

究所栗原, 篠原両教授, 水路観測をともした河角, 安富両氏並びに多大の御援助を与えられた建設省斐伊川工事事務所の方々に対して, 厚く感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) H. A. Einstein: "The Bed Load Function for Sediment Transportation in Open Channel Flows", U.S. Dept. of Agriculture, No. 1026, 1950.
- 2) 椿 東一郎: "水路床砂礫の掃流量について", 九大流研報告, 7巻4号, 1951.
- 3) T. Tsubaki, T. Kawasumi and T. Yasutomi: "On the Influences of Sand Ripples upon the Sediment Transport in Open Channels", Rep. of Res. Inst. for App. Mech. Kyūshū Univ., vol. II, No. 8, 1953.
- 4) A. G. Anderson: "The Characteristics of Sediment Waves formed by Flow in Open Channels", Third Midwestern Conf. on Fluid Mech. 1953.
- 5) R. W. Powell: "Flow in a Channel for definite Roughness", Trans. A.S.C.E., vol. 111, 1946.
- 6) L. Prandtl und H. Schlichting: "Das Wiederstandsgesetze rauher Platten", Werft Reederei Hafen, 1934.
- 7) H. Schlichting: "Experimentelle Untersuchungen zum Rauheitsproblem", Ing. Archiv, Bd. 7, 1936.
- 8) 安芸皎一・佐藤清一: "河相論"参照.
- 9) G. K. Gilbert: "The Transportation of Debris by Running Water", U.S. Geological Survey, Prof. Paper 36, 1914.
- 10) H.A. Einstein: "Formular for the Transportation of Bed Load", Trans. A.S.C.E., vol. 107, 1942.
- 11) 栗原道徳: "粗滑遷移領域における管流の抵抗法則について", 九大流研報告, 7巻3号, 1951.

現地軌道の左右レールが受ける非対称応力 および圧力に関する統計学的考察

正員 工学博士 小林 勇*
正員 後藤 尙 男**
准員 吉川 和 広***

STATISTICAL STUDY ON THE NON-SYMMETRICAL STRESSES AND PRESSURES IN THE BOTH-SIDE RAILS OF RAILWAY TRACK

(JSCE Aug. 1955)

Dr. Eng., Isamu Kobayashi, C.E. Member, Hisao Gotō, C.E. Member,
Kazuhiro Yoshikawa, C.E. Assoc. Member.

Synopsis From experiments we ascertained that the both-side rails of field track take non-symmetrical stresses and pressures under the running car and investigated statistically their non-symmetries. Expressing the non-symmetries by the coefficient of deviation β and considering the frequency distribution of β reasonably as the Slade-type, we made the statistical study and computation of values of β , and finally described the relation between β and car velocity.

要旨 本研究は現地に敷設されている左右のレールが走行車両によつて左右でそれぞれ異なつた応力及び圧力を受けるということを実験的に確認したのち, これらの実験応力及び圧力の非対称性を統計学的に考察しようとしたものである。この場合応力及び圧力に関する非対称性を偏移係数 β で表わし, この β の頻度分布を Slade 型とみなすことの妥当性を検討したのち, β に関する統計学的な考察を進めて必要な統計諸量を算出し, 最後に β -速度関係に言及した。

1. 緒言

運転列車による走行荷重をうけて, 軌道には複雑な動的現象が起ることはすでによく知られており, かつこの現象は車両と軌道との相互関連運動によつて起ることも容易に考えられる。ところがこの動的現象を純理論のみによつて解析することははなはだしく困難である。そこですでに各種の実測調査による実験的な研究が行われ, 著者等も主としてレール, 枕木, 道床等について数多くの現地実験を行つてきた。しかしながらこれらの実験において車両からの荷重は左右のレールに対して均等には作用せず, 若干偏移しているという数多くの事実を確認した。すなわちレール応力, レ

*京都大学教授, 工学部土木工学教室

**京都大学助教授, "

***大学院学生, "

ール圧力、道床圧力等は左右で完全には等値とならず、このことは直線平坦な軌道でも起り、しかも車両の静止時にも起る。こうしたことに関しては従来あまり報告されていないようであるので、ここに取上げたわけである¹⁾。

