

(17) プレストレストコンクリートまくらぎについて

鉄道技術研究所 三 浦 一 郎

ま え が き

昭和27年度鉄研型プレストレストコンクリートまくらぎ(以下まくらぎという)について設計、製作の概要と現場敷設のまま営業列車により生ずる応力を測定した結果とについて述べる。

I 設計の概要

- 1) 荷重 軌条よりまくらぎに加わる荷重は、1軌条当り8tと仮定した。この8tの荷重は巾20cmの間に等分布するものとした。
- 2) 道床反力 道床反力はまくらぎ毎に非常に相違があるものと思われる。Zimmermann の解法におけるが如く、まくらぎを完全弾性床上の梁として考えることには相当の無理があるようであり、そのように考えれば徒らに計算が厄介で苦勞の割に効果はうすいものと思われた。従つて、このまくらぎを設計するに際しては第1図の通り6種の比較的もつともらしい近似的な道床反力を仮定し、これによつてまくらぎ各部に生ずる応力を知り、プレストレスを設計したのである。
- 3) 応力計算 応力計算に當つては、第1図における各部の最大曲げモーメントをとりこれに対応するプレストレスを導入すればよいわけである。しかし、中央断面について考えると、最大曲げモーメントは状態2)で-96,000kg-cmとなるが、これはまくらぎ中央部が過度に固結している場合で、現在の保守方式よりみればこのような悪い状態は殆んどありえないと考えた。従つて、中央断面については状態4)の-52,000kg-cmを設計条件としたのであるが、実際問題としては、状態4)と(2)の中間のものも存在すると思われるのでこれで十分とはいひきれない。軌条下断面については、状態(5)の85,300kg-cmを設計条件とした。

まくらぎはプレテンションにてつくるものとし、ピアノ線はφ2.9mmの2本撚り線14組を用いることにした。ピアノ線の配置およびまくらぎの設計図は図-2の通りである。

ピアノ線はクリープの大部分をとり去つて、プレストレス導入時1本当り900kgとし、コンクリートの弾性変形、乾燥収縮、クリープを考慮して有効張力を85%とした近似的応力計算を示せば表-1の通りである。

表 - 1

道床断面 条件	応力度	プレストレスkg/cm ²		荷重による			合成 応力度 kg/cm ²	
		下縁	上縁	曲げモーメント kg-cm	応力度 /		下縁	上縁
					下縁	上縁		
(4)	中央	97.3	97.3	-52,000	142.1	-142.5	239.4	-44.8
(5)	軌条下	101.9	32.4	85,300	-110.5	110.5	-8.6	142.9

2 製作の概要

ピアノ線は当初1本当り990kgで緊張しておき、1昼夜後900kgに落し、コンクリ-

トを打つ。

コンクリートは $\sigma_{28} = 500 \text{ kg/cm}^2$ 以上とし、プレストレス導入時の強度は 350 kg/cm^2 以上とした。

コンクリートの養生は、プレストレス導入時までは蒸気養生でも湿気養生でもよいことにし、プレストレス導入後は σ_{28} が確実に 500 kg/cm^2 以上になるように要求し養生方法について特に規定しなかつた。

検査は外観、形状寸法の検査に止め、抜取りの破壊試験は行わなかつた。

3. ひびわれ

まくらぎは昭和26年度より現場敷設して来たが、敷設後の経過日数が短いにも拘らず相当数のひびわれを発生している。

ひびわれは種々雑多のものがあるが、中央断面上縁に発生したもののが最も多いようである。

ひびわれの原因としては、設計、製作、軌道保守の三点から検討されなければならない。

4. 応力測定

1) 目的 まくらぎ下の道床状態が設計条件と合致するように保守されていれば、まくらぎの製作が完全である限りまくらぎにひびわれを生ずることはないと思われる。しかし、このような保守が果して能率的経済的にできるかどうか別の面から検討しなければならないが、とりあえず保守方式を現在のままとすると設計において仮定した荷重と道床反力が果して妥当なものであるかどうか調査する必要がある。荷重と道床反力を敷設状態のままで測定することは、甚だ困難であるので、測定の容易なまくらぎ各部の応力を測定して各部に生ずる最大応力を統計的に検討することを目的として営業列車による応力を測定したのである。

