Ⅳ-101　踏切通行者の挙動と警報時分の適正に関する一考察

大阪大学工学部　正員　毛利正光　福井工業大学　正員○長滝友治

1．まえがき　　国鉄は踏切事故防止対策の柱として「1種全しゃ断化」を推進し相当の効果をあげているが，事故分析の結果，市街地の踏切では『踏切の明視性』つまり「踏切所在の明確化」をはかることが重要対策であると判明した[1]。一方，踏切は道路交通のネックであり『踏切通行の円滑化』すなわち「警報時分の適正化」が急務である。本研究はこれらの基礎的研究として踏切近接時におけるドライバーの注視挙行動を分析すると共に「警報時分」に関する再検討を目的として踏切通過車両の通過時分を軸とした挙動解析を実施した。

2．踏切近接時における注視挙動　　ドライバーが踏切の所在を何によって視認するか，踏切視認前と視認後では注視対象物の注視時間比率がどのように変化するか，また制れた踏切と不制れな踏切の差異について分析するため，アイマークレコーダー10型を用いて比較論的に実施した。調査は福井工大の2名の学生を被験者とし，私鉄とクロースする補助幹線（2車線の市道）踏切（タイプ1），区画街路踏切（タイプ2），幹線（甲央分離帯をもつ4車線の県道）踏切（タイプ3）の規模の異なる踏切を普通乗用車（カローラ1500cc）で走行し，注視行動を16mmフイルムに1コマ/秒の速度で記録した。なお，タイプ1，タイプ2は不制れな踏切であり，タイプ3は通常走行している制れた踏切である。また解析はフイルム，モーションアナライザーを用いコマごとに注視対象物を記録した。

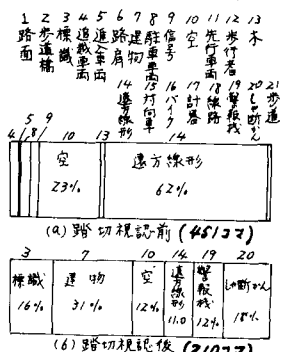


図-1　タイプ1（被験者S）

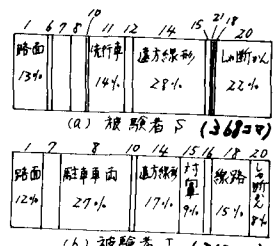


図-2　タイプ2

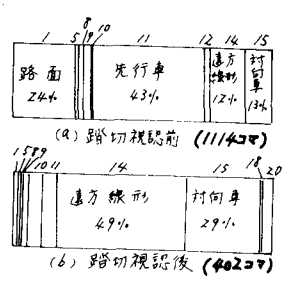


図-3　タイプ3（被験者S）

(1) タイプ1踏切　　被験者Sの各注視対象物に対する注視時間比率を図-1に示す。踏切視認は警報機によって認識し，踏切設備（警報機，しゃ断かん，線路）に対する注視比率は30%であり，かなり踏切に注意をはらっている。踏切視認前に比べ，視認後注視比率の高くなった主なものは建物（0%→31%），踏切警戒標識（0%→16%），逆に低くなったものは遠方線形（62%→11%），空（23%→12%）である。被験者I（当日参長）の踏切視認後の踏切設備に対する注視比率は31%，その他の対象物に対する踏切視認前後の注視時間比率パターンは被験者Sと同じ傾向を示した。なお被験者Sは踏切警戒標識を視認しているが被験者Iは見落としている。踏切発見はSはしゃ断かんによる。

(2) タイプ2踏切

市道（2車線）を右折し140m前方の踏切に近接したが同被験者とも右折後すぐ踏切を視認している。結果を図-2に示すが被験者Sは先行車両があり，遠方線形（28%）についで踏切設備（23%）の比率が高く，被験者Iは先行車両がない場合であり，駐車車両（27%）についで踏切設備（17%）が高く両者とも，かなり踏切を注視している。踏切発見はSはしゃ断かん，Iは線路である。

(3) タイプ3踏切　　被験者S（図-3）の踏切視認後の踏切設備に対する注視比率は4%ときわめて低い。踏切視認前は路面（24%）と先行車（43%）の注視比率が高いがこれは市街地の交通量の多い道路での典型的パターンである。踏切視認後，注視比率が高くなったものは遠方線形（12%→49%），対向車両（13%→29%），逆に低くなったものは路面（24%→2%），先行車（43%→6%）である。被験者Iは比べ先行車が遠いことから踏切視認前では注視対象物が多く，Sに比べ標識（6%），信号（12%）の比率が高い。以上の分析から大局的にみて不制れな踏切では遠方線形，空の注視比率の低下が目

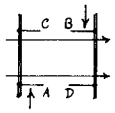
立ち，踏切設備に対する比率が30%程度と高い。また別れた踏切では逆に進方線形の注視比率が高く，踏切設備の比率がきわめて低くなる傾向にある。