ところで左右レールで異なつた、すなわち非対称な応力及び圧力が生ずる原因としては、ほぼ次のような事項が考えられる。

- 1) 軌道条件：軌道面の枕木方向の勾配、レール枕木の不整、道床路盤支持力の左右不均等、その他、
- 2) 車両条件：車両重量の偏移、車輪の不整、走行による動揺、駆動制動による不規則運動、その他、
- 3) 軌道車両の両条件：車輪とレールとの接触状態、両者の関連振動、その他。

以上の各種事項が全く存在しないような軌道及び車両は実在しないから、列車車両が軌道上を走行すると必ず左右で多かれ少かれ非対称な応力及び圧力が生ずるわけである。本研究では一応問題を 図-1 に示すレール底部の引張曲げ応

力 σ とレール枕木間に作用するレール圧力 P とに限定して、左右レールの σ_L, σ_R 、及び P_L, P_R を測定し、これらの偏移する割合を式(1)の β で表わした。しかしてこの β を偏移係数と呼び、これに関して統計学的な考察を行うことにした。

$$\sigma_L > \sigma_R : \beta_\sigma = \frac{\sigma_L - (\sigma_L + \sigma_R)/2}{(\sigma_L + \sigma_R)/2} = \frac{\sigma_L - \sigma_R}{\sigma_L + \sigma_R}$$

$$\sigma_R > \sigma_L : \beta_\sigma = \frac{\sigma_R - (\sigma_L + \sigma_R)/2}{(\sigma_L + \sigma_R)/2} = \frac{\sigma_R - \sigma_L}{\sigma_R + \sigma_L}$$

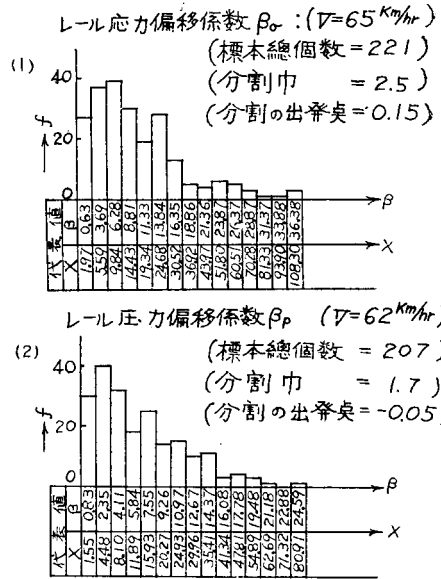
$$\therefore \beta_\sigma(\%) = \frac{|\sigma_L - \sigma_R|}{\sigma_L + \sigma_R} \times 100 \quad \dots(1)$$

$$\text{同様に、} \beta_P(\%) = \frac{|P_L - P_R|}{P_L + P_R} \times 100$$

2. σ 及び P の現地測定と β の頻度分布図作成

図-1 のとおり抵抗線ヒズミ計とレール圧力計(抵抗線ヒズミ計利用)とをレールに取付け、各車輪が直上にきたときの σ をヒズミ計で、 P を圧力計でオッシロペーパー上に同時記録する²⁾。この測定値 σ 及び P を式(1)に入れるとまず標本値 β が求まる。これより頻度分布図を作成するわけであるが、以下本文においては便宜上われわれが国鉄・草津・石山両駅間の現地測定³⁾でえた実験値 σ, P を一例にとつて考察を進

図-2 偏移係数 $\beta(\%)$ の頻度分布図



めることにする。すなわち 24 時間連続測定記録のうちから旅客列車のみによる σ, P を選んで式(1)から β_σ, β_P を算出し、ほぼ同一速度に属する数個列車ごとの β_σ, β_P の頻度分布図を作成した。図-2にはこの一例を示す⁴⁾。

