

IV-266 プレテンション式まくらぎにおけるAEコンクリートの適用に関する研究

（財）鉄道総合技術研究所 ○ 正会員 奥田広之
 （財）鉄道総合技術研究所 正会員 涌井 一
 オリエンタルコンクリート（株） 岩崎岩雄

1. まえがき

寒冷地で使用するコンクリートまくらぎには、凍害を受けにくいAEコンクリートを採用する必要がある。しかし、プレテンション方式にAEコンクリートを用いると、その微細な空気泡によりPC鋼より線とコンクリートとの付着性能が低下することが懸念されたため、我が国ではこれまで寒冷地用としては全てポストテンション方式のまくらぎが使用されてきた。

（財）鉄道総合技術研究所では、コンクリートまくらぎの限界状態設計法の研究を行っており、その過程の中で、実際の軌道において車輪フラット等によりまくらぎが受ける過酷な荷重環境を促進的に再現できる落錐衝撃疲労試験を提案している。この試験方法を用いて、プレテンション方式にAEコンクリートを採用することの適否と、あわせて、スターラップの本数を大幅に省略することの可否について検討した。

2. 試験概要

JRの在来線において標準的に用いられているプレテンション方式の3号まくらぎ（図1）を対象にして、表1の配合からなるAEコンクリートを使用してまくらぎを試作した。

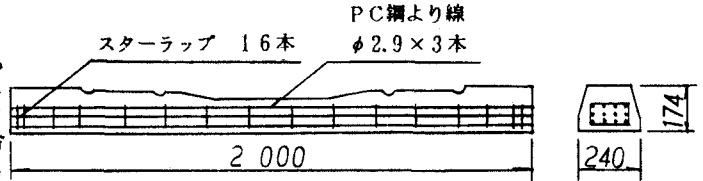


図1 3号まくらぎ（プレテンション方式）

表1 AEコンクリートの配合表

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランパ の幅 (cm)	空気量 の 割合 (%)	水・セメ ント比 w/c (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kgf/m ³)				
					水 セメント 細骨材			粗 骨 材	
					W	C	S	13~20mm	5~13mm
20	6±1.5	4.5±1	34	40	154	453	683	526	524

スターラップは、3号の規格通りに16本を配置したものと、これから中間部のスターラップを省略して端部に各2本のみ配置したもの、の2種類とした。これらの供試体について以下に示す同一の試験を行い比較した。

(1)衝撃破壊試験 図2に示すように、供試体をレール座面を中心に600mmの支間で支持し、重錘（質量62kg、φ200×265mm）の落下高さを10cmピッチで上げていき、試験機能力一杯の最高310cmに至る衝撃破壊試験を行った。レール座面の衝撃箇所には、衝撃力の作用時間を調節するため、ゴム製軌道パッドを挿入した。これにより、まくらぎに加わる曲げモーメントとして作用時間3ms程度の三角状パルスを生じさせることができ、実際の軌道で車輪フラットが直撃した場合を想定して、モーメント分布と載荷速度において近似的な負荷を与えることが出来る。

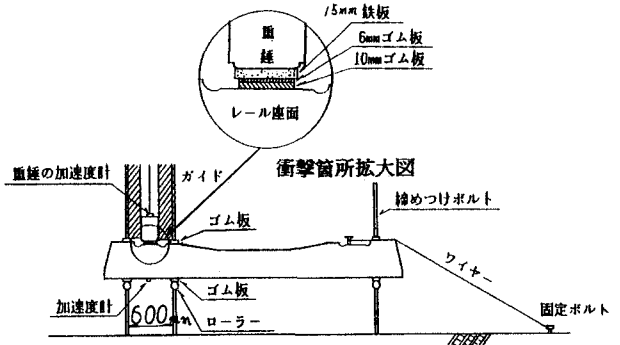


図2 落錐衝撃試験

(2)衝撃疲労試験 促進試験とする意味合いと、比較対象である従来形の3号（普通コンクリートを使用）に対して既に行った試験と条件を合わせるため、実際よりもやや厳しい条件として設計で想定している負荷の約3倍を目指して、レール座面上縁の曲げひずみがピークで600μとなるよう設定して、衝撃疲労試

