

IV-42 コンクリート縦まぐら木について

京都大学 正員 小林 勇
 大阪市立大学 正員 岡部 二郎
 近畿日本鉄道 正員 ○柳瀬 珠郎
 同 上 正員 高 端 宏 直

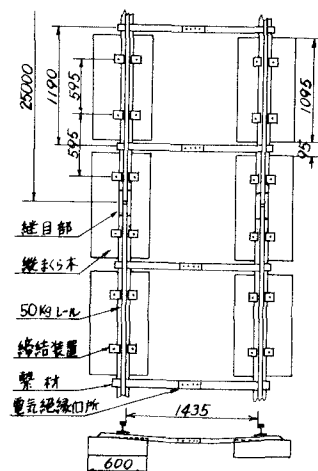
1. まえがき

近年急激に増大しつつある輸送需要に対処し、各社とそ種々の方策をもって軌道強化を実施している。近畿日鉄大阪線の大阪近郊部においては年間通過トン数約1,700万t余、1日の列車回数も462回に及び、かつこれらは年々増加の傾向にある。その対策として道床強化・重レール化等を行なってきたが、さうにまぐら木強化策として今回コンクリート縦まぐら木を試作し、35年1月末長瀬・弥刀間に225m、計378本の現地敷設を完了した。これに関連して実施した現地並びに室内試験の概要を報告する。

2. 試作まぐら木の概要

まぐら木本体は図-1のごとく110cm×60cm×17cmのRC造2支承形式とし、レール支承面には1/40の傾斜を付し、なおレール中心線はまぐら木中心線より内方へ36mm偏心せしめた。重量は約300kgとなった。両側まぐら木の繋材には山形鋼を用い、中央部に絶縁材を挿入し、両端は押え金具によってレールに締結した。レール継目はまぐら木両支承点間の中央に配し、継目板の両端は一部切断してレール締結に支障なきようにした。レール締結は価格の安よりして特殊のものとせず、現在一般化されている興和型のPCまぐら木用弾性締結を採用した。本形式まぐら木の特色として次のことが考えられる。1) PCまぐら木に比し製作・材料費が低廉となる、2) 2点支承のため1車輪載荷となりまぐら木の曲げモーメント小さく鉄筋量を減じ、また両支承点の高低もとり易く製作が容易となる、3) 重量は比較的小さく人力による小運搬が可能である、4) 底部面積は締結部およびレールに異常をきたさない程度に大きく、まぐら木沈下・道床圧力・道床振動が小となり道床の劣化を防ぐ、5) まぐら木幅大なるため小返りが少ない、6) 縦まぐら木のため張出し抵抗が大きい。

図-1. 縦まぐら木一般図 単位mm.



3. まぐら木的设计

下記の設計条件のもとに曲げに対して、支承点部および中央部の断面寸法を決定した。なおその底面反力は適宜分布を仮定した場合と弾性床土上の梁とした場合とを比較検討した。締結装置については小返りを生じた場合にも締結力が残るうようにした。設計条件-1) 輸荷重：8.9t (1200型車両、定員3倍乗車)に衝撃係数1.3をとり11.6t、

表-1 設計断面寸法及び断面寸法

位置	曲げモーメント	断面寸法
支承点断面	62,500 kg-cm	600×170 mm ² 8-φ9 5.09 cm ²
中央断面	46,000 kg-cm	600×170 mm ² 6-φ9 3.82 cm ²

2) 横圧: 5 t, 3) 許容応力: $\sigma_{sa}=1400 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{ca}=70 \text{ kg/cm}^2$, 4) 道床係数: 1.5 および 10 kg/cm^3 , 5) 締結装置: 59.5 cm 間隔, パッド(厚さ 6 mm) のバネ常数 100 t/cm , 初期締結力 0.5 t (クリップ 1 個当り), 締結力のバネ常数 2.2 t/cm 。設計曲げモーメントおよび断面寸法は表-1 の通りである。

4. まくら木の製作と敷設

本形式の RC まくら木は PC まくら木に比し製作はるかに容易であるが, 次の諸点に注意を払った。1) 品質管理による $\sigma_{28}>350 \text{ kg/cm}^2$ の確保, 2) 型枠の正常, とくに埋込栓・受栓の正確な配置, 3) 十分な加振によるコンクリートのまわりと埋込栓の引抜き強度の増大。次に問題はまくら木の敷設作業で, ここでは次のような方法を採用した。まず昼間にもよりの弥刀駅側線上で 1 軌きょう 25 m を組立て, 門型クレーン 2 基を用い軌きょう運搬用トコをその下に追いつ込む。夜間終電後現地の旧軌きょうを撤去し, 図-2 のごとく仮線の敷設基準杭(5 m 間隔)の設置を行ない, 道床はバイブレーションローラーで十分転圧を行なった。次に粒径 10 mm 以下の豆碎石を転圧しながらこれを敷きながら厚さ 30 mm とし, なおその間水準は特殊の定規により平面性の確保につとめた。最後に門型クレーン 4 基で新軌きょうを受けとり, 仮線により前進し所定の位置に設置した。これには作業員約 16 名と監督者 3 名を要した。