3. β_σ 及び β_P に関する統計学的考察

(1) 一般式の誘導 図-2 の頻度分布図はいずれも非対称型であるので下限値 $-b$ 、上限値 g の場合のSlade型分布と仮定することができる。この仮定にもとづく計算結果から逆にこの仮定が妥当であることは4.で証明する。さて確率変数 x の上下限界を $g, -b$ と限定した場合のSlade型分布は式(2)で与えられている⁵⁾。

$$V_s(x) = V_0 \left\{ \log \frac{x+b}{g-x} \right\} \frac{d}{dx} \left(\log \frac{x+b}{g-x} \right) \left. \begin{aligned} &= \frac{(g+b)C_0 \log e}{(x+b)(g-x)\sqrt{\pi}} \exp \\ &\quad \left[-C_0^2 \left\{ \log \frac{x+b}{X_0(g-x)} \right\}^2 \right] \\ &= \frac{1}{2} \varphi_0(\xi_0) \frac{d\xi_0}{dx} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\text{ここに } \xi_0 = C_0 \log \frac{x+b}{g-x} / X_0, \quad X_0 = \frac{z_0+b}{g-z_0}, \quad g > x > -b$$

次に式(2)の分布関数 $V_s(x)$ の積分形である継続関数 $W_s(x)$ 及び累加関数 $S_s(x)$ はGauss分布におけると同様次式で表わされる。

$$W_s(x) = \frac{1}{2} \{1 - \Phi_0(\xi_0)\}, \quad S_s(x) = \frac{1}{2} \{1 + \Phi_0(\xi_0)\} \quad \dots(3)$$

ただし式 (2), (3) の $\varphi_0(\xi_0)$, $\Phi_0(\xi_0)$ はいずれでもなく Gauss の誤差函数, 誤差積分を表わす式 (4) の記号である。

$$\varphi_0(\xi_0) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{-\xi_0^2},$$

$$\Phi_0(\xi_0) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\xi_0} e^{-u^2} du = \int_0^{\xi_0} \varphi_0(u) du \dots (4)$$

ここで式 (2) の確率変数 x を本文の偏移係数 $\beta\sigma$, β_P とする, すなわち $x = \beta$ とおく。式 (1) 及び図-2 から当然 $0 < \beta < 100$ であるからこの下限値 $-b = 0$, 上限値 $g \leq 100$ とおける。この $x = \beta$, $-b = 0$ を式 (2) の媒介変数 ξ に代入した新しい媒介変数を ξ とすると式 (2) は式 (5) となる (ただしこの場合数値計算の便宜上 \log の中に別に $k=100$ を乗じておく⁶⁾)。

$$V_s(\beta) = \frac{1}{2} \varphi_0(\xi) \frac{d\xi}{d\beta},$$

ここに $\xi = C \log \left(\frac{k\beta}{g-\beta} / \frac{k\beta_0}{g-\beta_0} \right) = C \log \frac{X}{X_0}$,

$$\frac{k\beta}{g-\beta} = X, \quad \frac{k\beta_0}{g-\beta_0} = X_0, \quad (5)$$

$$C = \frac{1}{\sqrt{2} \text{str.}(\log X)},$$

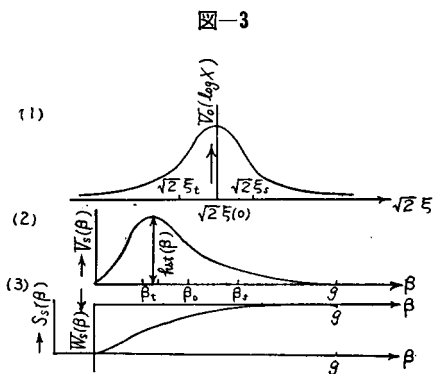
str. (log X) : $V_s(\beta)$ の標準偏差。

(2) 上限値 g の決定法 式 (5) の平均値 X_0 に対する媒介変数の値を $\xi(0)$ とし, 図-3 (1) で原点 $\sqrt{2} \xi(0) = 0$ より $|\xi_s| = |\xi_t| \cong$ 四分点となるような ξ_s, ξ_t を選び, この ξ_s, ξ_t に対する X を式 (5) と同様に $X_s = k\beta_s / (g - \beta_s)$, $X_t = k\beta_t / (g - \beta_t)$ とする。しからば式 (5) の ξ を参照して容易に,

