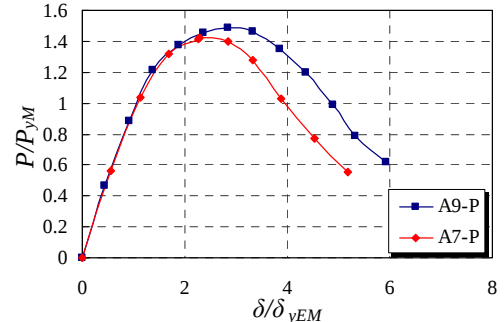


図-4 包絡線

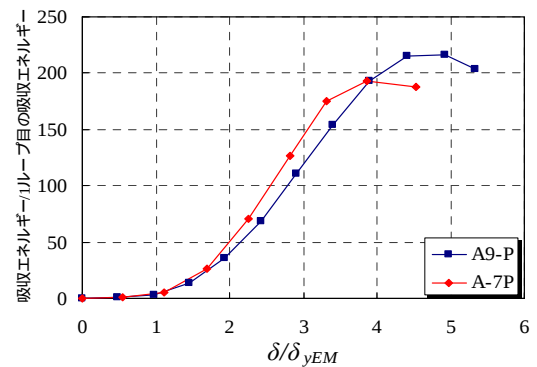


図-5 吸収エネルギー

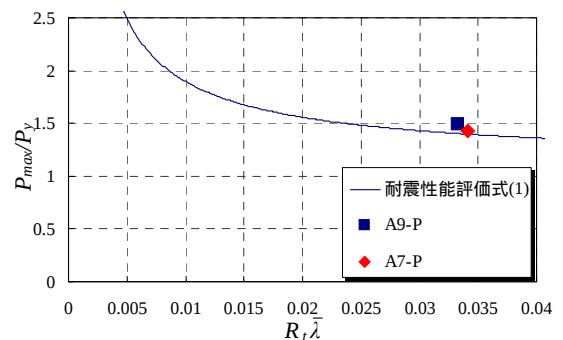


図-6 最大水平荷重

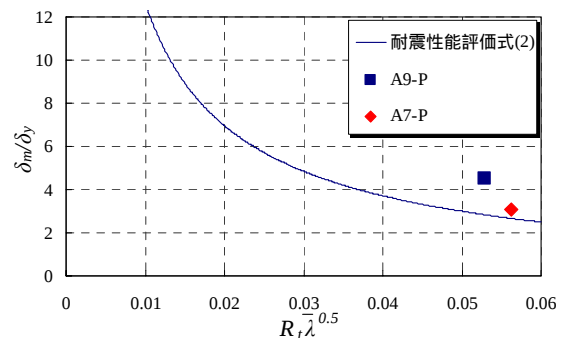


図-7 最大水平荷重時変位