

IV-1 曲線部における軌道試験結果

京都大学工学部 正員 工博 小林 勇 正員 藤田 賢二

京阪電鉄土木部 正員 ○加納 次郎 正員 志茂山 保夫

1. まえがき 列車運転の高速化を阻む曲線部の制限速度をいかに向上し、またこれをいかに決定すべきかは今日最も重要な課題の一つである。これに關しては、関西鉄道協会により昭和32年近畿日本鐵道大阪線および京阪神急行電鉄京都線の半径600mと400mの標準軌間曲線部について高速度運転試験が行われ^{1,2)}たが、さらにこの問題解明のため、われわれは昭和33年6月京阪電鉄京阪本線において半径400mの曲線部2カ所を選んで高速度運転を実施したので、ここにその概要を報告する。

2. 試験の概要 試験は昭和33年6月7~12日、最終營業列車通過後の深夜に試験列車(無載荷)を運転して行った。

a) 試験場所 京阪本線淀・中書島駅間の淀八番および千両松曲線を選び、軌道における実状把握の意味から軌道にはなんら手を加えず、ありのままの姿で測定を行った。

b) 供試車両 試験は現在特急列車として使用している1700形車両(金屋バネ台車)および1800形車両(空気バネ台車)による2種の編成列車を対象とした。

c) 試験速度 速度は概略20~95 km/h間、10または5 km/h刻みとし、特に表に示す $V_1 \cdot V_2 \cdot V_3$ 付近の速度に重点をおいて測定を行った。ここに V_1 はカント設定速度、 $V_2 \cdot V_3$ はそれぞれイギリス・ドイツと同一安全率でカント不足を認めた許容速度である。

V_1, V_2, V_3 の計算値 (km/h)			
速度 場所	V_1	V_2	V_3
淀八番曲線	73	88	100
千両松曲線	71	86	99

注) 車両重心高は2.5倍定速時の1.50mとして計算した。

d) 測定項目および使用計器 測定はレール圧力(直圧・横圧)、レール変位、車輪フランジかかり量、道床振動および車両動揺について行い、前者の3項目については電気抵抗線歪計を用い電磁オツシログラフに記録せしめた。

3. 測定結果

a) レール圧力 レールからまくら木に作用する直圧および横圧の測定結果は、おおむね外軌直圧: 2~6t, 内軌直圧: 2~5t, 外軌横圧: 1~3.5t, 内軌横圧: 1t前後で、一般に列車速度の増大に伴い外軌側の直圧・横圧は増加し、内軌側は減少した。しかも、外軌側は内軌側よりも速度の影響を多く受け、また車軸別では一般に直圧は台車後軸、横圧は台車前軸の方が大きな値を示した。

b) レール変位 レール沈下および軌間外方へのレール頭横変位に対する測定結果は、外軌沈下: 2.5~4.5mm, 内軌沈下: 1.5~3.5mm, 外軌横変位: 1~3.9mm, 内軌横変位: 0.5~2mmであった。外軌横変位は多分に速度影響を受けたが、その他はあまり速度の影響を受けない。車軸別では横変位は台車前軸、沈下は一般に後軸により大きな値を示した。

c) 車輪フランジかかり量 レール頭部摩耗面と車輪フランジ先端との垂直距離を車輪フランジかかり量と呼ぶことにする。その測定結果の多くは22~27mmで、速度の増加とともに外軌側の値は減少し、内軌側の値は増大する傾向があり、特にこのことは内軌側において顕著である。なお車軸別の差異は明瞭ではないが、一般に外軌側は台車前軸の値が

小さいようである。

d) 道床振動 自己振動数 30 cps, 測定範囲 $\pm 2.5g$ の 3 成分振動加速度計を使用し、軌間内で継目部をさけて測定した振動加速度と振動数は概略、上下方向: $0.3 \sim 0.7g$, 35~50 cps; 左右方向: $0.1 \sim 0.4g$, 35~55 cps; 前後方向: $0.3 \sim 0.7g$, 40~50 cps であった。振動加速度は列車速度に関し 2 次(上下・前後方向)もしくは 1 次(左右方向)比例的に増大するのに対し、振動数はほとんど速度に関係なく一定値を示した。

e) 車面動揺 3 成分動揺加速度計と試験列車オ 1 両目の前部台車中心の床上に据えて測定した結果、空気バネ台車の 1800 形車の方が 1700 形車より小さい加速度を示した。その最大測定値は上方動: 1700 形車 $0.14g$, 1800 形車 $0.12g$; 左右動: 1700 形車 $0.13g$, 1800 形車 $0.11g$; また静的横方向加速度: $0.1g$ であった。

4. 測定結果の考察

a) 離心率および安全率 車両重量と遠心力の合力線の軌間中心からの離心率は、内外軌の測定直圧 P_i , P_o よりして $\gamma = (P_o - P_i) / 2(P_o + P_i)$ で計算し、その高速時における最大値は 1700 形車で 0.25, 1800 形車で 0.1 となった。また $\gamma = 0$ となる列車速度は一般にカント設定速度よりは高く、1700 形車では $75 \sim 85 \text{ km/h}$, 1800 形車では $85 \sim 90 \text{ km/h}$ となった。次にこの合力線が軌間の中央 $1/3$ 点を通ることに対する安全率 $\beta = 1/\gamma$ の最小値は 1700 形車で 0.67, 1800 形車で 1.70 となり、 $\beta < 1$ の場合も生じたが、これは 1 車軸についての値であって、車両全体については $\beta > 1$ となる。

b) 脱線係数 レールの横圧・直圧の測定値の比 Q/p が脱線係数を示すものとして、その値を求めると外軌側で $0.4 \sim 0.7$, 内軌側で $0.1 \sim 0.4$ となり、乗上り脱線(限界値 0.94)に対して一応安全とみられる。

c) 統計的考察 外軌の直圧・横圧・横変位の 3 項目について、それらの測定値と列車速度との間に直線的回帰が成立するものとして、 $V_1 \cdot V_2 \cdot V_3$ の各速度に対する超過確率 10% の値を算定すると、最大値は $V_3 = 100 \text{ km/h}$ に対し直圧 6.4 t, 横圧 3.6 t, 横変位 3.9 mm となり、これらの値を許容するには相当の軌道強化と整備を要するものと考えられる。

5. むすび 以上の測定結果とその考察からして、この試験軌道は構造および保守状態の上で決して良好とはいえないが、 $V = 87 \text{ km/h}$ 程度までならば各測定値とも従来の許容限度内にあって安全と考えられる。しかし V_3 まで速度を向上するときは、許容限度を超過する測定値が相当発生するものと推定される。したがって不足カント量の決定式としてはイギリス式とドイツ式の間が妥当と考えられ、一案として $C_d = 120 - 0.2C$ (C_d : 不足カント量, C : 実カント量, mm) を用い、この曲線路でカント不足を認めた許容速度を求めると約 91 km/h となり、現行の制限速度 80 km/h をかなり向上しうることとなる。ただしこの実施にあたっては、さらに十分かつ慎重な調査検討とともに軌道構造の強化と整備を要すべきことはもちろんである。

1) 小林・後藤・天野・柳瀬: 標準軌間の曲線軌道における高速運転試験について, 土木学会オ 13 回年次学術講演会, 昭 33.

2) 関西鉄道協会技術委員会: 私鉄高速度運転調査報告書(広軌編), 昭 33.