$$\xi_s + \xi_t = C \log \frac{X_s X_t}{X_0^2} = 0,$$

$$\frac{\beta_s \beta_t}{(g - \beta_s)(g - \beta_t)} = \frac{\beta_0^2}{(g - \beta_0)^2}$$

$$\therefore g = \beta_0 \left\{ 1 + \frac{(\beta_0 - \beta_s)(\beta_0 - \beta_t)}{(\beta_s \beta_t - \beta_0^2)} \right\} \dots (6)$$



式 (6) から g を決定するのに次の試算法をとる。すなわちまず第 1 近似値 $0 < g_1 < 100$ を仮定し, この g_1 を図-2 で容易に成立つ次の関係,

$$\Sigma \log \left(f \frac{k\beta}{g_1 - \beta} \right) / \Sigma f = \log \frac{k\beta_{01}}{g_1 - \beta_{01}} = \log X_{01},$$

(β : 測定値, f : 頻度, $k=100$, g_1 : 仮定)

に入れると左辺が計算でき, これから β_{01} が算出される。この β_{01} から X_{01} を決め, これに対する X_{s1}, X_{t1} から β_{s1}, β_{t1} が求まる。これらの値を式 (6) の右辺に代入すると g_2 が求まる。このとき当然 $g_1 \neq g_2$ であるから, g_2 を第 2 近似値として以上と全く同様の計算を行つて g_3 を求める。このような試算法を繰返すことによつて式 (6) を満足する g の値が決定できるわけである。

(3) 最頻値 β_h の計算法 式 (5) の $V_s(\beta)$ から $dV_s(\beta)/d\beta = 0$ を β について解くと, 図-3 (2) の $V_s(\beta)$ の最大点に対する β , すなわち最頻値 β_h が求まる。これには式 (5) の ξ を微分すると,

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\xi}{d\beta} &= \frac{g}{K\beta(g-\beta)}, \quad \frac{d^2\xi}{d\beta^2} = \frac{2\beta-g}{g} K \left(\frac{d\xi}{d\beta} \right)^2, \end{aligned} \right\} (7)$$

ただし $K = \log e \cdot 1/c = 2.3026/c$

であるので, この関係を利用して式 (5) の $V_s(\beta)$ から,

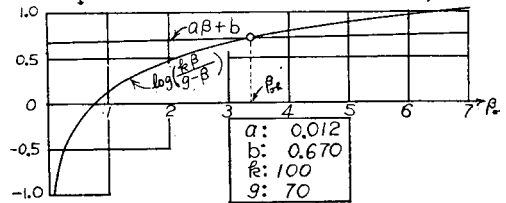
$$\frac{dV_s(\beta)}{d\beta} = \frac{1}{2} \varphi_0(\xi) \left\{ -2\xi + \frac{K(2\beta-g)}{g} \right\} \left(\frac{d\xi}{d\beta} \right)^2 \dots (8)$$

しかるに式 (5) で $\varphi_0(\xi) \neq 0$, かつ式 (7) で $d^2\xi/d\beta^2 \neq 0$ (*: 求める β_h は明らかに $\beta_h \neq 0, \beta_h \neq g$)。従つて式 (8) = 0 を満足する ξ は式 (8) の { } = 0 より,

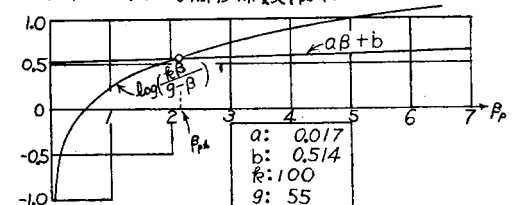
$$\xi = K(2\beta - g) / 2g \dots (9)$$

図-4 β の最頻値 β_h の試算法による計算

(1) レール応力偏移係数 $\beta_{0\sigma}$ ($V=65 \text{ km/hr}$)



