

V-24 標準軌間の曲線軌道における高速運転試験について

京都大学工学部 正員 〇小林 勇 京都大学工学部 正員 後藤尚男
京阪神急行電鉄 正員 天野毅彦 近畿日本鉄道 正員 柳瀬珠郎

曲線軌道部の列車速度を向上させることは、今日鉄道における最も重要な課題の一つである。狹軌軌道曲線部については、昭和31年8月東武鉄道において高速試験運転が実施された¹⁾。われわれは引続き標準軌間軌道曲線部において同様の試験を実施した。ここに軌道関係についての試験結果を報告する。

1 試験の概要²⁾

本試験の目的はいうまでもなく、カント不足量を許容した場合に軌道各部に及ぼす影響を具体的に調査し、これより曲線軌道部における列車速度向上の可能性を検討しようとするところにある。このため昭和32年8月—9月の間に近畿日本鉄道、大阪線恩智 ($R=604m$)、同関屋 ($402m$)、及び京阪神急行電鉄、京都線上新庄 ($380m$)、同長岡天神 ($590m$) の4現地において、試験車の深夜運転によって試験を実施した。この場合運転速度はカント設定速度 V_1 、英国及び独逸と同一の安全率でカント不足量を許容した速度 V_2 、 V_3 の3者を標準とした。ただしここに $V_1 < V_2 < V_3$ (たとえば $R=590m$ 、実カント量 $C=132mm$ の1例では、 $V_1, V_2, V_3 = 80, 98, 110 \text{ km/hr}$)。なお軌道関係で測定した項目はレール圧力、レール撓み、車輛乗上り及び道床振動等である(測定装置の説明は省略³⁾)。

2. 試験結果

(1) レール圧力 内外軌における枕木に対する直圧 P は $3 \sim 6 \text{ ton}$ 、同じく横圧 Q は $1 \sim 3 \text{ ton}$ で、速度 V の上昇に対して P, Q とともに、外軌では若干増大し内軌では僅か減少した。

また各車輛別では P はボギー後輪、 Q はボギー前輪による値がそれぞれ大となった。更に Q は曲線半径 R の小さいほど大なる傾向を示した。

(2) レールの撓み レールの撓み y は $2 \sim 5 \text{ mm}$ 、外方横撓み y' は $1 \sim 2 \text{ mm}$ で、車輛通過時の軌間拡大量は $3 \sim 4 \text{ mm}$ であることがわかった。 y, y' はいずれも V の上昇に応じて外軌で若干増大し内軌で僅か減少し、更に y はボギー後輪で大きく y' は前輪で大きい結果が測定された。

(3) 車輛フランジかかり量 車輛フランジのレールに対する鉛直かかり量 f は $23 \sim 26 \text{ mm}$ で、 $2/3 \text{ mm}$ に及ぶものは僅か2, 3に過ぎなかった。

(4) 道床振動 自己振動数 30 C.P.S. の加速度計で上下、左右、前後各方向の加速度 a_x, a_y, a_z を同時測定したが、 a_x のレール中央部、 $V=100 \text{ km/hr}$ における最大値は $a_x \approx 1g$ 、 $a_z \approx 0.5g$ 程度に達した。レール継目部では更にこの1.5倍程度の値が記録された。更に a_y はボギー後輪による値が大きく、 a_x はこの逆であり、一方振動数は a_x で $60 \sim 80 \text{ C.P.S.}$ 、 a_y, a_z で $40 \sim 60 \text{ C.P.S.}$ と比較的一定した値が測定された。

3. 試験結果の考察

(1) 車両合力線の離心率及び安全率 2.(1) の外内軌のレール圧力測定値 P_o, P_i から離心

率 $\gamma = \frac{e}{G} \cong (P_0 - P_1) / 2(P_0 + P_1)^{4)}$ を算出したところ、この γ は各車軸によってかなり変動し、その最大値は V_1 において 0.23 に及んだ(ただし超過確率 $F' = 5\%$)。しかし γ は各車軸別の P_0 , P_1 よりも車両全体として考へべきである。そこで全車軸に対する $F' = 50\%$ の値を定めると、 V_1 , V_2 , V_3 に充てて $\gamma = 0.04, 0.09, 0.14$, 程度となった。したがって合力線が軌間の middle third に作用することに対して、安全率 $\beta = 1/\gamma = 4.2, 1.9, 1.2$, 程度の安全率を有していることがわかった。

(2) レール圧力比(脱線係数) 2, (1), (2) から Q/p をとりこれを脱線係数とみなすと、この値の多くは 0.3~0.5 の範囲内にあり、2, 3 の値は 1.0 に近接した。しかるに $u = 0.1$, $\theta = 60^\circ$ を假定した場合の乗上り脱線条件式は $Q/p > 2.2$ である⁵⁾。したがって上記の $Q/p = 0.3 \sim 0.5 \sim (1.0)$ は一応安全であるといえる。

(3) ボギー前後軸の運動 2 (1)~(4) より P , y , d_r 等の上下方向測定値はいずれも後輪による値が大きく、 Q , y' , d_k 等左右方向測定値はいずれも前輪による値が大きい傾向を示している。これらは走行中各ボギーの前輪は後輪より若干浮上り気味で、かつ外軌を衝撃していくことを裏付けている。この傾向が1列車中の前方ボギー一程顕著であることは注目される。なお制御車の左右方向測定値が、電動車のそれより一般に大きいことは制御車の重心位置が高いためであると考えられる。

(4) 道床振動の特性 各測定の路盤調査を実施して、路盤係数 K の測定値と貫入試験番による打撃数 N とを求めたところ、 $\log K - d_r$, $\log N - d_r$ はおおむね直線的な減少関係となった。これは路盤強度と道床の加速度とが一応相反関係の傾向にあるものとして注目される。なお道床加速度許容値は道床が自由面を有すること、及び最大的なものは瞬間的部分的にしか作用しないことから、1g を起してもある程度差支えなからうと思う。

4 結言

曲線軌道部における速度向上に関しては、なお慎重な調査と考察とが必要であるが、速度 110 km/h までの本試験のうち、軌道関係のみからは一応次のように考えられる。すなわち英国式による V_2 までは各測定値ともほぼ安全であるが、独国式による V_3 ではレールの横撓み、各車輪別の離心率及び道床の加速度に若干の問題があるようである。したがって適正カント式は、カント不足量を許容した英国式と独国式の間で、英国式に近い式が一応妥当であると考えられる⁶⁾。本研究は京都大学助手、八木寿、橋本正雄、同大学院学生、後藤清、福井進彦、藤田賢二、奥村敏久、高橋敏の諸君及び近鉄、阪急両社各位の多大な助力によって実施されたものである。

注 1) 私鉄経営者協会技術委員会、高速度運転調査関東地方委員会：私鉄高速度運転調査報告(鉄軌線)昭32.3

2) これらの概略は土木学会関西支部講演会で報告(昭32.11.10)

3) 友和知夫：日英米の曲線路の諸元の比較、鉄道業務研究資料、12-2, 昭30.1.参照

4) E_2 : 車両重量と遠心力との合力線の軌間中央からの偏移量, G : カントに関する軌間

5) 沖原孝八：列車脱線防止の理論と実際, pp. 4-8, 昭26.12. μ : 摩擦係数, θ : 接触水平角

6) 一案として $C_d = 120 - 0.4C$ が考えられる(C_d : 許容最大カント不足量:mm, C : 実カント量:mm)。この式によると結局各測定点軌道の速度を現行の制限速度の約数 1.4 倍向上させることになる。