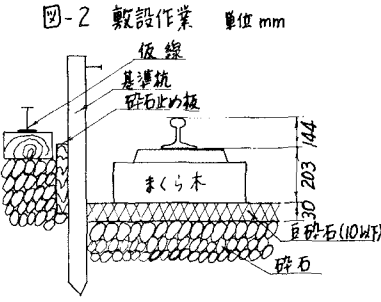


図-2 敷設作業 単位 mm

試験 1.	試験 2.	試験 3.

図-3 静的試験荷重状態 単位 cm

表-2 静的強度試験結果

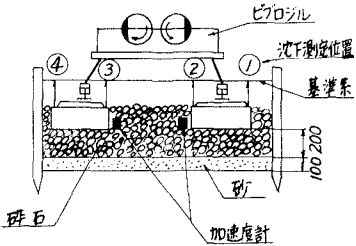
荷重状態	算定モーメント		電気発生時		安全率 (4)/(1)	備考
	(1) 許容モーメント kg-cm	(2) 破壊モーメント kg-cm	(3) 荷重 t	(4) 曲げモーメント kg-cm		
1	62,500	140,000	14	140,000	2.2	下側に引張
2	46,000	105,000	10	100,000	2.2	上側に引張
3	—	—	14	175,000	—	

5. 室内試験

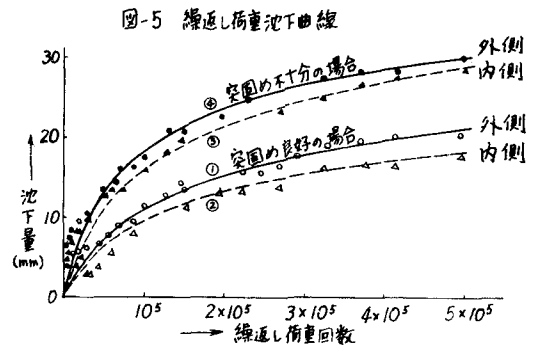
α) まくら木の静的強度試験 本試験にはアムスラー式パイプ試験機(最大荷重 50 t, 京大工学研究所)を用い, 図-3 のような 3 通りの荷重状態につき試験を行なった。歪みの測定は電気抵抗線歪計を用い静歪測定器によった。試験結果は表-2 に示すように縦方向の許容曲げモーメントは, 支承点および中央断面とも電撃に対し約 2.2 の安全率を有し, なお横方向の曲げについても現在程度の電車荷重では十分安全なことを知った。

β) まくら木および締結装置の疲労試験 本試験は図-4 に示すビブロジル振動試験機(大鉄局淀川軌道試験室)を用いた。なお横圧装置を併用して, 上下および左右振動を生ぜしめ, 1100 r.p.m. で加振力は直圧 2 t, 横圧 0.7 t となり, このとき道床に

図-4 加振状況

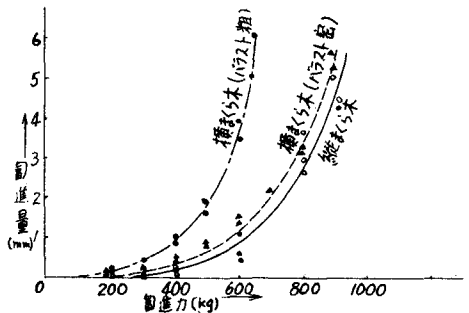


は0.5～0.6gの加速度を生じた。試験結果としては1) 50万回の繰返し荷重において締結装置に異常を認めない, 2) 1500 kg-cmで緊締したボルトに弛みを生じない, 3) まくら木沈下量は道床の突固め状態により異なるが、一般に軌間内側が少なく横圧の影響が現われており、沈下曲線は図-5のように $y = A + Be^{-ax} + Cx$ の形をとった。



c) 締結装置に関するその他の試験 1) ボルトのトルク-クリップの歪度(1500 kg-cm $\rightarrow$ 6500×10^{-6}), 2) トルク-ボルトに生ずる引張力(1500 kg-cm $\rightarrow$ 3.6 t), 3) トルク-レール底部のクリップ圧力(1500 kg-cm $\rightarrow$ 0.9 t), トルク-レール匍進抵抗(1500 kg-cm $\rightarrow$ 初期匍進1 mm に対し1.28 t), クリップのバネ常数(11.5 t/cm), パッドのバネ常数(103 t/cm), 埋込栓の引抜き強度(平均6.25 t)の試験を行なった。

