

ジャケット式継手を有するコンクリート充填鋼管柱のじん性に関する研究

早稲田大学大学院 学生会員 〇水田 滋
早稲田大学大学院 学生会員 横田 敏広

早稲田大学大学院 学生会員 佐藤 雄亮
早稲田大学理工学部 フェロー 依田 照彦

1. はじめに

高速道路などで多用されている高架橋の橋脚は、大地震においても崩壊することなく道路機能を確保すべきとの観点から、強度と変形能が要求される部位の一つである。また一方、近年の耐震設計法の進歩によって、塑性化を許容するエネルギー吸収能に富んだ合成構造を橋脚の構造に採用する可能性が高まっている。このような現状に鑑み、修復可能な範囲に損傷を押さえることができ、すぐに修復できる次世代高性能橋脚の必要性に着目し、2段階で損傷を許容する修復の容易なハイブリッドラーメン橋脚を開発することを構想している¹⁾。今回実施した実験では、橋脚の柱部に注目し、ジャケット式継手構造を採用したコンクリート充填鋼管柱に対して載荷試験を行い、力学的挙動および破壊過程の解明を行う。なお、ジャケット式継手構造とは、鋼管どうしの接合部の溶接の代わりに、主部材となる円形鋼管の外径より小さい円形鋼管を内管として設置した後にコンクリートを充填し、円形鋼管を一体化させた構造である。

2. 実験概要

本実験では、図1に示す type1, type2 の2つの供試体を用いて二点曲げ載荷試験を行った。二つの供試体は内鋼管を除いてすべて同じ寸法である。内鋼管の寸法諸元については表1に示す。なお、図1斜線部は充填コンクリートを示し、その設計強度は 30N/mm² である。

表 1:内鋼管諸元

	内鋼管長 L1	内鋼管外径	内鋼管板厚
type1	800	267.4	5.8
type2	650	216.3	5.8

単位:mm

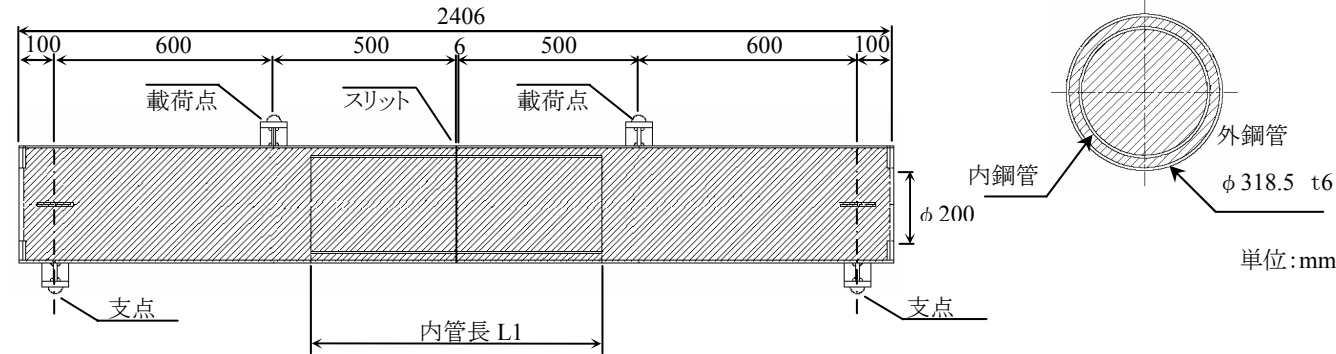


図 1 実験供試体図

載荷開始直前の供試体の状況を図2に示す。載荷点上に H 型鋼を対称となるように配置した。内鋼管、外鋼管ともに、スリット付近、内鋼管端部、その中間の 3 断面において、円周方向を八等分する箇所にひずみゲージを貼りひずみを測定した。また、併せてスリット付近における鉛直変位を測定した。

載荷方法は、type1 および type2 ともに単調載荷を3回繰り返すこととした。変位測定箇所における鉛直変位が 11mm, 22mm, 33mm の段階でそれぞれ除荷を行うこととした。この 11mm という値は、曲げ変形による供試体の傾斜が約 1%となる値である。

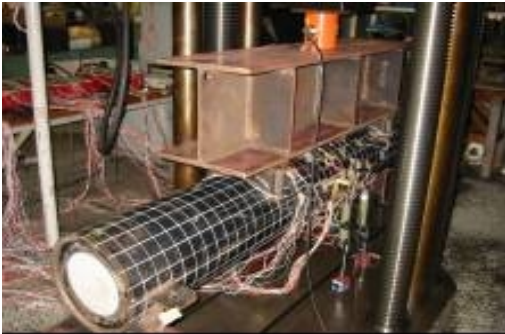


図 2 載荷状況写真

キーワード：合成構造，ジャケット式継手構造，コンクリート充填鋼管

連絡先 ：早稲田大学理工学部 〒169-8555 新宿区大久保 3-4-1 Tel&Fax 03-5286-3399

3. 実験結果

図3に荷重－変位関係を示す．どちらの供試体にも局部座屈による耐力低下は見られず，荷重は上昇し続けたまま載荷終了変位に到達していることから，コンクリートを充填したことによる座屈防止効果が現れているのがわかる．また，初期剛性，載荷終了変位時の荷重ともに type1 の方が大きいことから，type1 では内鋼管が大きいことによって耐力向上効果および曲げ剛性向上効果が得られている．