2) 測定条件 測定場所は東海道本線平塚駅構内旅客上り本線（以下平塚と略称）と国府津-鴨宮間下り本線（以下鴨宮と略称）とである。

測定したまくらぎは昭和27年度鉄研型プレストレストコンクリートまくらぎで、敷設後約6～10ヶ月を経過している。

測定列車は、平塚では湘南電車と電気機関車に牽かれる旅客列車とであり、鴨宮ではこの外に電気機関車に牽かれる貨物列車がある。

測定方法はワイヤー・ストレイン・ゲージを用い、電磁型オツシログラフにより記録させた。

3) 測定結果 列車が通過するとき、図-3のような記録が得られる。

測定記録において、原級から山の最高点までの距離 x が、換算して各車輪ごとにまくらぎに生ずる最大応力となるわけであるが、この車輪毎に得られる x が正規分布をなすものとして統計的に検討してみる。

測定結果は、客車、電車、電気機関車、貨車ごとに分類して処理した。その状態を図-4に示す。

この図で、曲げ応力度が一つの線分で表わされているが、曲げ制限応力度の場合線分の下端は測定値の平均値 $\bar{x}$ であり、上端は最大値 $(\bar{x} + 3\sigma)$ を表わしている。曲げ圧縮応力度の場合はこの逆になる。従つて、線分の長さは応力度のちらばりの状態を表わすことになる。

5 動応力測定結果の考察

- 1) 平塚の場合 枕木No.2は中央上縁に相当大きな引張応力をうける。しかし設計曲げモーメントよりまだ小さい。枕木No.3は中央上縁に相当大きな引張応力をうけるが、軌条下では殆んど0である(図示してない)。これは道床反力の大部分が軌間内にあることを示している。従つて、軌間内の道床が軌条下および軌間外に比して固結しているのではないと思われる。このようなことは設計条件と甚だ異なるものではあるが、中央の曲げモーメントは設計よりまだ小さい。その他の枕木についても、中央上縁に引張応力をうけるが圧縮応力をうけるものは1本もない。

以上の平塚における測定結果(12本)からみると、実際の場合の荷重と道床反力の分布形状はわからぬが、設計において仮定した条件はまくらぎのひびわれに対して安全であることを示している。

- 2) 鴨宮の場合 枕木No.1、3、10、11、の4本は中央上縁に曲げ圧縮応力をうける。すなわち、設計で考慮した場合とは逆の曲げモーメントを生じている。これは、まくらぎとして甚だ危険なことといわなければならない。この状態は道床反力の合力が軌間外にあることを示すものである。

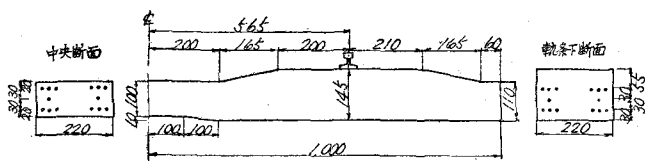
枕木No.10の場合、試みに両端部下の砂利を掻き出してみたら、中央部ではなお正の曲げモーメントであるが前よりも値は小さくなり、軌条下では正の曲げモーメントが小さくなった。これは、道床反力の合力が軌間外にあるが軌条下に非常に近ずいたことを示す。更に第2回目の掻き出しを行つたところ、中央部では逆に負の曲げモーメントを生ずるようになり設計条件に近くなつた。

このことは、枕木下の道床のある部分を少し掻き出すか搗き固めることによつて、道床反力のあり方を変えることができることを示すものであり、そうすることによつてひびわれの発生を防止することも可能なわけである。しかし、各枕木について、その道床反力の状態が如何になつているかを知ること、および、掻き出しや搗き固めの程度によつては中央部で曲げモーメントが逆になることもありうるからその程度を判定すること等は実に困難なことである。

