三線ＰＣまくらぎおよび三線ＰＣまくらぎ用レール締結装置の開発

（財）鉄道総合技術研究所　正会員　○大塚　孝
（財）鉄道総合技術研究所　正会員　高橋　貴蔵
（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構　村田　信之
（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構　羽賀　修

１．はじめに

北海道新幹線で新幹線と在来線が共用する区間における、図１に示すような有道床区間において敷設すること想定した、三線ＰＣまくらぎおよび三線ＰＣまくらぎ用レール締結装置を開発した。開発にあたり、設計･試作および各種性能試験を行った。その概要を以下に示す。

図１敷設想定箇所

２．基本構想

開発した三線ＰＣまくらぎおよび三線ＰＣまくらぎ用レール締結装置の基本構想を以下に示す。

(1) 弾性ＰＣまくらぎとする。
(2) 三線軌道特有の偏軸力ロングレールに適応したまくらぎ抵抗力を確保する。
(3) 電気絶縁性を重視するため、絶縁板、埋込栓を使用する。
(4) 締結装置はタイプレートおよび板ばね方式とし、青函トンネル用のレール締結装置を基本とする。
(5) 将来の直結軌道化を考慮し、高低，左右調整量を付加する。

３．三線ＰＣまくらぎの開発

(1) 設計条件

本ＰＣまくらぎを設計するにあたり、表１に示す設計荷重を用い、新幹線および在来線のレール下および軌間中央の設計断面における応力度が許容応力度以下になるように設計した[1)]。

表１　設計荷重（単位：kN）

項　　目	標準軌	狭軌
レール圧力	102.0	90.0
レール横圧（偶発時）	45.0	45.0
レール横圧（常時）	22.5	22.5

(2) 設計・試作

本ＰＣまくらぎの構造は、断面形状が上縁幅 320㎜、下縁幅 340㎜、高さ 190㎜ の一様な断面で、長さ 2400㎜ のプレテンション式ＰＣまくらぎとした。概略を図 2，図 3 に示す。まくらぎ断面へのプレストレス導入はφ2.9㎜ 3 本のＰＣ鋼線 20 本を使用し、フルプレストレスとした。

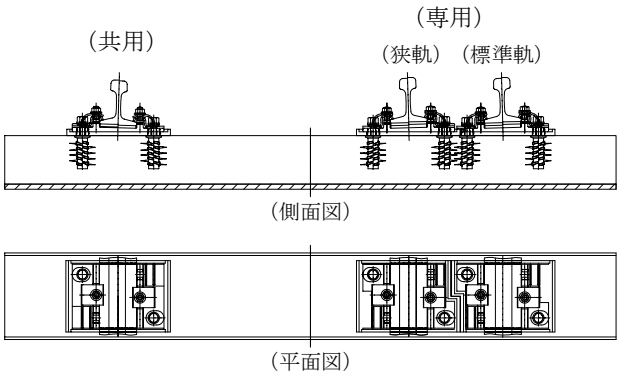


図２　三線ＰＣまくらぎ組立図

(3) 性能試験結果

曲げ載荷試験を JIS E 1201 に準じて行った結果、試験保証荷重は設計曲げ保証荷重の 1.6～1.9 倍の範囲にあり、試験破壊荷重は設計曲げ破壊荷重の 1.9～2.3 倍の範囲にあることを確認し、また、埋込栓引抜試験を JIS E 1201 に準じて行った結果、試験保証荷重は引抜保証荷重の 2.3～2.6 倍の範囲にあり、試験破壊荷重は引抜破壊荷重の 2.1～2.4 倍の範囲にあることを確認し、十分な耐力があることを確認した。

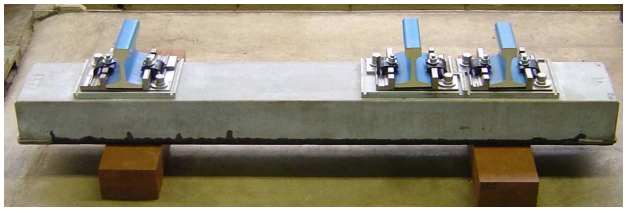


図３　３線ＰＣまくらぎ

キーワード　三線ＰＣまくらぎ，弾性まくらぎ，レール締結装置，高低調整量
連絡先　〒185-8540　東京都国分寺市光町 2-8-38　TEL042-573-7275　FAX042-573-7432

３．レール締結装置の開発

(1) 設計条件

本レール締結装置は新幹線で使用されるため、設計軸重は 170kN とした。この場合の新幹線用締結装置の設計荷重は、表 2 に示すとおりである。また、具体的な設計条件を表 3 に示す。

