

$$\varphi_B^{(g)} = (m_{B0}/C_B \delta_x)$$

但し, $C_{H, B}$: 頭, 腹部のねじり剛性.

以上の7式が δ_x 幅のレール短片で成立するが, これらより $m_{H0, B0}$, ρ を消去すると未知数として $y_{H, B}$, ϕ が残りこれらはいずれもレール軸方向座標 x の函数である. つまり4個の未知数を持つ4個の聯立微分方程式の形となる. そこでこれらを解くことにより特別の条件のもとにおける各部の應力を求めることができる.

なお隅角部では應力集中係数も使用しなくてはならないので精度は悪化するが, 概略値を求めることはできる.

115. 軌條の横強度算定に関する一考察 (20分)

正員 山口大學工學部 最 上 幸 夫

軌條の横強度については従来種々の研究があり, 軌條の振れにおいては動的影響も考慮されているが, 横壓力 H の場合は静力學的に取扱われている. これは H の値を數理的に求めることが困難なためと解される. H の生ずる原因として次の事項が考慮される.

- (1) 車軸に作用する彈機上重量
- (2) 機關車釣合錘の1部による蛇行動
- (3) 兩側動輪の踏面及び左右軌條の不整
- (4) 軌條支承體の不均一性
- (5) 軌道の特種構造(曲線, 分岐, 繼目等)の存在
- (6) 氣象的原因によるもの(主として風雨)

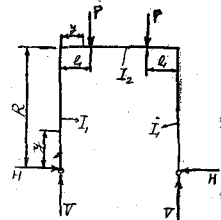
以上の各種原因により動荷重による横壓力 H は複雑な變化をなし, その實體は理論的に把握することは容易でない. そこで著者は軌道狀態として直線軌道を考え, 理想的な場合すなわち(1), (2)が横壓力の主原因で, 他の原因はないものとした場合, 軌條に生ずる横應力を求めた.

以下その要旨を述べることにする.

1. 車軸に作用する彈機上重量による横壓力 車輛は走行中各種の振動を行うが, 過期の關係上車軸上重量は, 靜荷重として取扱つても差支えない. 従つて H は千秋氏の研究により,

$$H = \frac{R \int_0^l \frac{M_0}{I_2} dy}{Y + R^2 \int_0^l \frac{dy}{I_2} + 2 \frac{E}{D}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

として求められ¹⁾, この H が一定速度 v で移行する. (圖参照)



2. 機關車釣合錘の1部による横力 機關車側輪の蛇行作用によりレールに作用する横力は簡単な計算により

$$H_t = Q \cos(\omega t + \varphi) \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここに $Q = \frac{2\sqrt{2}WRbc'}{gJ}$, ω = 車輪回轉角速度,

$$\varphi = \varphi_1 + \frac{\pi}{4}, \quad W = \text{軸重}, \quad R = \text{側輪半徑},$$

$$2b = \text{兩側車輪間隔}, \quad c' = \frac{r\pi n'}{8820}(P - G_{hm}),$$

$$r = \text{クランク半徑}, \quad n' = \text{車輪回轉數(毎分)},$$

$$P = \text{往復部分全重量}, \quad G_{hm} = \text{設計時速度における釣合錘に釣合された往復部重量},$$

$$g = \text{重力加速度}, \quad J = \text{車軸中心を通る鉛直軸の周りの慣性モーメント}.$$

3. 横應力の算式 作用外力は式(1), (2)で表わされるから, 今1横力がレールに及ぼす影響範圍を l_0 とし, これによる横變曲線を

$$Z_{xt} = \sum_{j=1}^{\infty} q_j t \sin \frac{j\pi x}{l_0} \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{とおけば} \quad T &= \frac{1}{2} \rho a \int_0^{l_0} \left(\frac{\partial Z}{\partial t} \right)^2 dx \\ V &= \frac{1}{2} EI_y \int_0^{l_0} \left(\frac{\partial^2 Z}{\partial x^2} \right)^2 dx + \frac{k}{2} \int_0^{l_0} Z^2 dx \\ F &= \frac{1}{2} \rho a K \int_0^{l_0} \left(\frac{\partial Z}{\partial t} \right)^2 dx + \frac{R}{2} \int_0^{l_0} \left(\frac{\partial Z}{\partial t} \right)^2 dx \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

