

(IV-14) 軌道保守の合理化に関するOR的一考察

京都大学工学部 正員 渡 部 卓 郎

同 大学院 正員 清 水 好 三

同 正員 勝 見 雅

1. 緒 言

軌道の保守作業を合理的に遂行するためには保守周期、保守目標値を線区別につかむことが重要であり、ここでは保守労力量の経済性を考慮して、それらの関係を考察する。そのためには数多くの測定値より信頼できるデータを集めて結論せねばならないが、目下のところ測定値が非常に少ないので、考え方の基本とその途中経過を概述する。

2. 基本方針

軌道は列車通過による外荷重の繰返しによつて時間とともに悪化するが、ある程度放置された後には保守作業によつて良い状態に復元される。この関係を示すと図-1のごとくであると考えられる。また保守作業に要する費用は作業量の大小に比例することはもちろんであるが、作業終了時の軌道状態に密接な関係があると思われる。すなわち単位保守量当りの作業費は、作業によつて軌道を完全に狂いのないものにしようとするれば無限大になり、そのままの状態で放置しておくためには0でよいから、図-2のようになると考えられる。したがつて図-1と図-2の両者の関係から軌道状態の保守限界値が決まれば、最も経済的な保守目標値が定まり、これより保守周期も決まることになる。

3. 測定項目

a) 軌道狂い指数 P 軌道状態の良否を判定するために軌道狂い指数 P をその判定基準とする。そのため 200 m 直線区間を 1 試験区間として 5 m 間隔の 40 測点における軌間、水準、通り、

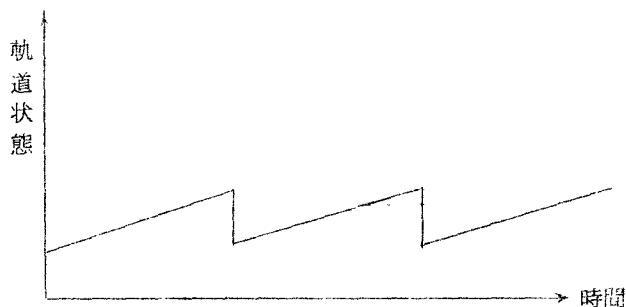


図 - 1

高低の 4 項目を対象とした。このため京阪電鉄、近畿日本電鉄の軌道において、軌道構造、列車回数異なる区間を 3 カ所ずつえらび計 6 カ所について昭和 35 年 6 月より 1 月ごとに検測を行なっている。なお P を求めるに当り

$P = f(m, \sigma, a)$ の a を $3mm$ とした。この結果上記 4 項目につき P を計算して、その 4 つの値の平均値をとって、その試験区間の軌道状態を表示した。この測定によつて図-1 における勾配が求まる。

b) 単位保守量当りの作業費 k 保守作業の前後において P を測定し、その間に投入された作業費（主として人件費）を調査する。これによつて延長 200 m 当りの直線軌道における P を、1% 低下させるに要する費用が求まる。この値を k として、 k と作業後の P の値との係が図-2 の関係を与える。

4. 費用の算定式

次のように記号を定める。

P_1 = 保守作業前の P 値、 P_2 = 保守作業後の P 値、 C_1 = 1 回の保守作業に要する 200 m 当りの段取費、 C_2 = 1 日当り 200 m 当りの線路巡回費、 T = 政策を確立しようとしている単位期間、（365 日とする）、 R = T の間に増加する P 値、 q = 1 回の保守作業で軌道が良くなる量、 $q = P_1 - P_2$ 、 t = 保守周期、 k = 200 m の直線軌道を P 1% 低下させるに要する費用、これらの記号より

$\frac{R}{q}$
— = 時間 T の間における作業の回数

kq = 1 回の保守作業に要する費用

$C_2 t$ = 1 周期間の線路巡回費用

したがつて 1 度保守作業が行なわれてから、次の保守作業に入るまで、すなわち 1 周期に要する費用は、 $C_1 + kq + C_2 t$ となる。結局、期間 T にわたつての総期待費用は 1 周期の費用と T 内の作業回数との積である。

$$TEC = (C_1 + kq + C_2 t) \frac{R}{q} \quad (1)$$

k は図-2 のように P_2 の関数であり双曲線になると思われる。すなわち $k P_2 = \alpha$ である。したがつて、

$$\begin{aligned} TEC &= \left(C_1 + \frac{\alpha}{P_2} q + C_2 t \right) \frac{R}{q} \\ &= \frac{C_1}{q} R + \frac{\alpha}{P_2} R + C_2 T = \frac{C_1}{P_1 - P_2} R + \frac{\alpha}{P_2} R + C_2 T \end{aligned} \quad (2)$$

式(2)の右辺の才1項は P_2 の増加とともに増大するが、才2項は P_2 の増加とともに減少する。したがってこれらの費用の最小となる P_{20} を見出せばよい。この関係を図-3に示した。

5. 計算例

現在のところ上記3の検測区間における実測データは未だ少ないが1例としてそれらのうちの一区間で得られた実測値を掲げこれによつて P_2 と t とを算出してみる。

図-4で6月18日の P が高いのは枕木更換作業中に検測を行つたため、軌道が相当荒れているためである。そのため外荷重による P の自然の増加率は図上の7月14日～8月20日の間における値のみが注目される。これによれば $R = 44.2$ となる。