(2) レール圧力偏移係数 β_{0p} ($V=62 \text{ km/hr}$)



一方式 (5) の ξ に式 (7) の K を代入すると、

$$\xi = 2.3026 \frac{1}{K} \left\{ \log \left(\frac{k\beta}{g-\beta} \right) - \log X_0 \right\} \dots (10)$$

式 (9), (10) 両式から ξ を消去して整理すると、

$$\left. \begin{aligned} a\beta + b &= \log \frac{k\beta}{g-\beta}, \\ \text{ただし } a &= 2.3026 / (C^2 g), \\ b &= \log X_0 - 1.1513 / C^2, \quad C: \text{式 (5)} \end{aligned} \right\} (11)$$

従つて β の最頻値 β_h は式 (11) を満足する β で与えられる。式 (11) から β を決定するには図-4 (1), (2) のように左辺と右辺との交点として求めればよい。

(4) 中央値 β_m , 第3四分点 β_q の計算法 β_m 及び β_q は図-3 (3) の累加曲線 $S_s(\beta)$ を図-5 の対数確率紙上において、この図上で求めると便利である。すなわち図-2 の X から X/X_0 を求めて、これを図-5 の横軸上にとり、 $S_s(\beta)\%$ を同図縦軸上にとる。次にこの図-5 上の標本点に対して推定直線 (A) を挿入し、この直線が $S_s(\beta) = 50\%$ をすぎる点の横距が X_m/X_0 であるから、これから容易に X_m が決まる。これを式 (5) の X に代入して $X_m = k\beta_m / (g - \beta_m)$, これから β_m が算出される。 β_q も β_m と全く同

図-5 対数確率紙上における β_m 及び β_p の決定

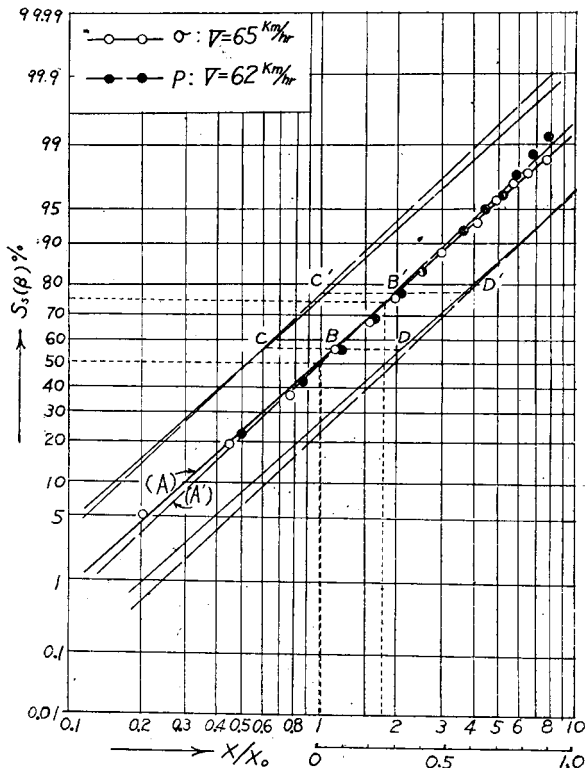
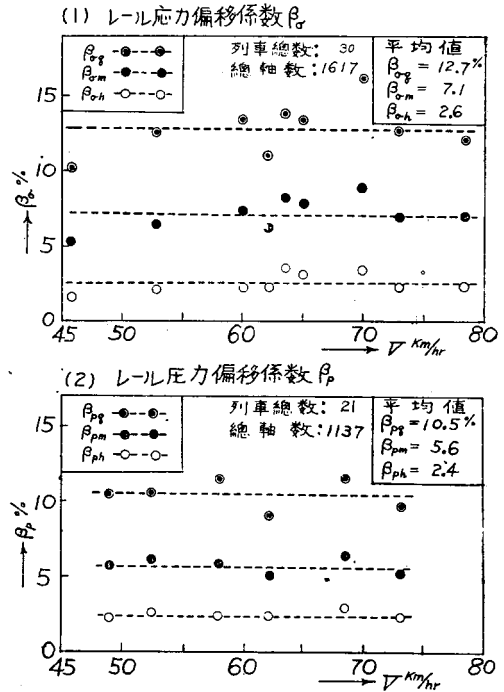