験を行った。衝撃疲労の回数は従来形の3号に対する試験にあわせて17000回とした。

3. 試験結果

スターラップの違いにより試験結果には有意な差は全く認められなかったため、ここでは条件のより厳しいスターラップ省略形の結果について述べる。

(1)衝撃破壊試験 初ひびわれは、落下高さ70cmの時にレール座面中央付近の下縁に生じた。この時点でレール座面下縁には導入有効プレストレスの2倍以上に相当する 400μ を超える曲げひずみが生じており、ひびわれが発生するのは当然である。この曲げひびわれは最終的にはまくらぎ高さの中段まで進展したが、ひびわれ幅は最大でも0.01mm程度に過ぎなかった。

レール座面上縁の曲げひずみは、落下高さ80cmで約 600μ に達した。また、最大値としては、落下高さ310cmで 1600μ に達した。設計では約 200μ を最大と想定していることと比べると極めて過酷な試験条件と言えるが、このような状態に対してもまくらぎ端面におけるPC鋼より線のすべり込みは全く認められないことから、設計荷重を大きく上回る著大異常荷重が作用することがあっても、十分な力学性能を発揮することが期待できる。

(2)衝撃疲労試験 17000回の衝撃疲労試験終了後のひびわれ状況を図3に示す。レール座面下縁に生じた曲げひびわれはあまり上方には伸びず、むしろ水平方向に進展した。また、衝撃载荷の特徴として、正の曲げに引き続いて負の曲げが作用するため、レール座面上縁からも曲げひびわれが発生した。このひびわれは、まくらぎ中段まで下降した後、水平方向に進展した。

下縁の主要曲げひびわれについて、コンタクトゲージを用いて測定した残留ひびわれ幅の推移を図4に示す。残留ひびわれ幅が衝撃回数とともに増加する一定の傾向はほとんど認められないこと、また揮発液の塗布により初めて痕跡が分かる程度のものであることから、ひびわれは完全に閉じていると判断された。また、まくらぎ端面におけるPC鋼より線のすべり込みは、全く認められなかった。

4. 結論

JRの在来線で標準的に使用されているアテンション方式の3号まくらぎを基に、AEコンクリート(空気量4.5%)を適用して寒冷地用として試作した3号まくらぎ(スターラップ在来形と省略形)について、実際の軌道で想定しうる過酷な荷重環境を模擬した衝撃破壊試験と衝撃疲労試験を行った。損傷程度は過去に同一の試験条件で行った普通コンクリート使用の3号まくらぎの結果(未発表)

と全くと言ってよいほど同じであり、極めて過酷な試験条件であるにもかかわらず、まくらぎ端面におけるPC鋼線のすべり込みも生じていないことから、AEコンクリートを採用したこと、ならびにスターラップを大幅に省略したことは、少なくともPC鋼線の付着性能に悪影響を及ぼすことは無いと結論できる。

なお、この試験方法の拠り所となるコンクリートまくらぎの作用荷重と衝撃挙動については、研究のとりまとめ中であり、機会を改めて報告する予定である。

(参考文献) 涌井、井上、奥田: 車輪フラットの衝撃作用とPCマクラギの著大ひずみ

土木学会第42回年次学術講演会概要集Ⅳ(1987.9)

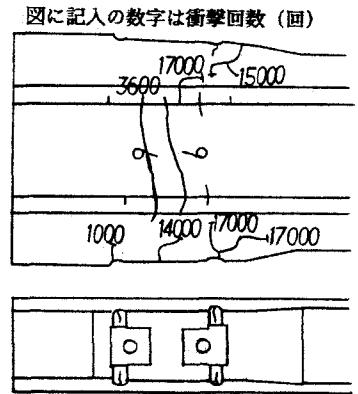


図3 衝撃疲労試験後のひびわれ状況
(スターラップ省略形)

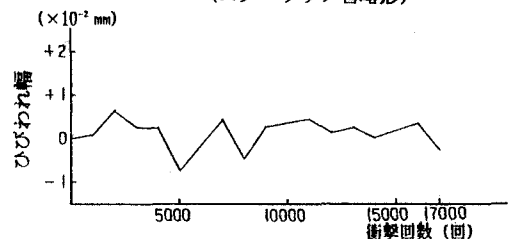


図4 衝撃疲労試験による残留ひびわれ幅の推移
(スターラップ省略形)