ここに EI_y = 軌條横曲げ剛性, a = 軌條斷面積
 ρ = 軌條密度, k = 軌條横抵抗係数
 R = 基礎横抵抗係数, K = 内部摩擦係数

(3)を(4)に入れ Lagrange の方程式を解くと

$$\ddot{q}_j + 2s\dot{q}_j + n_j^2 q_j = \frac{2}{\rho a l_0} \bar{w} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{ここに} \quad \varepsilon = \frac{1}{2} \left(K + \frac{R}{\rho a} \right), \quad n_j^2 = \frac{1}{\rho a} \left\{ EI_y \left(\frac{j\pi}{l_0} \right)^4 + k \right\} \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{一般力} \quad \bar{w} = \left\{ H \pm Q \cos(\omega t + \varphi) \right\} \sin \frac{j\pi}{l_0} (vt + s) \dots\dots\dots (7)$$

(7)を(5)に入れ q_j を求め(3)より Z_{xt} を算出し横曲げモーメント M_{xt} は強制振動の項のみとて表わすと

$$\begin{aligned} M_{xt} &= \frac{EI_y}{\rho a l_0} \sum_{j=1}^{\infty} \left(\frac{j\pi}{l_0} \right)^2 \left\{ 2H\xi_j \cos \left\{ \frac{j\pi}{l_0} (vt + s) + \lambda_j \right\} + Q\eta_j \cos \left\{ \left(\frac{j\pi v}{l_0} + \omega \right) t + \mu_j \right\} \right. \\ &\quad \left. + Q\eta_j' \cos \left\{ \left(\frac{j\pi v}{l_0} - \omega \right) t + \mu_j' \right\} \right\} \sin \frac{j\pi x}{l_0} \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

$\xi_j, \lambda_j, \eta_j, \mu_j, \eta_j', \mu_j'$ はそれぞれ $\varepsilon, \frac{j\pi v}{l_0}, \sigma_j = \sqrt{n_j^2 - \varepsilon^2}, \frac{j\pi s}{l_0}, \omega$ 等で表わされる値である。荷重がスパン中央にあると

$$M_c = \frac{EI_y}{\rho a l_0} \sum_{j=1,3,5} \left(\frac{j\pi}{l_0} \right)^2 (-1)^{(j-1)/2} \quad [\text{式(8)と同一項}] \dots\dots\dots (9)$$

4. 計算例による検討 9900 型機関車で $V=72$ km/hr, 50 kg レール として計算を行うと, $l_0=375$ cm², $k=22$ kg/cm²³, $P-G_{hn}=200$ kg, $H=750$ kg, $Q=2030$ kg となり, 隣接荷重の影響を考慮すると $\pm H_t$ に対し $M_{max}=9610$ kg-cm, $\sigma_{max}=162$ kg/cm², $M_{min}=-4060$ kg-cm, $\sigma_{min}=-67.3$ kg/cm² を得る。この結果一般に横應力は軌條を外方へ移動せしめる如き場合に大となることが了解される。

文献 1) 軌條に作用する横壓力。千秋邦夫: 土木學會誌, 27 卷 8 號, p. 714. 2), 3) 軌條の横強度理論 (I) 佐藤裕. 土木學會論文集, 第 5 號, p. 23. を参考として推定した値である。

116. 軌道繼目構造の強化 (20分)

正員 大阪市立大學理工學部 岡 部 二 郎

1. 次の方程式を解いて P, M, y , 繼目板應力及び道床壓力強度を求めることができるが, 今式中の $\beta, \alpha,$

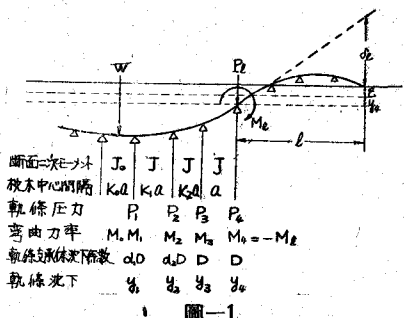


図-1

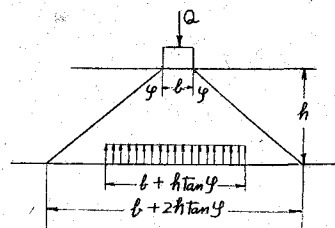


図-2