図-6 偏移係数 β と速度 V との関係



様に $S_s(\beta) = 75\%$ を直線 (A) がすぎる点の横距が X_q/X_0 で X_0 が既知であるから X_q が決まる。従つて $X_q = k\beta_q / (g - \beta_q)$ より β_q が決定できる。

(5) $\beta_h, \beta_m, \beta_q$ の計算値と速度 V との関係

2. で述べた国鉄軌道における実験資料を用いて数値計算を行った。これらのうちから列車速度 $V = 65 \text{ km/hr}$ に対する β_σ , $V = 62 \text{ km/hr}$ に対する β_p に関するそれぞれ $\beta_{\sigma m}, \beta_{\sigma q}, \beta_{p m}, \beta_{p q}$ を決定した一数值計算例を図-5 に示した。次にはほぼ同一速度に属する数個旅客列車群 (いずれも約3個列車) を1単位とつて、図-2, 4, 5 に示したと全く同様の計算を行つて $\beta_h, \beta_m, \beta_q$ を算出し、これらの各値を速度 V に対して一括図示したのが図-6 である。この図-6 に対する考察は 5. で行う。

4. Slade 型分布適用の妥当性 すなわち β_σ, β_p の信頼度の検討

図-2 の頻度分布を Slade 型と仮定して図-5.6 をえたが、この仮定が妥当であれば図-5 上の各標本点はほぼ一直線上にプロットされねばならない。実際には図-5 に示したとおりで、これらの標本点に対して直線 (A) を挿入することができた。さらにこの Slade 型分布適用の妥当性

すなわち β_σ, β_P の信頼度を厳密に検討するために次の方法をとった。すなわち β の標本値と推定値とのずれの許容限界として、誤差論における推差を採用することにする。これを本文に適用すると式(5)の変量 $\log X$ の許容範囲は、

$$\log X \pm 0.6745 \text{ str.}(\log X) \\ = \log X \pm 0.6745 / (\sqrt{2} C_0) \dots \dots (12)$$

で与えられる。式(12)の標準偏差 $\text{str.}(\log X)$ は一般に2次積率の平方根である。次に式(5)の $V_s(\beta)$ の2次積率関数を $S_0(\eta)$ と表わす。一方式(5)の累加関数 $S_s(\beta)$ は $S_0(\xi)$ * と表わされる。この $S_0(\eta)$ と $S_0(\xi)$ との媒介変量間には $\eta = \xi - K$ (K : 式(7))の関係がある。従つて $S_0(\eta)$ は $S_0(\xi)$ と同様に Gauss の正規型として表われることがわかる。この性質を利用して式(12)によつて信頼度の吟味を行うには図-5の対数確率紙上で図式的に行うのが便利である。すなわち図-5において推定直線(A)上の任意点Bの左右に、式(12)の第2項で算出される $0.6745 \text{ str.}(\log X)$ の値を図-5下に記入した真数目盛でとつてC, D点を決める。次にこのC, D点を通つて直線(A)に平行線を引く。しかして各標本点がこの両平行線間に含まれれば、実験資料をSlade型分布として仮定の妥当なことが立証されるわけである。しかし図-5よりわかるとおり本文の実験資料はすべて両平行線間に入つているので、3.(1)の仮定は妥当で図-6の統計諸量 β は十分の信頼度があるといえる。

5. β とその計算結果に対する考察

1. で述べた各種の条件が原因して生ずるレール応力 σ_L, σ_R 及び圧力 P_L, P_R の左右非対称性を式(1)の上欄にかいた β_σ の式からわかるように、左右レールの平均値 $(\sigma_L + \sigma_R)/2, (P_L + P_R)/2$ からそれぞれ偏移する割合としてこれを β_σ, β_P で表わして、本文の理論に従つて一実験資料に基づいて数値計算を行つて図-6の結果をえた。

