

CS-134

コンクリート充填鋼管部材の疲労特性に関する実験的研究

日本鉄道建設公団 正会員 保坂 鐵矢
 日本鉄道建設公団 正会員 堀地 紀行
 新日本製鐵 正会員 西海 健二
 早稲田大学 フェロー 依田 照彦

1. 緒言

鋼管主桁を連続桁に適用した場合、中間支点近傍の負曲げが卓越する領域では鋼管内にコンクリートを充填し、正曲げが作用する支間中央部ではRC床版と合成した非充填鋼管とすることが経済的と考えられる。これまでコンクリート充填鋼管の曲げ載荷試験などを実施した結果、コンクリート充填鋼管桁の終局耐力の算定を鋼管最外縁の降伏を基準に行うことは不経済であるばかりでなく、終局耐力の評価法としての誤差が大きいので、RC設計法に準拠した終局耐力の評価方法を考えている。しかし、鋼管桁を鉄道用橋梁に適用するためには列車走行の繰り返し載荷の影響を確認する必要がある。鋼管単体の疲労設計では鋼構造物の疲労設計に準拠するのが当然であるが、コンクリート充填鋼管部材としての疲労特性については必ずしも明確ではない。そこで、コンクリート充填鋼管部材の繰り返し荷重下の挙動の確認を目的に部材疲労試験を実施したので報告する。

2. 実験概要

支間35mの3径間連続桁橋の試設計の結果、鋼管主桁形状は直径132.0cm、板厚19～29mmとした。試験体は表1、図1に示す5体であるが、鋼管形状は試設計による主桁断面の1/3.5を想定し、全て直径355.6mm板厚6.4mm（径厚比55）の鋼管とした。鋼管の中には配合強度30N/mm²の軽量骨材コンクリートを充填したが、施工時のエアの混入およびブリージングの影響を考慮し、PF-1,2は密実にコンクリートを全充填した試験体とし、PF-3,4は圧縮側縁より20mm（充填率93.6%）空洞を設け、PF-5は引張側に20mm空洞を設けた。さらに、疲労履歴が終局耐力に及ぼす影響を確認するために、PF-2,4,5は疲労試験後に終局まで静的載荷したのに対しPF-1,3は静的載荷のみとした。

疲労試験の載荷サイクルは図2に示すように部分片振り試験である。下限値は死荷重レベル（鋼管引張縁の応力が220N/mm²）、上限値は活荷重レベル（鋼管引張側の応力300N/mm²）に達する荷重とし、PF-2試験体で鋼管のひずみをモニタリングしながら下限値を195kN、上限値を250kNに設定した。疲労試験は200万回まで実施したが、疲労履歴によるたわみ量、ひずみの変化を確認するために、1000回、1万回、それ以後は20万回毎に静的載荷を実施し計測を

表1 試験体

試験体名	鋼管	コンクリート	載荷方法
PF-1	$\phi 355.6.t6.4$	全充填	静的
PF-2		全充填	疲労
PF-3		圧縮側空洞	静的
PF-4		圧縮側空洞	疲労
PF-5		引張側空洞	静的

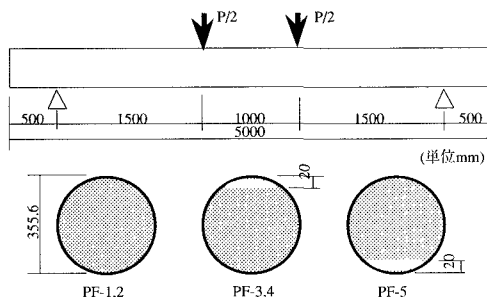


図1 試験体形状図

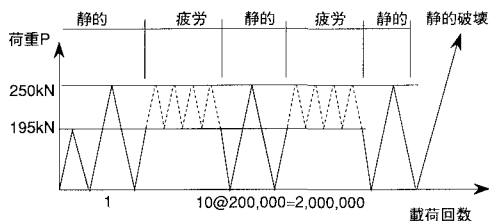


図2 載荷サイクル

キーワード：橋梁構造、コンクリート充填鋼管、合成構造、疲労

- 〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-14-2 Tel. 03-3506-1860 Fax 03-3506-1891
- 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄 1-6-14 Tel. 052-231-2855 Fax 052-231-0036
- 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 Tel. 0439-80-2198 Fax 0439-80-2746
- 〒169-0072 東京都新宿区大久保 3-4-1 Tel. 03-5286-3399 Fax 03-3200-2567

行った。200万回載荷後、終局耐力の確認を行うために、静的に最大荷重まで載荷を行った。

3. 試験結果

疲労試験を実施した3体の試験体の載荷回数と0kN時（残留）、250kN時のたわみ量の関係図を図3に示す。全充填試験体（PF-2）では、載荷回数に伴い残留たわみが増大している。250kN時のたわみ量も載荷回数に伴い増大しているが、そのほとんどが残留たわみによる影響であった。空洞による影響を比較すると、圧縮側未充填試験体（PF-4）がその他の試験体より大きい傾向にある。図4に載荷回数と鋼管の圧縮縁および引張縁の軸方向ひずみの関係図を示す。圧縮側未充填試験体（PF-4）では、全充填（PF-1）と比較して圧縮側・引張側ともに鋼管のひずみが大きくなっている。引張側未充填試験体（PF-5）では、引張側の鋼管ひずみのみが大きい傾向にあった。