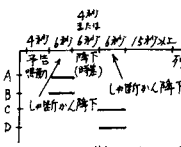
3．警報時分の適正に関する検討　「警報時分」が必要以上に長いことは踏切交通の円滑を阻害するばかりでなく「警報時分」が9秒以上，また「警報時分差」が6秒以上の場合，歩行者，自転車の「警報無視」事故がきわめて高いことがわかっている。[2] 国鉄の踏切設備基準に示されている警報時分の最小値は表－1のとおりであり，またその構成は図－4に示す。[3] この基本的な問題点は警報時分を一律数によって3群に大別していることであり当然踏切長によって決められるべきものである。本研究では最終的に警報時分を踏切長によって表わすモデルを求めることにあるが，今回の発表では踏切長，鉄道交通量，道路交通量など踏切現状の異なる6ケ所の踏切を対象に車種別踏切通過時分（一旦停止線から進出側しゃ断かんをクリアーするまでの所要時分）および警報時分の実態調査を行なって，現実に警報時分の調整が合理的に行なわれているか否かを分析した。（踏切長は図－5にA，B，C，D，E，Fで示す）

表－1　2組全しゃ断の警報時分

警報時分（秒）＼一線数	1～5	6～9	10～11
しゃ断かんの降下告時分	4	4	4
しゃ断かんの降下時分	6+6	6+4+6	6+6+6
しゃ断かん降下後列車の前頭が踏切に到達するまでの時分	15	15	15
警報時分の計	31	35	37

表－2に調査例として下踏切（一線数6本，踏切長33.2m，鉄道交通量387本/日，道路交通量4,245台/日）の一旦停止，除行進入のケースについて踏切通過所要時分を示す。踏切通過時分を正規分布とみなして，平均通過時分 T_m，$T_m+3\sigma$ と踏切長の関係を示したものが図－5である。各踏切の実際に調整されている警報時分の内［予告＋進入側しゃ断かん降下時分＋時差］に対して最も速度の遅い大型貨物（大型車規制の場合は小型貨物）について，一旦停止後踏切内に進入と同時に警報が鳴った場合，進出側しゃ断かんをクリアーするのにどれだけ余裕があるのを $T_m+3\sigma$ と対比してみると表－3のとおりで各踏切とも，かなり余裕があることが判明した。また列車到達時分が特急，普通，貨物などの速度差によって大きな差があり E踏切では最短19.2秒，最長10.8秒が観測され，この調整装置の開発が急務である。さらに今後の課題として $T_m+3\sigma$ 以上の確率は0.13%であるが，踏切進入と同時に鳴動する確率はきわめて低く鉄道交通量，道路交通量によって，この場合の事故発生確率がはまるが前述の如く自動車の安全のみ追求して警報時分を長くすることは歩行者，自転車の危険度を高くする。したがって，大型車を警報時分の対象とする一般踏切では図－5のように $T_m+3\sigma$ 線に対し階段的に踏切長によって警報時分（前述の［ ］内）を決めるのが適当と考える。



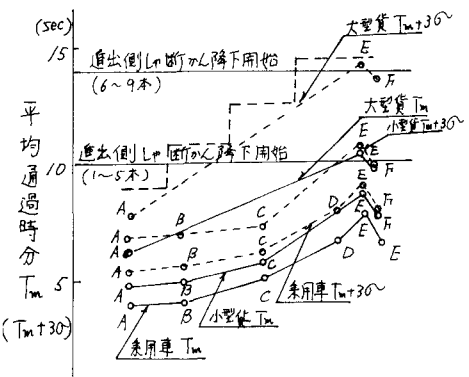


図－4　警報時分構成図

表－2　下踏切通過時分

	乗用車	軽自動車	小型貨物	大型貨物	バス
平均値（秒）	6.4 (6.0)	7.2 (6.1)	7.7 (7.5)	9.9 (8.1)	9.5 (7.7)
σ（秒）	0.4 (0.5)	0.8 (1.0)	0.8 (1.1)	1.2 (0.9)	1.0 (1.2)
／	6.0 (4.5)	1.6 (1.2)	2.3 (1.3)	4.7 (3.7)	4.7 (1.6)
85%ーセンタイル（秒）	5.6 (5.3)	6.2 (5.0)	6.4 (6.3)	8.2 (6.8)	8.2 (6.9)
50 〃 （〃）	6.5 (6.1)	7.3 (6.3)	7.8 (7.8)	9.6 (8.3)	9.6 (7.7)

注）（ ）内は除行進通過時分



図－5　踏切長と警報時分（T_m，$T_m+3\sigma$）

表－3　鳴動時分と $T_m+3\sigma$ の関係

踏切名	一線数	予告時分	進入側しゃ断かん降下時分	時差	鳴動時分の計	$T_m+3\sigma$
A	1本	4.1秒	6.2秒	0秒	10.3秒	7.6秒（大型）
B	2	4.3	5.4	2.5	12.2	6.9・（小型）
D	5	6.5	6.2	5.6	18.3	8.9・（〃）
E	5	4.6	5.7	10.8	21.1	14.3・（大型）
F	6	8.2	6.2	11.8	26.2	13.6・（〃）

参考文献：
1）長浜友治：1種全しゃ断踏切事故の危険性に関する基礎的研究，土木学会論文報告集 オ319号，1981.3
2）池田敏文外1名：踏切事故防止対策の研究（3），鉄道労働科学研究所，1981
3）信号保安協会：踏切保安の話，社団法人信号保安協会，1976.6