

開かずの踏切における歩行者等立体横断施設の利用特性に関する研究

Study on Characteristics of Using Grade Separation Facilities at Railway Road Crossing

指導教授 下川 澄雄 安井 一彦

M2005 垣屋 諒治

1. はじめに

昭和36年の踏切道改良促進法の施行後、わが国の踏切は立体交差化や統廃合が進み、平成24年にはピーク時の約半数の約34,000ヶ所にまで減少¹⁾している。また、踏切事故の件数ならびに死傷者数も、踏切箇所数の減少や保安設備の整備等の総合的な踏切事故対策により大幅な減少傾向¹⁾にある。

しかし、近年は、踏切の箇所数および踏切事故による死傷者数は横ばいの状況にあり、平成24年度の死者数は前年を上回る126人¹⁾となり、依然として改良をすべき踏切が多く残されている状況である。また、踏切事故の内訳をみると、当事者の約4割が歩行者、事故原因の半数以上を直前横断が占めている¹⁾。このことから、交通の安全性と円滑性の観点から、踏切における歩行者の事故対策は重要な課題となっている。

わが国の踏切対策は、立体交差化等による抜本対策が原則であるが、財政状況等の事情より立体交差化等が困難である箇所、あるいは実施まで時間を要する箇所については、速効対策を積極的に講じていく必要がある。これについては、平成18年の踏切道改良促進法の改正時に「歩行者等立体横断施設」(以下、立体横断施設とする。)の整備計画が新たな対策方法として取り上げられ、先行調査²⁾により立体横断施設の利用率は踏切の遮断時間および開閉の頻度に依存することなどがわかっている。一方で、踏切の遮断時間の変動幅が利用率に影響しているかどうかなど、明らかになっていない部分も多く残されている。

そこで、本研究では、今後の立体横断施設の整備や利用促進に必要な知見を得るために、待ち時間が変動する状況などにおける立体横断施設の利用特性について考察することを目的とする。

2. 過去の調査と研究の動機づけ

先行調査では、開かずの踏切における歩行者行動調査において、立体横断施設の利用率は踏切の開閉頻度である開放回数(1時間あたりの踏切の開放する回数)

に影響を受けていることがわかっている。一方で、図-1に示すような開放回数では利用率が説明できないケースが存在した。この要因として、立体横断施設の構造や横断時間等は箇所により異なるため、「歩行者の踏切待ち時間と立体横断施設利用時間の時間差」が影響している可能性が示唆された。しかし、踏切待ち時間を決定する一回あたりの踏切遮断時間は、信号の赤現示と異なり動的に変化するものであり、図-2に示すようにその変動幅は平均の遮断時間によらず箇所で異なることが確認されている。

このように、遮断時間の変動による「待ち時間の不確実性」は通行者に対し不安やストレスを与え、立体横断施設の利用率を上げる要因になりうると推察される。そこで、待ち時間の不確実性に着目し、行動調査より行動実態の傾向を分析するとともに、意識調査より待ち時間が不確実な状況での歩行者の選択行動を分析し、利用率に対し不確実性が影響しているかどうかを把握することが本研究のねらいである。

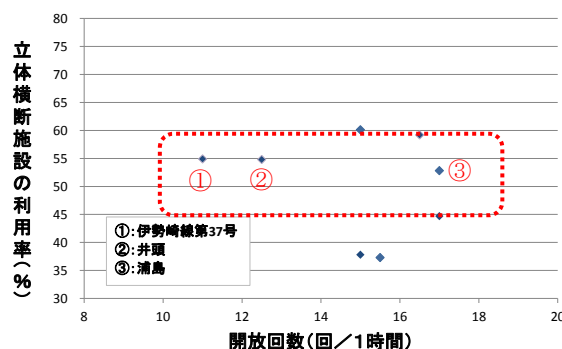


図-1 異なる開放回数で迂回率が近似するケース

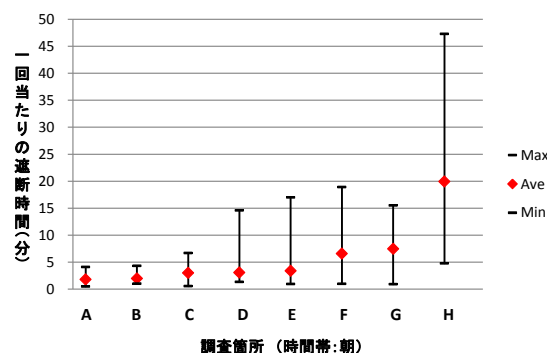


図-2 箇所毎の踏切遮断時間の分布(先行調査)

