

発生PCまくらぎの耐力評価

東海旅客鉄道(株) 正会員 ○前田 昌克
 東海旅客鉄道(株) 正会員 船田 智巳

1. はじめに

東海道新幹線に敷設されているPCまくらぎのうち、開業当初から敷設されているものが全体の約8割を占めている。PCまくらぎは敷設本数が大量にあるため、劣化が進行している場合には、一斉に更換時期を迎えることが懸念され、定期的にPCまくらぎの性能評価を行なうことが重要である。また、東海道新幹線に敷設されているPCまくらぎには様々な種類のものがあるため、製造方法による劣化の進行状態の差異を把握することも必要であると考えられる。

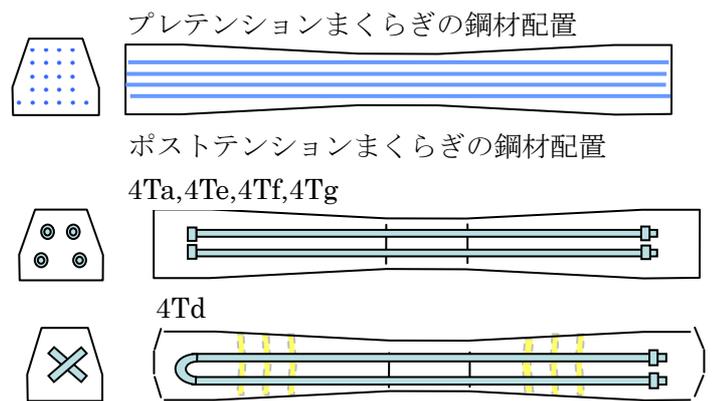
ここでは、供用後約40年を経過したPCまくらぎについて、まくらぎ種類別に曲げ試験および曲げ疲労試験を中心とした耐力評価を実施したので報告する。

2. PCまくらぎの種類

東海道新幹線敷設されているPCまくらぎの種類を表1に示す。

表1：開業当時に敷設されたPCまくらぎの種類

種類	形式	PC鋼材種類
3Ta	プレテンション	2本より鋼線 22本
3Tb	プレテンション	異形鋼線 20本
4Ta	ポストテンション	両端ねじ鋼棒 4本
4Td	ポストテンション	ヘアピン鋼棒 2本
4Te	ポストテンション	両端ねじ鋼棒 4本
4Tf	ポストテンション	頭つき鋼棒 4本
4Tg	ポストテンション	頭つき鋼棒 4本



3. 試験方法および試験結果

耐力評価試験では曲げ破壊試験、残留プレストレス確認試験および疲労試験を実施した。使用するPCまくらぎは東海道新幹線で不良更換により発生したものを使用した。

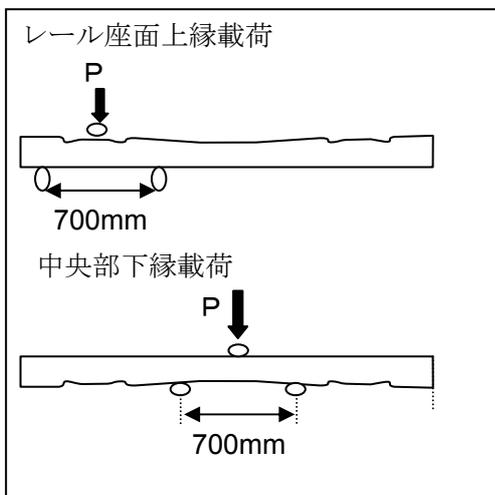


図1 曲げ破壊試験

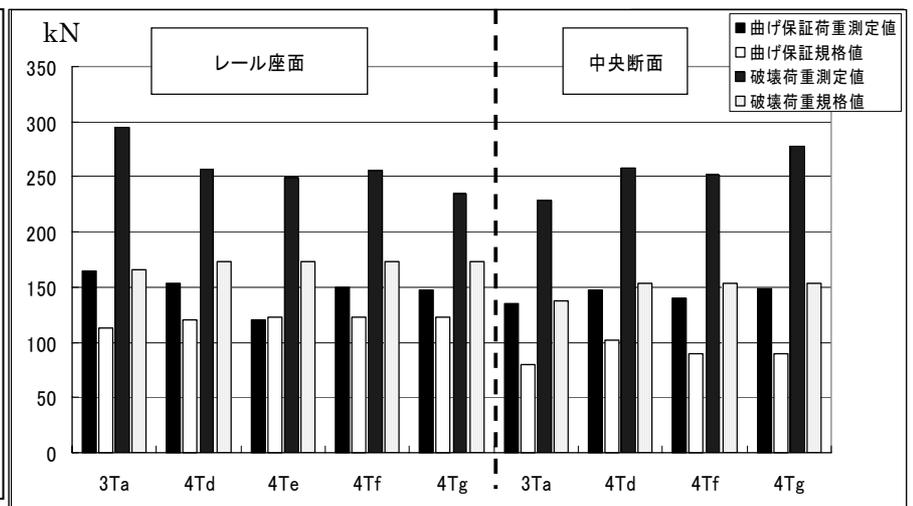


図2 曲げ破壊試験結果

キーワード PCまくらぎ 耐力 曲げ破壊 残留プレストレス 疲労

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 東海旅客鉄道株式会社 技術開発部 TEL 0568-47-5380

