

分岐器用PCまくらぎ

生産本部 和歌山事業所



図1 製品敷設状態 (横浜事業所構内三線式分岐器のポイントより前方部分)

1 はじめに

1つの軌道を2つ以上に分ける装置である分岐器では従来、まくらぎには木が広く使われてきた。分岐器は構造上、まくらぎ長が様々となり、場所によってまくらぎに対するレールの位置もまちまちとなるが、木まくらぎはタイプレートなどの締結装置位置に合わせて下穴をあけ締結することが容易で、様々な長さにも対応しやすい。

しかし木は腐朽劣化や反りなど耐久性が劣ること、また特に最近では木材資源枯渇も相まって、木の使い勝手はそのまま、半永久的な寿命を持つ合成まくらぎ（ガラス長繊維強化ウレタン発泡体）が現在は主流となってきている。

木・合成いずれも比較的軽量で扱いやすく施工性も良い一方、バラスト道床の場合は軌道狂いが生じやすい欠点がある。そこで近年、この欠点克服を目的に新しい分

岐器用まくらぎがいくつか開発され、普及しつつある。

そこで当社でも軌道狂い抑制によるライフサイクルコスト低減を狙い、新たな分岐器用PCまくらぎを開発したので、これを紹介する。

2 開発の経緯

2.1 まくらぎ形態の検討

近年出現している新しい分岐器用まくらぎは素材・形態とも様々であるが、当社としてはPCまくらぎとすることとした。その主な理由を以下に記す。

- (1) 一般軌道部でも最も普及しており、絶縁性も含めた信頼性や耐久性は高い。
- (2) 軌道狂い抑制効果は十分実証されている。
- (3) 重量が大きく（木の3.5～4倍）取り扱いに難はあるが、形態の工夫によりある程度改善は図れる。
- (4) 費用対効果の面で有利となる可能性が高い。

まくらぎへの床板類の締結は、スラブやラダーマクラギで実績のある直結8K形締結方式とした。特にラダーマクラギでは急曲線用や伸縮継目用にも使われており、横圧に対する強度は問題なく、緩みも出にくいとされている。またこの方式はまくらぎ上面をフラットにできるため、まくらぎの取り扱いがしやすくなる利点もある。



図2 直結8K形埋込栓

2. 2 形状の検討

前項記載の特徴も生かし、まくらぎは全体にわたり同一断面とする方針とした。しかし分岐器では長尺品も要し、相当な重量となる。よって少しでも軽くするため、断面を極力小さくする方向で検討した。

最終的に、まくらぎ幅方向の埋込栓間隔は実績のある中で最狭の85mmとし、かつまくらぎ間隔を最大650mmとして検討した結果、断面寸法は上面幅260mm、下面幅270mm、高さ200mmとすることに決定した。

2. 3 埋込栓部性能確認試験

決定した埋込栓間隔とまくらぎ幅で実際に試験体を製作し、2通りの性能確認試験を実施した。



図3 締結確認試験

一つは締結確認試験で、床板に模した板を試験体に所定トルク (350N・m) で締結し、ひび割れその他の変状が生じないか確認した。PCまくらぎ導入軸力相当の軸力載荷の有無、締結ボルトねじ部へのオイル塗布の有無の組合せで試験を実施したが、いずれも変状は確認されなかった。

二つ目の埋込栓引抜き強度確認試験は軸力載荷後、引抜き荷重を徐々に加えていき、破壊荷重を確認するものである。本試験におけるひび割れ保証荷重は50kN以上、破壊荷重は70kN以上と規定されている。

試験の結果、50kN時点でひび割れが生じていないこと、また破壊荷重も規定値を十分な余裕を持ってクリアできることが確認された。



図4 引抜き強度確認試験

2. 4 まくらぎ応力解析

性能確認試験で想定形状に問題無いことが確認できたことから、次に作成した分岐器モデル図面に基づき、まくらぎの応力解析を実施した。モデル図面は負荷が大きくなるよう、まくらぎ間隔は極力広い設定とし、図中のまくらぎ全てに対し、列車が基準線側・分岐線側を走行する際それぞれについて解析計算を実施した。設定軸重160kN (輪重80kN)、路盤ばね係数 K_{30} は70MN/m³、レールは50Nとした。