以上平塚、鴨宮における2回の測定結果からみると、まくらぎにひびわれを生ずるような応力は生じていない。

图-2

道床反力の仮定		曲げモーメント	
		軌条下 kg-cm	中央 kg-cm
(1)		40,000	0
(2)		38,800	-96,000
(3)		47,300	-46,400
(4)		55,700	-52,000
(5)		85,300	-42,400
(6)		74,600	-28,000



图—3

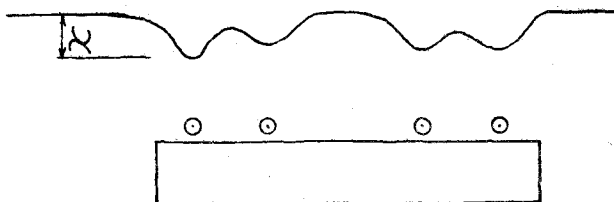


图-4 (2)

图-4 (1)

平塚 測点 2 (枕木中央上縁)

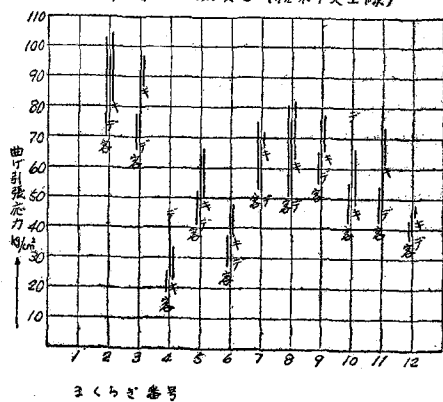


图-4 (3)

平塚 測点4 (軌条下下縁)

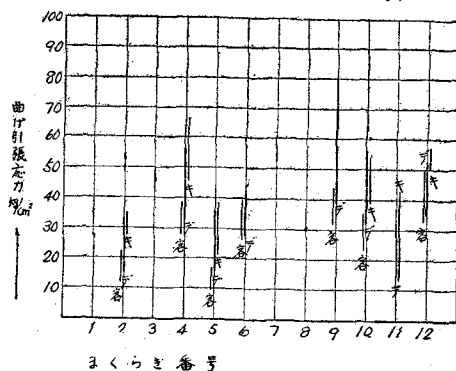
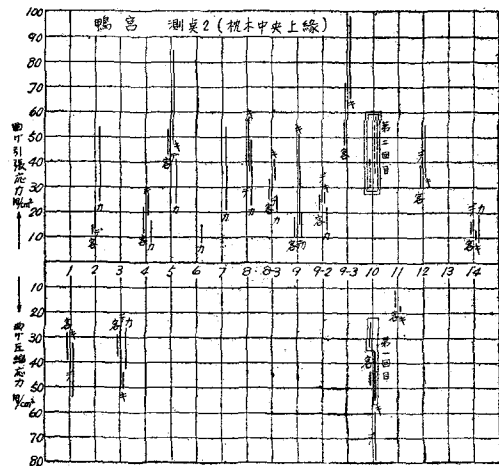


图 4-4 (4)

鴨 窩 測 莫 2 (枕木中央上緣)



貼宮一 測度4 (軌条下下縁)

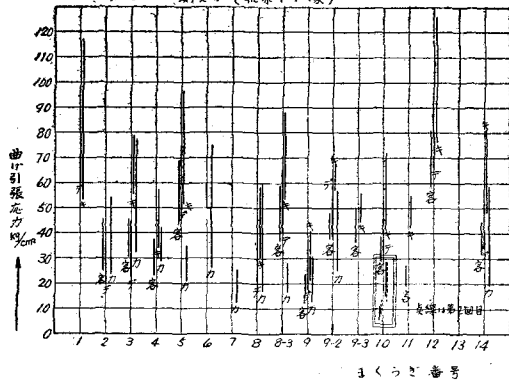


図-1

道床反力の仮定		曲げモーメント	
		軌条下 kg-cm	中央 kg-cm
(1)		40,000	0
(2)		38,800	-76,000
(3)		47,300	-46,400
(4)		55,700	-52,000
(5)		85,300	-42,400
(6)		74,600	-28,000

