踏切の鳴動状態と混雑状態を考慮した通行者の歩行速度

○鈴木 大輔、遠藤 広晴、秋保 直弘、榎並 祥太、
水上 直樹（公益財団法人鉄道総合技術研究所）

Walking Velocity in Consideration of Railroad Crossing Warning and Congestion

Daisuke SUZUKI, Hiroharu ENDOH, Naohiro AKIU, Shota ENAMI,

Naoki MIZUKAMI (Railway Technical Research Institute)

1. はじめに

踏切事故の原因究明と再発防止のために国土交通省が設置した「高齢者等による踏切事故防止対策検討会」の報告¹⁾によると、2013年度の踏切事故死亡者に占める歩行者の割合は約7割で、そのうち約4割は65歳以上の高齢者であった。その原因として、歩行速度が遅いことや自動車とすれ違う際に歩行を中止してしまうこと等が挙げられた。踏切における歩行者の歩行速度特性を知ることが、踏切の安全性向上に極めて重要である。

歩行速度特性は、道路交通分野で研究されてきた。交通工学ハンドブック²⁾によると、通勤中では平均1.54m/s（標準偏差0.18m/s）、買い物中では平均1.06m/s（標準偏差0.19m/s）である。張ら³⁾は、横断歩道において青信号点滅時では歩行速度が速く、ばらつきが大きいことを明らかにした。

筆者ら⁴⁾は踏切の鳴動状態が歩行速度に与える影響を調査し、鳴動後に進入した場合は歩行速度が速く、ばらつきが大きいことを明らかにした。この傾向は横断歩道における青信号点滅の影響と一致したが、踏切では横断歩道より遅い傾向であり、その一因は踏切内の混雑であると考えられた。踏切が開いた直後に踏切内の密度が高くなるのは踏切交通の特徴の一つである。

そこで本研究では、踏切の鳴動状態と混雑状態を考慮し、通行者の歩行速度の特徴を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

踏切内の歩行者の実態を把握するため、踏切長の異なる3箇所の踏切をビデオカメラで撮影した。撮影にはビューポール（株式会社道路計画製）を用いた。ビューポールとは、ポールの先端にカメラを搭載した高所撮影システムである。踏切付近の照明柱等に設置し高所から踏切内を撮影した。

本研究では、多様な属性の歩行者を調査するために駅付近の踏切を選定した。これらの踏切の概要を表1に示す。A踏切は2本の線路を跨ぐ複線の踏切である。B踏切は4本の線路を跨いでいるが2本の線路は分岐した直後のため複々線の踏切の中では短めの踏切である。C踏切は5本の線路を跨いでおり複々線の踏切の中でも長めの踏切である。各歩行者が踏切に進入した時刻と進出した時刻を記録し、その時間差と踏切長から歩行速度を算出した。分析対象時間と計測人数を表1に併記した。

踏切の鳴動状態について、踏切の警報が鳴動する前に歩行者が踏切に進入した場合を「非鳴動」、鳴動後に進入した場合を「鳴動」と分類した。

混雑状態については、各歩行者が踏切に進入した際の踏切内の人数を計測し、歩道の面積で除して密度を算出した。踏切の映像から、歩行者が混雑の影響を受ける場面として以下の2つのパターンが観察された。

表1 対象踏切の概要・分析対象時間・計測人数

	A踏切	B踏切	C踏切
横断線数（本）	2	4	5
踏切長（m）	9.2	13.5	24.6
交通量（人／日）	9948	5074	5663
最寄り駅からの距離（m）	110	210	100
分析対象時間	2016年1月14日	2016年1月14日	2016年2月25日
	12:00～13:00	12:00～13:00	12:00～13:00
	16:00～17:00	16:00～17:00	16:00～17:00
計測人数（人）	1581	1454	1691

図1 混雑状態の主効果

①踏切に進入する際に他の歩行者の後ろに付いて歩行する場合

②踏切内の中央付近で逆側から横断してくる歩行者をよけながら歩行する場合

そこで、まず当該歩行者が踏切の前半部分に進入した際の前半部分の密度と、後半部分に進入した際の後半部分の密度を算出した。当該歩行者の踏切密度はそれらの高い方を採用することとした。道路交通に関する既存研究⁵⁾では、歩行者密度が0.3 (人/m²) を超えると通行に対して何らかの制約を想定することになり、1.0 (人/m²) を超えると自由歩行は困難になると言われている。本研究でも、この区分に従い集計した。

3. 結果

歩行者密度の分布はいずれの踏切でも、0.0～0.3 (人/m²) が 50～60%、0.3～1.0 (人/m²) が 30～40%、1.0 (人/m²) 以上が 0～10% であった。

踏切の鳴動状態と混雑状態が各踏切での歩行速度に及ぼす影響について検討するために、3元配置の分散分析を行った。その結果、踏切長 [$F(2, 4708)=26.95$]、鳴動状態 [$F(1, 4708)=193.63$]、混雑状態 [$F(2, 4708)=21.57$] の主効果に 1%水準で有意な差が認められた。混雑状態の主効果の結果を図1に示す。Scheffeの多重比較の結果、混雑状態の全ての組み合わせにおいて 1%水準で有意な差が認められた。また、鳴動状態×混雑状態の交互作用 [$F(2, 4708)=3.63$] に 5%水準で有意な差が認められた。交互作用の実態を図2に示す。鳴動後に進入する場合に歩行速度は速くなるが、密度が高い場合には低い場合ほど歩行速度を上げられないことがわかった。

図2 鳴動状態×混雑状態の交互作用

4. 考察

混雑状態の主効果に有意差が見られ、密度が高いほど速度が遅いことがわかった。踏切長×混雑状態の交互作用には有意差は見られず、踏切長に関わらず密度が高いほど速度が遅いことがわかった。鳴動状態×混雑状態の交互作用に有意差が見られ、鳴動後に進入する場合は鳴動前に進入する場合よりも、密度による歩行速度の低下がより顕著になることがわかった。このことから、鳴動後の進入時に混雑していると、踏切を渡り終わるのに思った以上に時間がかかり、遮断完了までに渡りきれない可能性が考えられる。

今後は踏切内の混雑対策について研究を進める予定である。

踏切の撮影においては、西武鉄道株式会社の関係者の皆様に多大なご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 高齢者等による踏切事故防止対策検討会：“高齢者等の踏切事故防止対策について”，2015.
- 2) 交通工学研究会編：“交通工学ハンドブック”，技法堂出版，p90-96，1984.
- 3) 張馨他：“横断歩道長と歩行者信号現示を考慮した横断歩行速度のモデル化”，土木学会論文集D3（土木計画学），Vol.70，No.5，pp. I_1031-I_1040，2014.
- 4) 鈴木大輔他：“踏切鳴動を考慮した踏切通行者の歩行速度”，人間工学，Vol.52，Supplement，pp. 308-309，2016.
- 5) 高宮進他：“歩行者交通流からみた歩道幅員に関する一考察”，土木技術資料，Vol.44，No.9，pp. 109-114，2002