3. 既存研究の整理

(1) 時間信頼性に基づく経路選択モデル

村上³⁾は、所要時間の信頼性が個人の経路選択行動に与える影響を意識調査により分析した。渋滞による遅れやその発生確率など、所要時間の信頼性に関する情報がどのように経路選択行動に影響を与えているか、また、情報の表現形式による選択経路の誘導の可能性について述べている。

所要時間が変動するような状況で、人間はその状況に応じた経路選択行動をとることがわかった。一方で、移動手段を歩行のみとしたケースは考慮されていない。

(2) 歩行者の経路選択モデル

目黒らは⁴⁾、積雪などの冬季の路面状況に着目し、信号交差点における歩行者の待ち時間の違いによる経路選択行動について分析した。意識調査において多様な条件による経路選択行動を把握し、待ち時間および歩道の路面状態などが歩行者の経路選択行動に影響を与えていることを明らかにした。

交差点の信号などによる待ち時間と歩行者の経路選択行動に関する研究は散見されるが、踏切のように待ち時間が不確実な条件の歩行者の経路選択行動を分析した研究は例がない。

(3) 踏切の遮断情報に関する研究

海津らは⁵⁾、「踏切時刻表」「踏切遮断時間表示システム」「駅構内通路を利用した対策」の3つの方策について、実証実験を行い、利用者からの評価やニーズを確認した。踏切遮断情報に高いニーズが確認された一方で、遮断情報の精度という技術的な課題や、適切な迂回路の整備という社会的課題があると述べている。

4. 調査方法

(1) 調査概要

首都圏の開かずの踏切のうち、立体横断施設が近隣に併設されている箇所を抽出し、①朝の時間帯の中で遮断時間の変動が大きい、②立体横断施設の形状が複雑でない(両方向からの迂回距離が同程度)、③アンケート調査のためにある程度の歩行者交通量が見込める、という3つの条件をもとに、東上本線第6号踏切道ならびに隣接する歩道橋を調査対象地点として選定した。調査概要を表-1に示す。なお、踏切遮断時間は調査で得られた結果を用いている。

表-1 調査概要

調査地点		東上本線第6号踏切道	
所在地		東京都豊島区	
立体横断施設種類		歩道橋	
調査日時	行動調査	平成25年10月23日(水)	7:00~9:00
	意識調査※	平成25年11月22日(水)	16:00~21:00
踏切遮断時間	最大遮断時間	9分50秒	
	平均遮断時間	2分45秒	
	最小遮断時間	56秒	

※行動調査と意識調査は同日実施を予定していたが、天候不順により延期

(2) 調査内容

1) 行動調査

踏切遮断時間が最大となる朝の時間帯に、踏切の開閉時刻および歩行者の交通量を観測する。また、踏切の遮断開始から次の遮断開始までを1つの踏切サイクルとして、歩行者交通量は踏切サイクル毎に、経路別・男女別・属性(一般、高齢者、学生)別に集計した。

2) 意識調査

帰宅者の通行が集中する夕方から夜の時間帯に、通行者にアンケートを行う。アンケートは調査員が記入する聞き取り形式とし、対象は踏切または立体横断施設の通行を完了した歩行者のみとする。アンケート内容は以下の①および②とした。

① 個人に関するアンケート

- ・個人属性(年代、性別、職業)
- ・踏切利用頻度(日常的に調査踏切を利用するか)
- ・移動困難度(体力的に階段昇降が困難であるか)
- ・当日行動(調査日の朝に調査踏切を通行したか)

② 選好意識アンケート

回答者に普段通行する時間帯に調査踏切を通行することを想定させ、表-2の例のような仮想のシナリオ別に、到着時に踏切が遮断していた場合に経路1(踏切)と経路2(歩道橋)のどちらの経路を選択するかをの選好意識を調査する。また、当日の朝の遮断情報について伝え、その遮断時間が長いと感じるか短いと感じるか、回答者の認識を確認した。なお、経路1は平均遮断時間と最大遮断時間の時間差がシナリオにより変動するものとし、横断時間および平均遮断時間に関しては、あらかじめ調査して得られた結果を用いた。

表-2 選好意識アンケート内容

時間	経路1(踏切)				経路2(歩道橋)
	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4	全シナリオ共通
所要(横断)時間	10~15秒	10~15秒	10~15秒	10~15秒	50~65秒
平均遮断時間	約3分	約3分	約3分	約3分	-
最大遮断時間	約4分	約7分	約10分	約15分	-
最小遮断時間	約1分	約1分	約1分	約1分	-

5. 分析結果

(1) 行動調査

踏切遮断中に到着した歩行者のうち立体横断施設を利用した歩行者の割合を迂回率と定義する。なお、歩行者交通量は踏切サイクル毎に計測したため、踏切サイクル中の踏切遮断中に到着した歩行者数は、歩行者の到着分布が一樣であると仮定して、踏切サイクル毎の合計歩行者数を各踏切サイクルの遮断時間割合により比例配分して算出したものを用いる。また、迂回率は属性毎に算出し、分析は一般歩行者を対象とする。