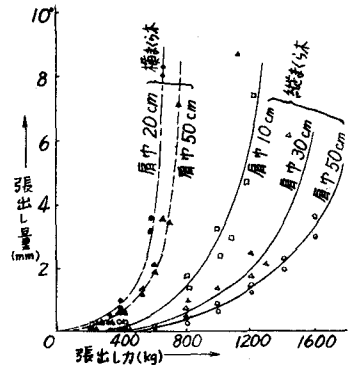
図-6 まくら木匍進抵抗



d) まくら木の匍進および張出し抵抗の試験
コンクリート縦まくら木および並まくら木を道床内に設置し、それぞれ5 tジャッキにより加圧

試験を行なった。1) 縦方向の匍進抵抗は図-6のごとくコンクリートまくら木の方が重量大なるため大きな抵抗を示した。2) 横方向の張出し抵抗は図-7のごとく両まくら木とも道床肩幅に左右されるが、縦まくら木の方がはるかに大なる抵抗を示した。

図-7 まくら木張出し抵抗



6. 現地軌道における動的試験

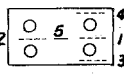
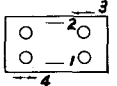
本試験は34年12月13～18日にわたり、軌道整備状態のまだ十分でないとき、かつ営業電車につき行なった。軌道条件は水平直線区間、PS 50 kg レール、碎石道床40 cm厚であり、主要運転車両の自重は重量M車(釣掛式)約47 t、同付随車約35 t; 軽量M車(カルダン式)約37 t、また運転速度はおおむね60～80 km/hであった。

a) コンクリート応力 主としてまくら木の引張側に電気抵抗線歪計を接着し、電磁オシログラフによって動的歪みを測定し、速度・輸重の差異を考えずヒストグラムより表-3のごとき結果を得た。まくら木は板状であるが、レール方向の梁として働き、コンクリートも亀裂に対し十分安全なことを示した。

b) レール圧力とまくら木沈下 レール直圧にはタイアプレート式圧力計、まくら木沈

下には板バネ式沈下計を使用し、いずれも電気抵抗線歪計を利用し電磁オッシログラフに連続記録せしめた。レール圧力は両側対称に3カ所測定を行ない、その値は2～6t程度(重量車3～6t, 軽量車2～3.5t)で、一般に速度増加に伴い大となる傾向が認められた。まくら木沈下は約0.4～1.0mmで、これも速度に従って増大する傾向がある。

表-3 まくら木の動歪測定値

まくら木および測定位置	第1測定まくら木					第2測定まくら木			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
平均歪値($\times 10^{-6}$) ()はその範囲	18.0 (5~35)	8.5 (0~30)	11.0 (0~15)	15.0 (0~25)	7.0 (0~10)	46.5 (20~60)	42.6 (10~60)	17.8 (5~30)	17.7 (5~30)
コンクリート引張側応力(kg/cm^2)	5.4	2.6	3.3	4.5	2.1	14.0	12.8	5.4	5.3
測定回数	148	108	101	80	56	149	122	167	110
② 測定位置									

c) 道床およびまくら木の振動 振動測定には非接着ゲージ型加速度計(使用範囲±20g, 固有振動数420%)を用い、電磁オッシロに記録せしめた。測定結果は、1) 表-4のごとく道床およびまくら木の振動加速度はいずれも継目部は中部の約2倍の値を示し、2) 継目部加速度は両者とも速度に対し有意な変化をしている、3) 両者とも加速度は普通まくら木区間に比し小さいようである。

表-4 道床およびまくら木振動試験

種別	位置	継目部	中間部
道床		0.5~1.5g (150~300%)	0.2~0.7g (150~300%)
まくら木		4~14g (250~400%)	1~7g (250~400%)

7. 車両動揺試験
まくら木の敷設完了後10日を経て、梅北式動揺加速度計P-3型を用い、上下・左右方向の加速度を測定し、その結果は表-5のごとくで、1) 上下・左右とも速度(50~80km/h)に対し有意な変化はみられない、2) 軽量車の方が重量車に比し上下・左右ともに小さい、3) 一般に普通まくら木区間に比し加速度小さく乗心地良好である。

表-5 車両動揺加速度試験

加速度値 動揺方向	許容限度	測定値
上下	0.20g	0.01~0.07g
左右	0.16g	0.02~0.10g

8. 軌道狂いの測定

5m間隔、測点数46に対し10日ごとに軌道狂いの測定を行なったが、30日経過の現在4項目の標準偏差は1.8~2mm程度で、ごくわずかに増加の傾向があるが、まだ結論を得ない。

9. むすび

以上コンクリート縦まくら木に関する試験研究の概要を述べたが、これにより一応本まくら木の実用性のあることを認めた。なお本実験および記録整理に当り京大後藤尚男助教授、榎本正雄助手、大学院学生飯間仁・勝見雅・西頭常彦・清水好三の諸君並びに大阪市大安山信雄講師に多大の労苦を煩わしたことに厚く謝意を表し、また本試験は一部運輸省試験研究費を受けたことを付記する。