図-2

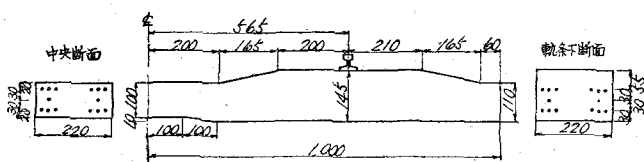


図-3

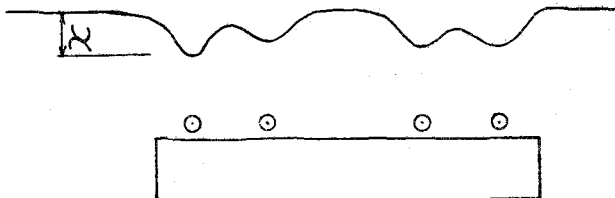
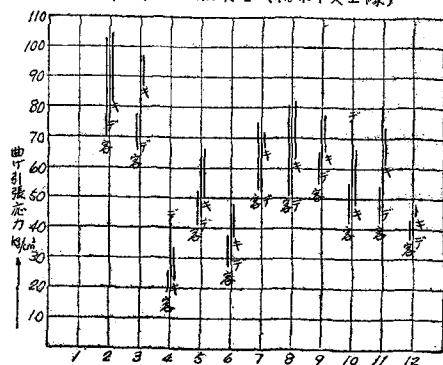


図-4 (1)

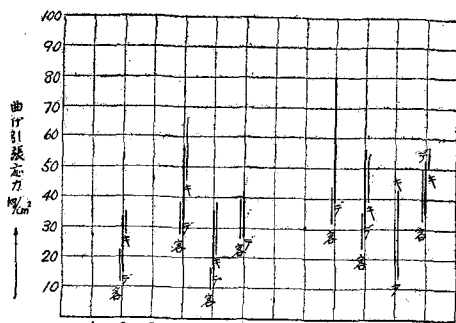
平塚 測定2 (枕木中央上縁)



まくらぎ番号

図-4 (2)

平塚 測定4 (軌条下下縁)



まくらぎ番号

図-4 (3)

鴨宮 測定2 (枕木中央上縁)

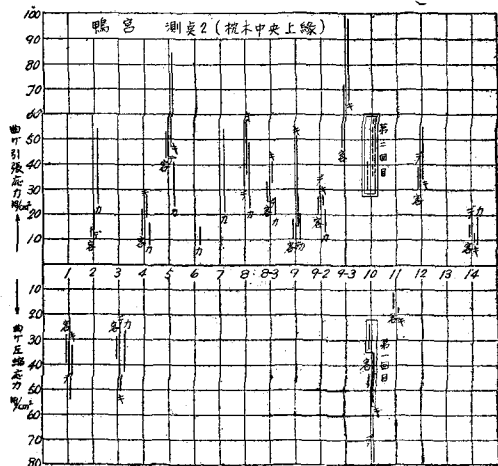
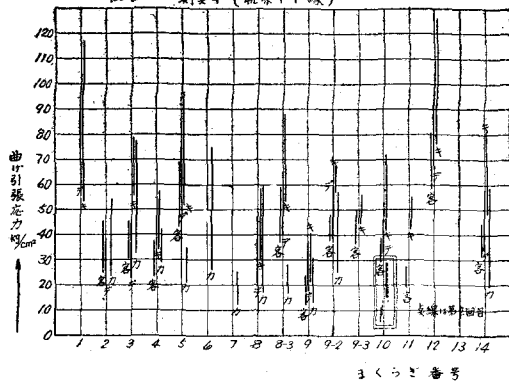


図-4 (4)

鴨宮一 測定4 (軌条下下縁)



まくらぎ番号