図-3は、踏切サイクル毎の遮断時間と開放時間ならびに迂回率について示したものである。これによると、19サイクル目のように踏切サイクル長が急激に上昇する際に迂回率も追従しているサイクルがみられる。このように、踏切サイクル長が長くなるほど迂回率は高くなる傾向にある。また、7:00~7:30の時間帯では、踏切サイクル長が一定程度のサイクルであっても、迂回率は総じて低い。これは踏切サイクル長のうちの開放時間の占める割合が他の時間帯と比較して大きいためであると考えられる。このように、踏切サイクル長のうち開放時間の割合が大きいほど、迂回率は低くなるという傾向も併せて確認された。しかしながら、8:00~8:30の時間帯では、踏切サイクル長が短くなりながらも、また遮断時間の占める割合が一定程度あるにもかかわらず、迂回率が極端に高いままの踏切サイクルが存在する。この時間帯は列車通過本数がピークになる時刻であり、踏切サイクル長にばらつきはあるものの「踏切がいつ開くかわからない」という状況であることを歩行者は経験的に熟知しており、このことが不確実性として迂回率を高めている要因であると推測される。このことから、踏切遮断時間の変動幅が大きい時間帯では、待ち時間の不確実性が歩行者の立体横断施設の利用率に影響を与えているとわかった。

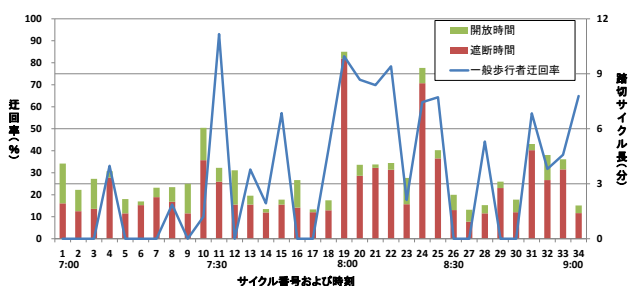


図-3 踏切サイクル長と迂回率の時間遷移

(2) 意識調査

踏切において歩行者が立体横断施設を利用する行動を、経路選択モデルとして捉え、「踏切を選択する（踏切の開放を待つ）」と「立体横断施設を選択する（踏切の開放を待たずに迂回する）」という2つの選択肢からなる二項ロジットモデルを構築する。本研究では、説明変数の組み込みが容易であり、必要データが少ないという特徴である非集計ロジットモデルを式(1)、(2)のように用いる。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_i)}{\exp(V_i) + \exp(V_j)} \quad \dots(1)$$

$$V_i = \beta_1 Z_{1i} + \beta_2 Z_{2i} + \dots + \beta_k Z_{ki} \quad \dots(2)$$

ここで、

P_{in} : 選択肢 i の個人 n の選択確率

V_i : 選択肢 i の効用確定項

Z_{ki} : 選択肢 i の k 番目の説明変数

β_k : k 番目の変数パラメータ

本研究では、複数のモデル構築を行っているが、最も精度の高いモデルパラメータを表-3に示す。なお、所要時間は横断に必要な時間と待ち時間を合計したものであり、待ち時間は踏切の最大遮断時間を2で割った値とする。また、推計にあたっては、最大遮断時間と平均遮断時間の差を待ち時間の不確実性と定義した。

パラメータの符号に矛盾はなく、 t 値も概ね良好な結果となった。これによると、男性ダミーのパラメータが高く、男女間で迂回率に大きな差異が生じることがわかる。これは、女性は男性と比較して階段昇降を負担と感ずることや、踏切を待つという行為に時間を浪費しても構わないという心理的な要因が働いていると考えられる。しかし、表-4に示す行動調査の結果では、女性の立体横断施設利用率は男性よりも高くなっている。これらの結果より、潜在意識では男性と女性は待ち時間が不確実な状況において経路選択行動が異なるということがわかる。また、行動調査では待ち時間の情報は不明確であり、現実の場面では女性は男性と同程度あるいはそれ以上に踏切を待つことができず、時間を浪費しない経路を選択しているということが考えられる。

表-3 経路選択モデルのパラメータ

説明変数	パラメータ	t値
所要時間	-0.2982	-4.83
男性ダミー	-2.2970	-4.19
高齢者ダミー	1.5256	2.97
通勤ダミー	-0.8222	-1.90
尤度比	0.318	
修正済み尤度比	0.272	
的中率	82.2%	
サンプル数	208	

