在来線列車の速度向上に伴う

信号方式の検討 — GG信号の視認性 —

○宇賀神 博、米山 信三、田村 敏昭（勸鉄道総合技術研究所）

Visibility of Signal Aspect 'Two Greens' for High-Speed Train.

H. Ugajin, S. Yoneyama, T. Tamura (Railway Tech. Res. Inst.)

はじめに

JR在来線（最高速度 120～130km/h）の速度向上（160km/h 運転）計画の技術的課題のひとつに信号方式の問題がある。

在来線では、主に多灯形色灯式信号機を用いて、赤R、黄Y、緑Gの色光（1～2灯）により、列車に対して停止・注意・進行などの指示（現示）をしている（確認距離 600m以上）。速度向上計画に伴い、160km/h列車の円滑な運行のため、進行信号（G）より高速側に新たな現示を追加することが検討されている。これは2個の緑色光により 160km/h運転を許容する現示（GG）である。

ここでは、このGG現示の視認性に関する試験研究結果を報告する。

試験1（地上での視認性比較）

現在の5種類の信号現示とGG現示、およびその代替案としてのFGG現示（2個のG灯が0.4秒毎に交互に点滅）の計7種類について、地上での視認性の比較調査を行った。

試験条件は、視距離（600mと800m）と信号点灯電圧（現行24Vと30V）とを変化させた。被験者は運転士35名で、各条件で2回ずつ、現示種別の判定と、その視認性についての6段階の評定をさせた。

GG現示の判定成績は、24V点灯、視距離600mで誤認率1.4%、800mで8.6%であり、30V点灯ではこれより成績は向上した。これらの判定エラーは、いずれもGG現示を

「G」と誤認したものである。

視認性評定の結果は図1に示す。

以上の結果から、次の知見を得た。

①GG現示は、確認距離600mの条件をほぼ満たしているが、現行5現示やFGG現示に比べて、視認性が高いとはいえない。

②GG現示は、視認条件が悪い場合「G」と誤認されやすい。

なお、FGG現示は、フラッシュ（点滅）表示の特性として、注意を引きやすい半面、一瞥しただけでは点滅の状態がわかりにくい難点があり、実用上の観点から、以下では、これを検討対象から除外している。

試験2（車上からの視認性比較）

つぎに、実際に高速走行中の列車の運転台からの視認性を調査することにした。現示はGG現示と現行5現示の6種類、視距離は3段階、信号点灯電圧は24Vとした。

試験場所は東北新幹線で、地上に1kmおきに8基の信号機を仮設した。被験者（在来線運転士のべ23名）は、160km/hで走行する新幹線の運転台から地上の信号機を注視し、手前1000m・800m・600mの3地点で現示を判定して押しボタン応答した。

結果は図2のようになり、視距離が延びるとGG現示の視認性は大きく低下した。GG現示を「G」と誤認した回数は600mでは0回、800mでは8回（5.4%）、1000mでは31回（21.1%）となった。

図1 信号現示の視認性評定結果
(35名×2回の平均)
(●—600m・30V ▲---800m・30V
○—600m・24V △---800m・24V)

図2 車上試験での現示種別の正答率
(□GG現示 のべ 147回)
(○他5現示計 " 217回)

GG現示実用化のための検討

以上より、600mからのGG現示の視認性については実用上まず問題はない(GGをGと誤認しても安全側)と考えられるが、高速運転用の現示としては、距離的に余裕をもって他の現示と識別できることが望ましい。

GGがGと誤認されるのは、2灯の間隔が十分に空いていないことによる。現在の信号方式は、2灯現示の場合、その中間に2灯をはさむ形であり(上述の試験でも同様)、灯間隔は510mmで、視距離600mからの視角は約3分となる。これを、中間に3灯をはさむ形にすると灯間隔730mmとなり、視距離600mからの視角で4分以上、視距離800mの場合でも3分以上が確保されるので、この方式を推奨することとした。

また、信号の点灯電圧を向上させることもGG現示の視認性改善に役立つが、これは新型電球の開発を待つ必要がある。

試験3(160km/h列車運転士による確認)

湖西線の160km/h速度向上試験(1990年5月)において、実際に160km/h列車のハンドルを握る運転士にとってのGG現示の視認性を調べ、同時に、高速運転中に時機を失せず信号を注視できる作業上の余裕があるかどうかを確認することとした。

仮設した信号機は5基で、GGの灯間隔は上述の検討を踏まえて730mm以上とした。

運転士4名が各3回乗務し、160km/hで運転中に通常の確認距離から信号の確認(指差喚呼)を行った。現示条件は、1人1回あたりGG4カ所、G1カ所である。

結果は、GG現示の判定エラーは1回もなく、灯間隔改善の効果があったといえる。

また、試験列車の運転速度とダイヤ上の余裕時分を区間ごとに变化させ、信号確認のタイミングを計測したところ、図3に示す結果となり、運転速度や余裕時分との関連は見出されなかった。これは、160km/h程度までの速度向上では、地上信号方式による列車運転のパフォーマンスに特に影響が表れないことを示唆する結果と考えられる。

しかし、列車の運転には、線区や車両の特徴などの要因が複雑に反映するので、トータルな運転作業負担という面では、さらに検討を加える必要がある。

早←タイミングのずれ(秒)→遅
図3 信号確認時機の区間・個人成績
・グラフは区間内平均値±標準偏差、
()内数字は信号数、線種は被験者別
(ただし運転速度は区間Ⅰ～Ⅲ 120km/h
Ⅳ 160km/hで、駅間余裕時分はⅠ 20秒、
Ⅱ 10秒、Ⅲ～Ⅳ 0秒)