つぎに $k P_2 = \alpha$ の関係は図-5のごとくであり、これから実験式を求めると $k P_2 = 9025$ となる。式(2)を P_2 で微分して式(3)がえられる。

$$\frac{d(TEC)}{dP_2} = \frac{C_1 R}{(P_1 - P_2)^2} - \frac{\alpha R}{P_2^2} \quad (3)$$

$$\text{式(3)より } C_1 R P_2^2 - \alpha R (P_1 - P_2)^2 = 0$$

いま仮に $C_1 = 500$ 円、 $P_1 = 25$ とすれば

$\alpha = 9025$ 、 $R = 44.2$ であるから、各記号に代入することによつて式(4)をうる。

$$P_2^2 - 53 P_2 + 661 = 0 \quad (4)$$

$0 < P_2 < P_1$ であることから式(4)を解いて $P_2 = 20.0$ が求まる。また $\left\{ \frac{d^2(TEC)}{dP_2^2} \right\}_{P_2=20} > 0$

$$P_1 - P_2$$

であり、その時 TEC は最小、 $t = \frac{P_1 - P_2}{R} T \doteq 4.1$ 日、 $k = 45.1$ 円となる。

$P_2 = 20$ あたりの k がそんなに安くなるかどうかは、図-5の例では実測されていないので確言できない。今後数多くの資料の提供が望まれる。

最後に、本検測に御協力頂いている京阪・近鉄の関係者各位に深謝する。

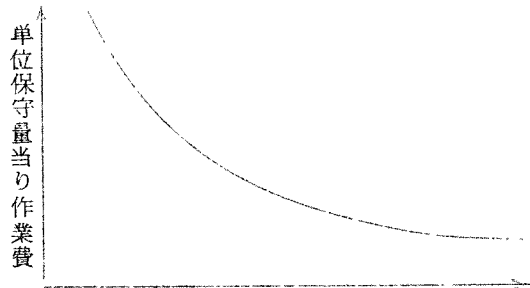


図-2 保線作業終了時の軌道状態

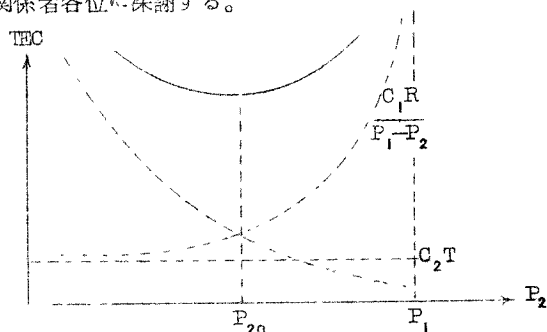
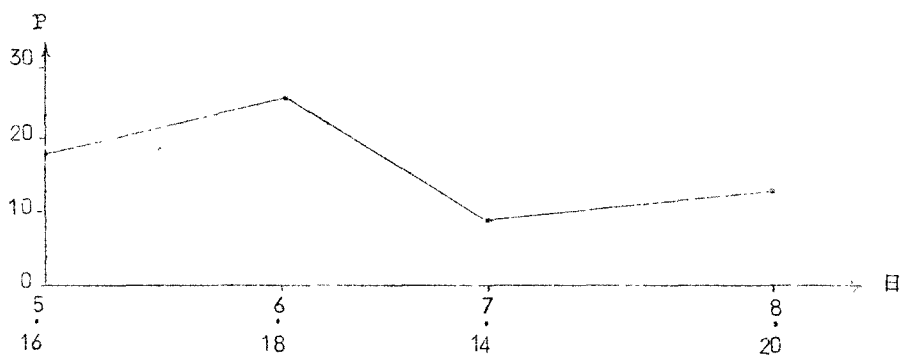
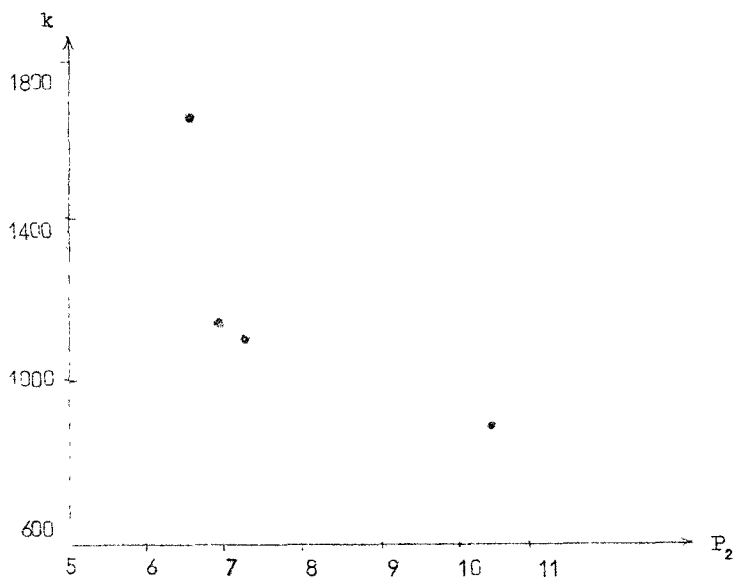


図-3



☒ — 4



☒ — 5