

IV-8 都市鉄道における波状磨耗レールが受ける衝撃について

正員 金沢大学 工博 小野一良
○加賀重正 成瀬忠明

著者はすでに国鉄の線路において、波状磨耗レールが走行車両より受けける衝撃を測定したが¹⁾、今回はとくに都市鉄道における併用軌道について路面電車を対象にしてレールの波状磨耗による衝撃応力およびたわみの測定を行い、波状磨耗による影響を検討した。

試験線路は北陸鉄道株式会社市内線における小立野線、北鉄本社前附近であつて 40% の上り勾配、半径 300m の曲線中にある。

図-1

軌道構造

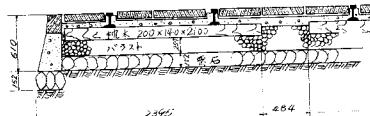


図-2

波状磨耗の形状

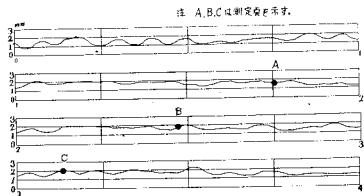


図-3

電車の種類

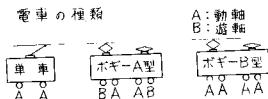


図-4

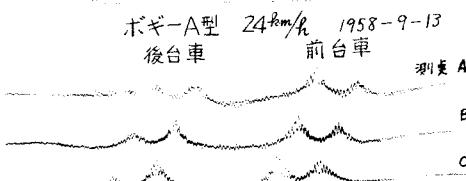


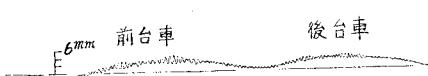
図-1 に軌道構造を示した。昭和 10 年頃に PS 型 50 kg レールに交換されたが、現在は内外レールともに著しい波状磨耗が発達している。この外側レールについて試験を行つたが、図-2 にレール面の状態を示す。

北鉄使用の電車には図-3 に示す 3 種類があり、便宜上 単車、ボギー A 型、ボギー B 型とした。

測定は図-2 に示す測点 A, B, C においてレール底部の軌間外側面にベークライトゲージ KB-1 をアミライトにより接着し、電気抵抗線歪計および電磁型オシログラフにより歪を記録した。一方たわみ計によりレールのたわみを測定した。測定記録の一例を図-4, 5 に示した。これらの図によれば波状磨耗レールは車輪が波状磨耗の山を一つ越すごとに大きな衝撃を受けることが認められる。レール面が平坦なる場合にレールが受ける曲げ応力は、静荷重と車両の動搖による応力とよりなるが、波状磨耗レールではこれに波状磨耗に起因する衝撃が加わる。一般に車両動搖の周期は比較的に長いので車両動

図-5

波状磨耗レールのたわみ
ボギーA型 24km/h 1958-9-13



搖によって生ずる応力と静荷重による応力との分離は困難であつて

これを併せて静的応力と呼ぶことにする。波状磨耗による衝撃応力はその周期が短いので他の応力より分離することは容易である。

図-6, 7 にボギー A 型について電車の速度と衝撃応力または静的応力との関係を示し、

図-8に静的応力と衝撃応力との関係を示した。

以上の結果より考察すると

1. 波状磨耗の波長は約 10 cm , 深さは 0.5 mm であつて正弦曲線に似た形状をなす。

2. 車両の種類にかかわらず衝撃応力 σ_i (測定値の 95% がこれ以下に存在する応力, kg/cm^2) は速度 $V(\text{km}/\text{h})$ に比例して増大する。

すなわち $\sigma_i = K \cdot V$ なる関係が成立する。

係数 K は車両の種類、波状磨耗の状態、位置などにより異なるが、一例としてボギーA型について見ると $K = 6.0 \sim 7.0 \text{ kg}/\text{cm}^2/\text{km}/\text{h}$ となる。

3. 動軸と遊軸をもつ車両においては動軸による衝撃応力が遊軸による衝撃応力より幾分大きい。

4. 静的応力と速度については車両の種類にかかわらずほとんど関係がない。これは車両動搖の大きさが速度に無関係であることを示す。図-7に示す静的応力全体の平均値をもって車両動搖を含まない静荷重による応力とすれば $150 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 程度となるが、これに車両動搖が加わるため 0 から $300 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の範囲に応力が分散している。

以上の測定結果を国鉄線路の波状磨耗レールで行った実験に較べれば、都市鉄道においては波状磨耗の波長が短いため、低速度においても非常に大きな衝撃が加わることが認められた。すなわち静荷重によつて生ずる曲げ応力 $150 \text{ kg}/\text{cm}^2$ に対し、速度 $1 \text{ km}/\text{h}$ につき 4% 前後の衝撃応力が加わり、さらにこの外に車両動搖によつて静荷重にはば近い応力が加わることがある。このような衝撃によつて軌道各部の破壊は促進され電車の車体にも悪影響を及ぼし、さらに都市の騒音の大きな原因となつてゐる。よつてできるだけ早くレール面削正その他によつて波状磨耗を取り除く必要がある。

参考文献

- 1) 小野一良： 波状磨耗レールが走行車両より受ける衝撃、土木学会論文集、第24号
同 土木学会論文集、第55号・

図-6 波状磨耗による衝撃
ボギーA型 (測定, C)

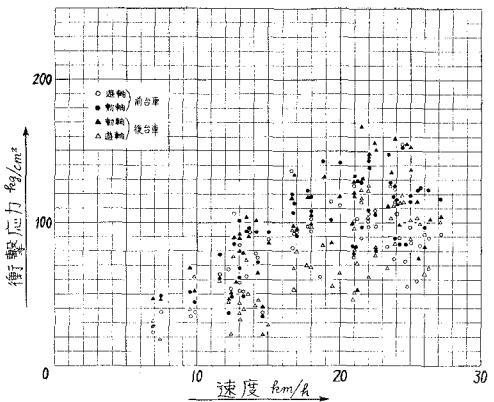


図-7 波状磨耗による静的応力
ボギーA型 (測定, C)

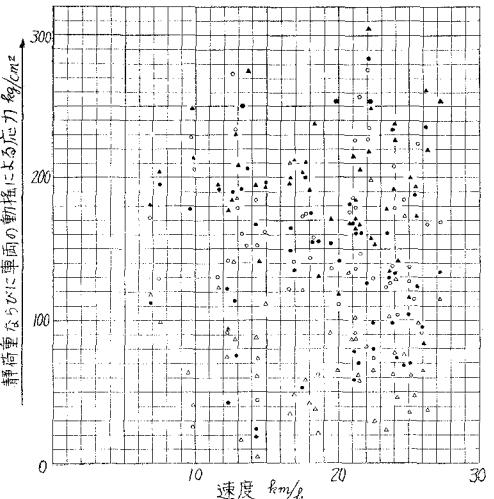


図-8 波状磨耗による衝撃応力と静的応力との関係
ボギーA型 (測定, C)