図4，図5に載荷終了時における管軸方向ひずみ断面内分布を示す．①は内鋼管端部の断面，②はスリット付近の断面内分布である．②スリット付近を見ると内鋼管下側において引張ひずみが卓越し，外鋼管下側においてはひずみがほとんど生じていない．これは，スリット付近のコンクリートが引張力を受け，ひび割れ破壊を起こすことで外鋼管との付着が無くなり，外鋼管の引張応力が開放され，内鋼管が負担していることを示している．また，type1 と type2 のスリット部では大きな差異は見られない．それに対し，①内鋼管端部付近では，type1 の外鋼管下側において引張ひずみが卓越しているのに対し，type2 ではその傾向はみられなかった．このことは，内鋼管の大きさによって内鋼管と外鋼管の力の分担程度が異なっていることを示している．内鋼管端部付近においては，内鋼管が大きい方がより力を伝達し，引張ひずみが大きくなっていることがわかる．

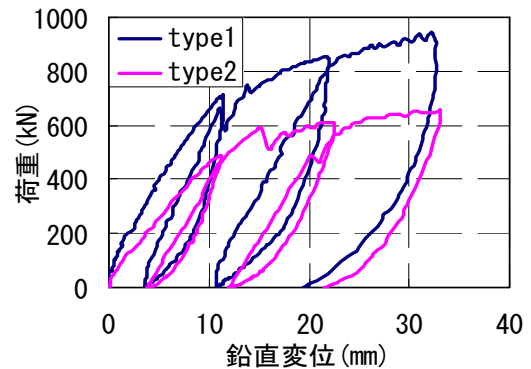
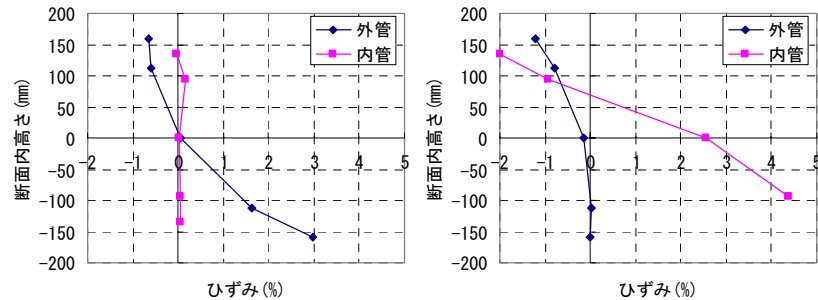


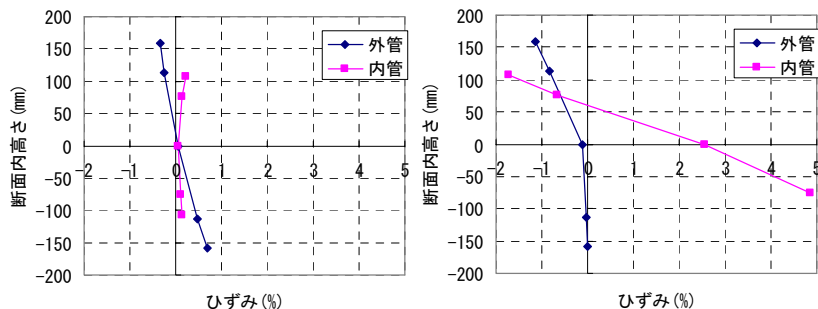
図3 荷重-鉛直変位関係



①内鋼管端部付近

②スリット付近

図4 type1 管軸方向ひずみ断面内分布



①内鋼管端部付近

②スリット付近

図5 type2 管軸方向ひずみ断面内分布

4. 結論

- ①ジャケット式継手構造における曲げ変形では，スリット近傍において外鋼管から内鋼管へ曲げモーメントが伝達され，内鋼管端部でその反力を受けることが分かった．
- ②ジャケット式継手構造は優れた変形性能と高い強度を持ち，損傷後の残留変位が小さいことから，修復性に優れていることが確認された．剛性および強度は継手部内鋼管の大きさに支配され，また，内鋼管径が大きい場合には，外鋼管における損傷箇所と損傷度が異なることが確認された．
- ③損傷過程を考慮すると，設計に際しては，降伏段階ではスリット近傍における内鋼管下端の管軸方向ひずみおよび外鋼管上端の円周方向ひずみに留意する必要がある．終局段階を考慮する際は，スリット近傍における内鋼管下端の管軸方向ひずみが非常に卓越し，支配的となる．終局段階では内鋼管径が大きい場合のみ，外鋼管の内鋼管端部近傍下側の管軸方向ひずみにも留意する必要がある．必要となる剛性と強度に合わせて，適切に内鋼管寸法（径と長さ）を選定し，損傷箇所を予め限定することが，損傷後の修復性向上に繋がる．
- ④以上の結論から，ジャケット式継手構造における耐力算定式および設計法を確立することが可能と考えられる．また，ジャケット式継手構造をラーメン橋脚に適用することにより，じん性と修復性に富んだ高性能橋脚を開発することが可能と考えられる．

5. 参考文献

- 1) 液化化・側方流動と強地震動に対する次世代高性能橋脚の開発 合成構造を用いた次世代高性能橋脚の開発（平成13年度報告書） 早稲田大学理工学部 2002.3