速度差と線路条件による電車運転士の精神的負担

○池田守利, 佐藤 清, 澤 貢 (鉄道総研・産業衛生)

Mental load of electric railcar drivers at different train speeds in various track conditions

○ M.Ikeda, K.Satou, M.Sawa (Railway Technical Research Institute)

1. はじめに

現在、JR各社では新型車両を導入して、在来線の最高速度を 130km/h または 160km/h の営業運転を目指し、すでに一部の特定区間では 130km/h の運転が実施されている。

1 次調査と 3 次調査において、列車速度の向上に伴い、見越し不良のカーブや踏切に対する警戒心が強まることで運転士の生理反応に観察された。このように、列車の高速化は前方視界から受ける情報密度を高め、前方障害物に対する注意力の集中とそれに対する瞬時的な判断と操作が要求されるなど、運転士の精神的緊張を高めることが見られた。

そこで 2 次調査および 4 次調査として、今後高速化が計画されると思われる線区で、踏切がなくカーブの少ない所を選定し、運転速度の異なる普通列車と特急列車を運転する際の電車運転士の生理的反応および運転諸条件などを測定し、解析を行い高速化がもたらす電車運転士への影響を検討した。

その結果、高速運転作業時の電車運転士の生理的反応などから得られた特徴を述べる。

2. 調査方法

- (1) 1 次調査：営業列車（線路条件通常）
 - (2) 2 次調査：試験列車（線路条件良好）
 - (3) 3 次調査：営業列車（線路条件通常）
 - (4) 4 次調査：試験列車（線路条件良好）
- 測定項目：運転士の生理機能（HR, EOG, CFF）と運転諸情報（速度、主幹制御操作等）

3. 結果と考察

3.1 精神的緊張を高める要因

電車運転では、駅停車の際のブレーキ操作が精神的緊張を高める主な要因となる。さらに速度が速い準急や特急では、規定の運転時間を守るための速度制御操作と見越しの悪いカーブや踏切などに対する警戒や不安がこれに加わる。

このほか指差称呼の動作を伴う信号確認や ATS の鳴動、EB 装置の作動時の警報等の音響的な刺激に対しては、そのつど大脳の意識水準を高めることが、これまでの一連の調査で認められた。

1 次調査および 3 次調査の各列車の運転作業では、運転速度が高まることにより、前述の精神的緊張を高める要因を受けることによる心拍数の増加がみられた。また、フリッカー値の変動パターンにも高進した状態がみられた。

一方、線路条件が良好な線区における 2 次調査の特急列車の運転作業では、運転速度が高まることにより生じるであろうと予測されていた生理的反応から精神的緊張はみられなかった。

むしろ心拍数の変動パターンは、平均速度が低い普通列車とはほぼ同じ傾向がみられた。さらに、フリッカー値の変動パターンから推察すると、復路で基準値よりやや低下していることから、単調状態に移行する傾向が若干うかがわれていると考えられる。

3.2 運転速度と心拍数

運転速度と電車運転士の心拍数との関係を表1と図1に示した。

速度は平均速度で心拍数は乗務前後の安静時に対する増加率で表した。図中の○印は1次調査、●印は2次調査、◎印は3次調査、◎印は4次調査で得られたものである。

表1 線路条件別と速度による心拍数変化

1次調査条件 平均速度 心拍数増加率	普通, 56.9km/h 8.5%	準急, 75.7km/h 11.5%	特急 91.1km/h 12.7%
2次調査条件 平均速度 心拍数増加率	普通, 59.8km/h 8.6%		特急 109.6km/h 9.2%
3次調査条件 平均速度 心拍数増加率			特急 99.9km/h 13.0%
4次調査条件 平均速度 心拍数増加率	100 km/h 91.1km/h 7.9%	130 km/h 108.8km/h 8.1%	160 km/h 117.0km/h 12.8%

1次調査の普通、準急、特急の場合と3次調査の特急では、平均速度が高くなるにしたがって心拍数が増加している。それに対して2次調査の普通、特急の条件の場合と4次調査の最高速度が160km/hの条件を除いた最高速度 100km/h, 130km/hの各走行条件の場合では、速度による差はほとんどみられない。

このような結果となった主要因は、線路条件の違いによることが大きいものと思われる。

なお、4次調査の最高速度が 160km/hの条件で観察された速度向上の影響による心拍数の高進については、この線区で 130km/h運転以下の運転経験はあるが 160km/hの条件での運転経験を要しない運転士を選出したためであり、この試験線区間での走行であれば次の運転からは速度の影響からくる精神的緊張による心拍数の増加は少ないと推察される。

図1 運転速度と心拍数

この点について、新幹線開業前の実験線で 100km/h を超える運転速度からみた運転士の生理的負担調査結果では、速度向上に応じて心拍数の増加がみられたが、速度に馴れた数ヵ月後では速度差による心拍数の顕著な変化は見られないことから容易に考えられる。

また、鉄道以外の自動車運転の場合においても一般道路を40～50km/hで走った時と、開業前の高速道路で単独走行した時の120km/hとが心拍数の上からは等しいという実験結果も得られている。

4. 結論

以上のことから、運転による心拍数の増加率の差異すなわち精神的緊張の程度は、単に運転速度の違いによるものだけではなく、線路や車両性能さらには環境条件の差異からくる「運転の余裕度」の違いによっていると考えられる。また、安全システムの充実に伴い単調傾向による意識レベルの低下という問題が生ずることも考慮しなければならない。