解析の結果、正曲げモーメントはリード中央部、負曲げモーメントは最後端部のまくらぎで、それぞれ最大値が生じることが判明したが、算出されたモーメント値を用いて使用性・安全性に対する性能照査を行った結果、いずれも要求性能を満足することが確認できた。

2. 5 まくらぎ製作方法

分岐器用PCまくらぎは多品種少量生産となるため、ポストテンション方式を前提に製作方法を検討した。

PCまくらぎ製作に要する型枠は通常、品形ごとに必要となるが、多種少量生産となるので型枠費の負担が大きくなってしまおうと共に、型枠自体の保管・管理も問題となる。そこで、全体が同一断面という特徴を生かして、型枠数を極力減らす方策を検討した。

まず埋込栓は、あらかじめ長手方向50mmごとに埋込栓取付可能位置を型枠に設定しておき、その中から床板類の場所・形状に応じて選択した位置のみ、まくらぎ製作時に埋込栓を設ける方式とした。これにより一つの型枠で様々な締結位置とすることが可能になると共に、床板類も無駄に大きくなりすぎずに済ませることができる。

また埋込栓取付可能位置をまくらぎ長に関わらず基準となる端面からの位置を揃えたこともあり、型枠の片端部仕切を可動式にすることとした。これにより複数長のまくらぎが同じ型枠で製作でき、一つだけで全て賄うことも可能となった。ただし製作上の都合や使用頻度も勘案し、まくらぎ長2800mm以下とそれ以上用の二つに分けることとした。

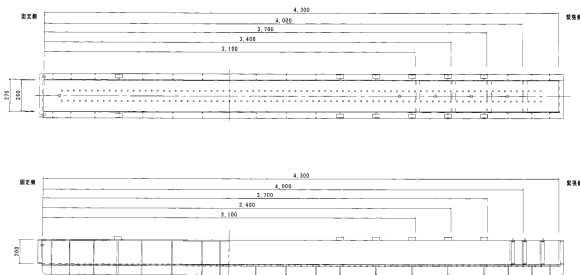


図5 型枠イメージ図

として実際にまくらぎ製作を行い、製造上や品質上で問題は無いことを検証することとした。製作に用いる型枠は、予測される使用頻度や諸般の事情等も勘案し、ひとまず2800mm以下用のみの準備とした。

ちょうどその頃、当社横浜事業所構内に敷設されている三線式分岐器を置き換え、線形改良する必要が生じた。そこで製作を要する分岐器のうち1組にこのPCまくらぎを適用することで、実際の使用上においてもこのまくらぎが問題無いか、確認することとした。ちなみにこの分岐器では他にも、いくつかの試作的要素を盛り込んだ、いわばモデル的な分岐器として製作を行っている。

PCまくらぎの適用範囲は、分岐器のポイント後端部から前側とした。これに要するまくらぎは長さ2500mm、2800mmの2種合計16本であるが、今回の型枠で製作できる4種もの長さ全てを製作確認する意味も含め、2000mm、2200mm各1本もあわせて作ることにしたため、合計で4種18本の製作となった。