表-4 行動調査の迂回率

項目	一般			高齢者			学生		
	男性	女性	小計	男性	女性	小計	男性	女性	小計
交通量(人)	159	126	285	11	8	19	80	88	168
利用率(%)	35.2	43.7	38.9	27.2	37.5	31.6	81.3	78.4	79.8

(3) 意識調査と行動調査の比較

意識調査結果より構築したモデルの最大遮断時間と平均遮断時間の時間差と迂回率との関係を図-4に示す。なお、モデルからは個人の歩道橋選択確率を求め、行動調査の男女比を用いて高齢者以外の通勤通学目的の歩行者全体の行動選択確率を算出した。これによると、最大遮断時間が平均を2分以上上回るようなケースにおいて、迂回率は80%に近い値となっている。一方で、表-5は行動調査の結果を、遮断時間の傾向の違いがみられる時間帯(約30分間)に分割して再整理したものであるが、例えばサイクル番号26~34では最大遮断時間が平均を2分以上上回っているが、迂回率は40%に満たない。このように、行動調査の結果は意識調査より構築されたモデルの迂回率を下回っている。この要因として、モデルは平均遮断時間を3分と設定したものであるため、行動調査の平均遮断時間が異なることが挙げられる。また、それぞれの時間帯の通行者が踏切の遮断時間の変動幅をあまり認識せずに通行していることが推察される。このことは、正確な踏切遮断時間情報の提供が可能であれば現在以上に立体横断施設の利用率が高まる可能性があることを示唆している。

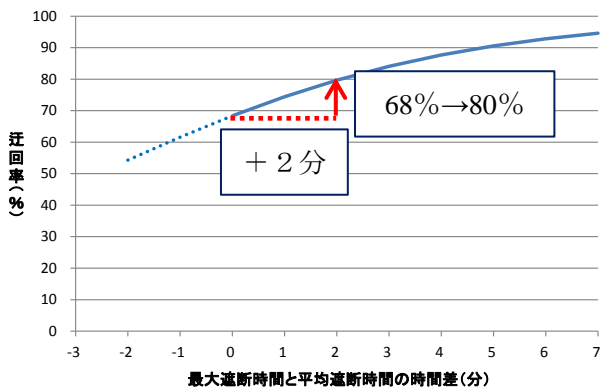


図-4 意識調査より構築されたモデルの迂回率

表-5 行動調査による遮断時間と迂回率

サイクル番号	10~18	19~25	26~34
時刻	7:22:10 ~ 7:48:49	7:48:49 ~ 8:28:42	8:28:42 ~ 8:53:50
サイクル数	9回	7回	9回
平均サイクル長	2分58秒	5分42秒	3分00秒
平均遮断時間	2分08秒	5分06秒	2分22秒
最大遮断時間	4分17秒	9分50秒	4分50秒
最大と平均の差	2分09秒	4分44秒	2分28秒
迂回率	32.4%	70.5%	37.8%

6. まとめと今後の課題

行動調査では、踏切サイクル長や遮断時間の割合が高いほど立体横断施設の利用率が高くなる傾向にあるが、さらに遮断ピーク時には待ち時間の不確実性によっても影響を受けていることが明らかになった。

また、意識調査の結果より構築したモデルと行動調査の結果を比較すると、迂回率はモデルの結果が大きく上回っており、今後高精度の踏切時刻表や踏切遮断時間表示システムなどの導入が可能であれば、立体横断施設をより有効に活用できることが期待される。

本研究は、特定の踏切を対象としており、踏切や立体横断施設の特長や構造などの条件を考慮したデータの蓄積が重要であると考えられる。また、今後の立体横断施設の整備についてはエレベーターの併設が望ましいが、そういった場合の歩行者の経路選択行動についても研究を進める必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省鉄道局: 鉄軌道輸送の安全にかかわる情報(平成24年度), 2013年7月
- 2) 例えば 森谷進也, 和田卓, 下川澄雄: 開かずの踏切における歩行者等立体横断施設の利用実態に関する調査, 土木計画学研究・講演集, Vol. 43, 2011年5月 など
- 3) 村上岳司: 所要時間信頼性が交通手段選択に与える影響に関する研究—情報の表現形式の差異を考慮して—, 東京大学大学院修士論文, 2003年3月
- 4) 目黒邦夫, 萩原亨, 足達健夫, ムラリーサラン タンビア: 冬季の路面状態と交差点の信号待ち時間を考慮した歩行者の経路選択行動分析, 土木計画学研究・講演集, Vol. 30, pp.174-177, 2004年11月
- 5) 海津優, 平井政二, 池田達男, 美濃部雄人, 伊東孝祐, 幡歩浩司: 実証実験による踏切遮断情報の提供に関する研究—踏切システムの改善—, 電子情報通信学会信学技報, SSS2008-19, pp.11-14, 2008年11月