1) 図-6は国鉄営業列車((1),(2)それぞれ列車総数: 30および21, 総軸数: 1617及び1137)に対する結果で、広範囲の $\beta-V$ 関係は十分にはわからないが、同図の $45 < V < 80 \text{ km/hr}$ の常用速度内では 70 km/hr 付近で β は若干大きい傾向はあるが、大局的には V による β の変化はかなり小であるといえる。

2) そこで便宜上各速度ごとの車軸数すなわち標本数を軽重率によつて総平均値を算出した値を図-6右上欄に記入し、かつ同図中に点直線で示した。この場合 $\beta_q, \beta_m, \beta_h$ のいずれをとるかは当然その目的により異なるが、現地軌道で最も多く発生している値は

* $S_0(\xi)$ は Gauss 分布の累加関数である

$\beta_h \cong 3\%$, 発生する平均値的な値は $\beta_m \cong 7\%$, 設計、強度問題等の計算に採用すべき値は $\beta_q \cong 12\%$ 程度と考へてさしつかえなからう。

3) 図-6で β_σ と β_P に対する $\beta_q, \beta_m, \beta_h$ が若干異なつてゐるが、これは β_σ, β_P 両計測点が 2.80 m 距つており、かつ β_σ, β_P はそれぞれ全く別個の列車を実験資料にとつてゐること⁷⁾ が大きな原因であると思う。従つて β_σ と β_P とは定性的かつ定量的にはほぼ同一の傾向にあると考へてもよいと思はれる。

4) 国鉄旅客列車による図-6のほか、図-1に示したレール首下応力による β , 貨物列車に対する β , 私鉄電車軌道における β の測定等も行つたが、計算結果はいずれも図-6と大差はなかつた。なお曲線軌道では当然ながら図-6とは傾向が異なるだろう。

次に本文で取扱つた β を軌道力学ないしは軌道の保守設計の具体的な問題と結びつけると次のことが考察される。

1) β を発生した原因としてあげた 1. 1) の軌道条件はいわゆる軌道管理によつて規定の限度内に保守することが試みられているが、実情としてはこれらを全く消去することはできず、この軌道の狂い量と β とはある程度関係があると思はれる。

2) 1. 2) の車両条件のうち左右動揺, 左右動揺, 蛇行動揺, 特に左右動揺の影響は大きい。この 1), 2) については最も簡単な場合を対象として今後研究を行いたいと思つてゐる。

3) もしも 1. 1) の軌道条件を無視しうる場合には、1車軸当りの横圧力 H は本文の β_P から近似的ではあるが、 $H = G \beta_P W / r$ で算出できる、ただし $2W$: 軸重, G : 左右レールの中心間隔, r : 車輪半径⁸⁾。

4) 図-6のほか $V = 0 \sim 45, > 80 \text{ km/hr}$ に対する β が測定算出されると、このようにして求めた $\beta(V)$ は当然速度と偏移とから構成されているので、従来の衝撃係数に代つて採用されるべき重要な意義を有する。この $\beta(V)$ は軌道のほか橋梁, 単線高架構造物への作用荷重にも若干考慮されるべきものであろう。

終りに臨み本研究の統計学的取扱いに終始有益な御助言を頂いた当大学岩井重久教授並びに現地実験に多大の労苦を頂いた当教室前田泰敬助手に深謝する次第である。

参考文献その他

- 1) このことについてはすでに著者の一人が概述している(小林 勇: 軌道の力学的性質に関する二, 三の実験的研究, 土木学会論文集, 第22号)。本文ではこれをさらに統計学的に処理しようとしたものである。なおこの左右レールで異