今回の場合、同一長さでも埋込栓位置が様々なまくらぎを作ることになる。よってまくらぎ毎の埋込栓位置指示のため、別途まくらぎ製作図を作成することとした。

PCまくらぎ 製作図

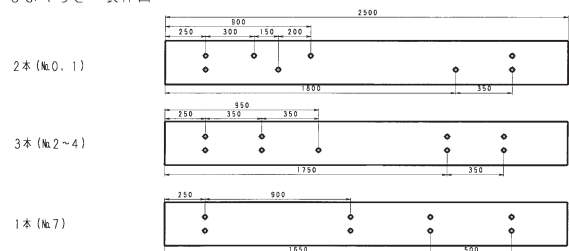


図7 PCまくらぎ製作図例

3 横浜事業所構内への敷設

3.1 PCまくらぎの実製作

これまでの様々な検討や試験などを踏まえ、次の段階

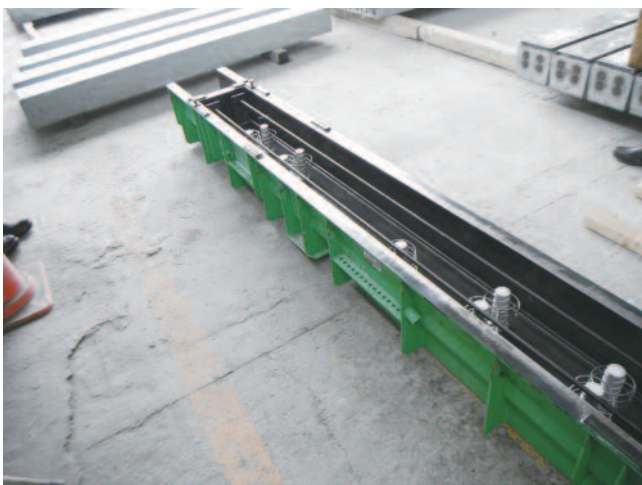


図6 製作したまくらぎ型枠



図8 PCまくらぎ先行製作品

も良好で特に問題は無かったことから、そのまま継続して残りの製作を実施した。

3.2 PCまくらぎ使用三線式分岐器の製作

前述の通り今回製作する分岐器では、ポイント後端大床板から前の部分で、今回用意した型枠で製作可能なまくらぎ長2800mm以下の箇所、PCまくらぎを適用する計画で設計を行った。

床板類は作りやすさに配慮し、レールに対し直角敷設を原則とした。これにより、床板類の締結穴位置は埋込栓位置に応じて使用箇所により変わるものの、それ以外の部分は位置関係を一定とできる。締結穴は丸穴であるが、直結8K形締結方式のタイプレート等で標準的な長円穴の場合と同等以上の締結力となる範囲内で穴径を大きくし、位置調整代とした。

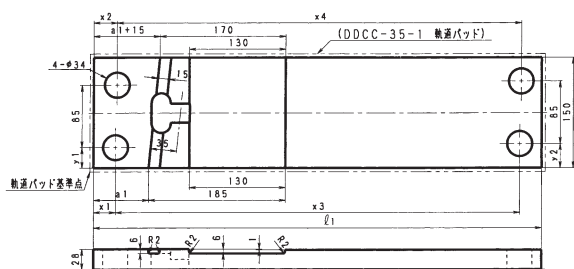


図9 床板図面例

床板類その他の部材製作では特に問題は生じなかったが、分岐器組立においてPCまくらぎは従来品と重量が全く異なる等、取扱いに注意を要する点があり、これらがどの程度作業に影響するか若干懸念があった。しかし実際は確かに作業時間は掛かったものの、事前予測から大きく乖離しない範囲であり、組立後の検査やばらし、横浜事業所への運搬も含めて大きな問題は生じなかった。



図10 分岐器の組立

3.3 分岐器の敷設作業

現地での敷設作業でも重量による作業性の問題が想定された。実際、人力ではまくらぎ位置の調整も困難で、山越し器を用いての作業となったが、それ以外はおおむね順調に作業は完了した。



図11 敷設作業状況

4 敷設後の検証

敷設施工後は、初期状態の把握として現地での状態確認を行っている。

特にPCまくらぎに関係する部分としては、軌間・水準・通り・密着状態などを確認した。あくまで社内の試走線で車両通過数も比較的少なく、変化は生じ難いと考えられるが、他の試作的要素部分も含めて、今後定期的に状態確認を行っていく予定である。

5 おわりに

今回、実際に分岐器製作・敷設まで実施したことにより、開発した分岐器用PCまくらぎについて、コスト面を含めた様々な部分を確認することができた。また三線式分岐器に適用したことにより、このような複雑な分岐器でも使えることが証明できたと考える。

今後は実際の鉄道会社線における早期の敷設を実現させ、将来に繋げていく所存である。

(三木啓太郎 記)