(1) 曲げ破壊試験

「JIS E 1201 プレテンションPCまくらぎ」および「JIS E1202 ポストテンションPCまくらぎ」の曲げ破壊試験の試験方法に従いまくらぎのレール座面上縁および中央部の下縁より荷重を載荷し（図1）曲げ保証荷重および曲げ破壊荷重を測定した。試験の結果、ほとんどのPCまくらぎは曲げ保証荷重および曲げ破壊荷重ともレール座面および中央断面で規格値を満足しており（図2）曲げ耐力の面では問題ないと判断できる。4Teまくらぎのみわずかにレール座面下縁で規格値を下回っている。

(2) 残留プレストレス試験

PCまくらぎのプレストレスを開放し、PC鋼棒のひずみの変化量から残留プレストレスを測定した（写真1）。プレテンション式の場合、「測定値/設計値」の値が平均0.95~0.99で十分な残留プレストレスを有しているものと考えられる。ポストテンション式の場合、「測定値/設計値」の値が0.82~1.03であった。最も低い値である4Teまくらぎについては「測定値/設計値」の値が0.82と他の種類に比較し相当小さい値であった。同じ種類のまくらぎの曲げ試験結果において、曲げ保証荷重が規格値を下回っていることから、他の供試体と比べて経年によるプレストレスの低下が大きいと考えられ、今後さらなる精査を加える必要がある。



写真1：プレストレス解放後の3Taまくらぎ

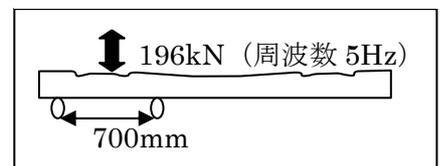


図3：疲労試験

(3) 疲労試験

疲労試験は、既往の研究における設定荷重を参考に最大196kN、最低7kNの繰返し荷重を200~500万回載荷した（図3）。試験の供試体はプレテンション2本、ポストテンション各種類1-2本、計11本である。試験の結果、11本中9本については破壊に至らなかったが2本については破壊に至った。破壊したPCまくらぎについて、3Taまくらぎ1本が117万回で鋼線の破断（写真2）、4Tgまくらぎ1本が約100万回で荷重載荷部の圧壊によるものであった。開業後7年目のプレテンションまくらぎの疲労試験で求めたS-N線図¹⁾（図4）上に今回の試験結果を照合すると、プレテンションまくらぎはS-N線図付近にプロットされ、繰返し荷重の載荷による機能の低下は認められなかった。ポストテンションまくらぎについてもS-N線図付近にプロットされプレテンションまくらぎと同等な曲げ疲労特性を有していると判断される。

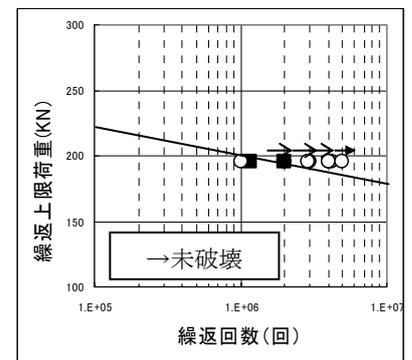


図4：疲労試験結果

〔 プレテンション ■ 〕
〔 ポストテンション ○ 〕

4. おわりに

破壊が生じた一部のまくらぎについては、その破壊形態により急激な寿命短縮につながる可能性もあるため、詳細な検討を行い、PCまくらぎの余寿命推定を行うことが課題である。また、PCまくらぎの更替理由として埋込栓不良、端部欠損などがあり、必要なトルクの確保、軌間保持に着目した評価も必要と考えている。

最後に、耐力確認試験にご協力下さったジェイアール東海コンサルタンツ(株)、東海コンクリート工業(株)および金沢工業大学の諸氏に厚く御礼申し上げます。



写真2：疲労試験後の3Taの破断状態

【参考文献】1) 「PCまくらぎの耐久寿命の研究報告書」 社団法人 日本鉄道施設協会 1987年1月