- なつた応力及び圧力をうけるという現象は、もちろん左右レールに取付けた計器の測定誤差が若干含まれていることは考えられる。しかしながら取付け計器以外は全く同一の条件において、一方側のみの応力及び圧力が常に大きいとは限らず、各車輪軸ごとによつて左右への偏移が異なつてゐる。このことは数多くの実験地点で数多くの通過車輪軸によつて起つた現象であつて、本文の場合も上記の左右レールの測定誤差の影響はまず無視してもよいと思う。
- 2) 測定はすべて動ヒズミ測定装置（三栄測器 KK 製品）を使用。
 - 3) 国鉄東海道本線草津・石山両駅間直線軌道（東京起点 495.25 km で昭.28.11.18~20 に実施、軌道条件は、軌道：直線，水平，保守良好，レール：PS 50 kg，長さ 25 m，枕木：並枕木，タイプレート使用，最大間隔 62 cm，道床：碎石その他は国鉄規定どおり。
 - 4) 図-2 の作成は P.G. Hoel, Introduction to

Mathematical Statistics, pp 3~6 参照。

- 5) 岩井重久：Slade 型分布の非対称性の吟味及びその 2,3 の新解法，土木学会論文集，第 4 号，昭.24.6，p. 86 式 (4)。
- 6) この k はいうまでもなく式 (5) の C ，従つて ξ の値自身には変化を与えない。同じことが以後の数値計算すべてについていえる。
- 7) 図-1 のレール圧力計挿入による σ への悪影響を避けるため，本実験ではレール継目から No. 5 枕木直上に圧力計を，No. 9, 10，枕木間隔中央にヒズミ計を取り付けた。また同一列車に対して β_σ, β_P の同時測定は，もちろん可能であるが，若干異なつた条件によつてもなお β_σ, β_P が同一の傾向を有し，従つて車体の偏移は σ, P いずれからでも測定しうることを確認しようとしたわけである。
- 8) Proceedings of the AREA, vol. 48, 1947, p. 788, Fig. 11.

(昭 29.12.18)

直交異方性鋼床板の実験的研究

正員	工学博士	成	岡	昌	夫*
正員		大	村		裕**
正員		伊	藤	敏	一***

AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE STEEL SLAB

(JSCE Aug. 1955)

Dr. Eng., Masao Naruoka, C.E. Member, Hiroshi Ōmura, C.E. Member,
Kōichi Itō, C.E. Member.

Synopsis An experimental study of the steel slab was done about the following subjects, that is, 1) Making, 2) Load test in elastic range, 3) Yield load test. The load test shows that the theory of orthotropic plate is effective in the calculation of steel slab and that the value of $H/\sqrt{B_x B_y}$ is between 0, and 1.0, The yield load is very higher than the calculated value by the theory of limit design. This means that it is necessary to research the ultimate load of iso- and orthotropic plate.

1. はしがき

最近の橋梁構造の進歩として、種々の事項をあげることができるが、そのうちのひとつとして、荷重の増大にともなう死荷重の軽減があげられる。道路橋においては、死荷重応力を小さくすること、すなわち構造による死荷重を軽減することは、特に重要である。死荷重の軽減法には、種々の方法、構造が考えられるが、a) 高抗張力鋼，軽合金の採用，b) 床板，床組構造の改良，c) 主桁構造の改良，d) 溶接構造の採用など

は、そのおもなものである。最近いちじるしい進歩をみた箱桁，合成桁，格子桁は、いずれも b) と c) をあわせた構造の改良である。

床板構造の改良のうち最も顕著なものは、ドイツの長大橋で採用された鋼床板であろう。Köln-Mülheim 橋，Düsseldorf-Neuss 橋，Kurpfalz 橋などは、いずれも鋼床板を採用し、鋼重の軽減に画期的成功を収めている¹⁾。わが国でも田端一駝込間中里跨線橋（下路プレートガーダー）に応用された。

鋼床板は縦肋材，横肋材で補強された平板であるから，輪荷重による床板の応力解析は，補強材つき平板として取り扱う必要がある。ドイツにおいては，通常これを直交異方性板として解析する方法がとられ，供

* 京都大学教授，工学研究所

** 神戸大学助教授，工学部土木工学教室

*** 新三菱重工業KK 神戸造船所技師，鉄構設計課