疲労試験後の試験体および健全な試験体の静的載荷試験により得られた載荷荷重—たわみ量関係図5を示す。全充填試験体で静的載荷のみを行った試験体（PF-1）では、載荷荷重265kNで鋼管最外縁が降伏応力度に達し、350kNから次第に剛性が低下した。それ以後も徐々に荷重を増大し、鋼管の圧縮縁に局部座屈が生じたものの耐力低下は認められず、変位が200mmに達した時点で482kNを計測し、試験を終了した。その他の試験体においても荷重たわみ関係は同様な挙動を示し、耐力低下は認められなかった。各試験により計測された最大荷重を図中に示す。疲労履歴を受けることにより16~23kN低下し、空洞の存在により更に26~29kN低下したが、全充填試験体のRC設計法による終局耐力（410kN）は全て上回っており、活荷重レベル（250kN）の1.7~1.9倍の耐力を有していた。

4. まとめ

コンクリート充填鋼管の曲げ疲労試験を実施した結果、以下のことが確認できた。

- (1) コンクリート充填鋼管は疲労履歴によりたわみ量・ひずみともに増大するが、その影響は残留変形による影響が大きい。
- (2) 圧縮側に未充填部がある場合には、圧縮側・引張側ともに鋼管のひずみ量が大きくなり、引張側に未充填部がある場合には、引張側のひずみ量のみが大きくなる。
- (3) 充填鋼管の終局耐力は疲労履歴により5%、施工不良（空洞）により更に5%低下するが、全充填試験体を対象にRCの設計法を用いて求めた終局耐力を上回っていた。

参考文献

- 1) 保坂、中村、西海：鋼管桁の曲げ耐力およびRC床版とのずれ止めに関する実験的研究、構造工学論文集、Vol.43A, pp.1301-1312, 1997

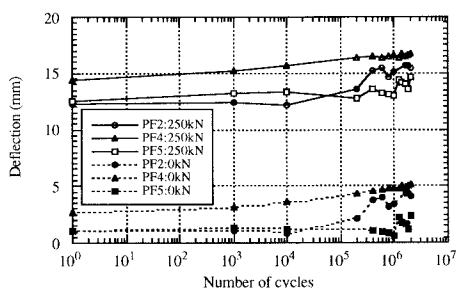
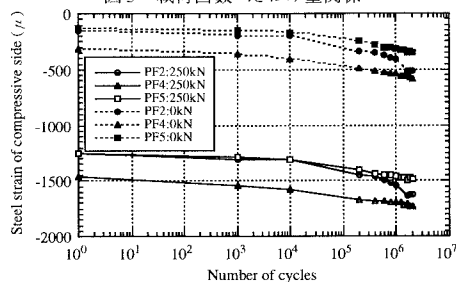
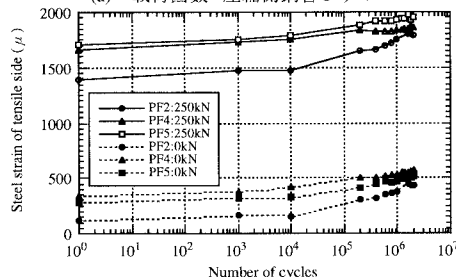


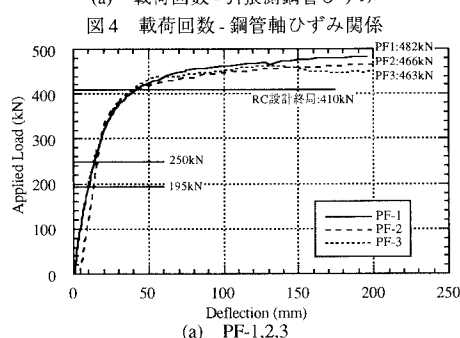
図3 載荷回数-たわみ量関係



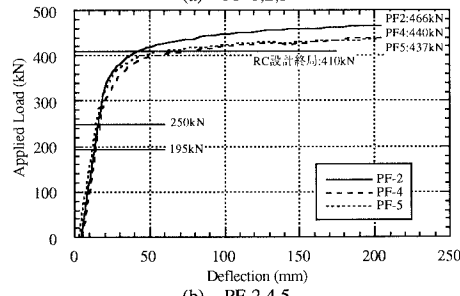
(a) 載荷回数-圧縮側鋼管ひずみ



(b) 載荷回数-引張側鋼管ひずみ



(a) PF-1,2,3



(b) PF-2,4,5

図5 静的載荷試験