表 2　設計荷重

荷重種別	輪　　重	横　　圧
A 荷 重 (極大荷重)	170kN×1/2×1.3 ≒ 111kN	170kN×1/2×0.8 ≒ 68kN
B 荷 重 (最大荷重)	170kN×1/2×1.15 ≒ 98kN	170kN×1/2×0.4 ≒ 34kN

(2) 設計・試作

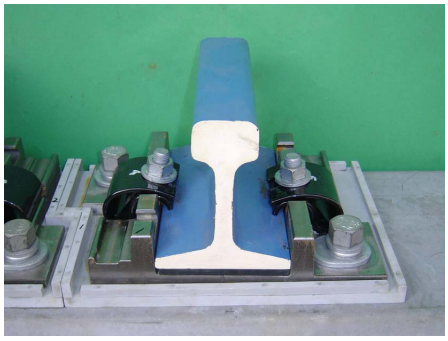
青函トンネル用のレール締結装置を基に、レール上下方向の最大高低調整量を 30mm とするため、0～15mm、15～30mm の２種類の調整量に対応した２箇所の締結位置とし、また、板ばねは、急曲線区間ＰＣまくらぎ用レール締結装置を基本とした（図 4、図 5)。

表 3　設計条件

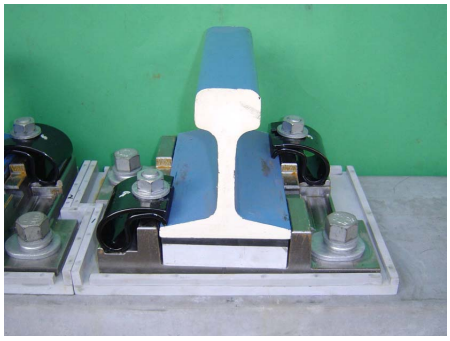
項　　目	条　　件
レ　ー　ル	60kg レール
線　　形	直線および曲線
ま く ら ぎ	三線ＰＣまくらぎ
軌 道 パ ッ ド	60MN/m
まくらぎ間隔	43 本/25m
ふく進抵抗力	10kN/組以上
高 低 調 整 量	0～15mm, 15～30mm
左 右 調 整 量	−10～+10mm

(3) 性能確認試験

組立試験の結果、組立状態は良好であり、調整機能に関しては基本仕様の通りであった。レールふく進抵抗試験の結果、締結ボルト緊締トルク 80N･m で設計条件を満たすレールふく進抵抗を有し、締結ボルト適正緊締トルクは 80N･m とした。斜角載荷試験の結果から算出したレールの頭部左右変位は許容量 5.2mm[2)] の限度以下であった。また、板ばねの最大主応力をばね鋼の耐久限度線図を用いて照査した結果、第 1 破壊限度および第 1 へたり限度内であり、耐久性上問題がないことを確認した。２軸疲労試験の結果、目標とした繰り返し回数 100 万回を終了し、十分な耐久性を確認した。電気絶縁抵抗試験の結果、汚損を想定した食塩水 0.1%散布で、十分な電気絶縁抵抗値であった。以上性能試験の結果、本レール締結装置の敷設想定区間への適用に問題ないことを確認した。

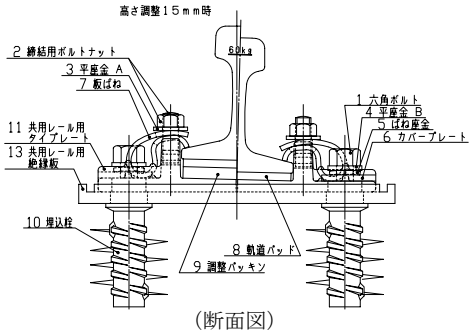


(a) 高低調整量 0～15mm

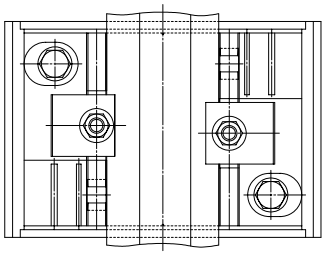


(b) 高低調整量 15～30mm

図 4　三線ＰＣまくらぎ用レール締結装置（専用レール，標準軌）



(断面図)



(平面図)

図 5　組立図 (高低調整量 0～15mm)

４．おわりに

北海道新幹線で新幹線と在来線が共用する区間における、有道床区間で敷設することを想定した三線ＰＣまくらぎおよび三線ＰＣまくらぎ用レール締結装置について、設計・試作した各供試体を用いて各種性能試験を行った結果、十分な強度、耐久性および電気絶縁抵抗が確認でき、現場への敷設に問題ないことを確認した。

＜参考文献＞

１）　宮本俊光、渡辺偕年：「線路−軌道の設計・管理−」、山海堂、1990.11

２）　長藤他：「防振形レール締結装置の開発」、鉄道総研報告、鉄道総合技術研究所、1995.12