

路側構造物衝突事故の解析と死亡確率推定モデルに関する研究

Statistical Analyses on the Probability of Driver Fatal Injury
and Related Factors in Single-Vehicle Collision Accidents

**

斉藤和夫・榎谷有三・志水義彦・小林英一

By K. SAITO, Y. MASUYA, Y. SHIMIZU, E. KOBAYASHI

One type of accident that has received little attention in accident research and investigation is single-vehicle accidents--running-off accidents and collisions with roadside objects. These type of accident is more severe than most other accident types. In this study some statistical analyses were attempted to examine the characteristics of single accidents in Hokkaido and to assess the probability of driver fatal injury as a function of related factors. The results showed that the severity of accidents resulting from collisions with roadside objects vary with the kinds of object. On the basis of these and another findings, logit type model was developed for estimating the probability of driver fatal injury as a function of roadway width and vehicle speed.

1. は じ め に

交通事故の著しい増加が社会問題化して以来、関係各方面において運転者の教育、自動車の安全性の改善、道路交通環境の整備及び改善、交通規制、取締りの強化など幾多の交通安全対策が施され、我国の交通事故発生件数は昭和45年をピークに顕著な減少傾向にあった。しかしながら近年、交通事故発生件数は増加の傾向を示しており、事故防止対策の新たな対応を必要としているものと思われる。

交通事故はその発生形態から大きく、歩行者事故、

車両相互事故、車両単独事故に分類されるが、車両単独事故は他の2形態に比べて発生割合は小さいが、致死率が大きくその死亡事故発生の危険度は2形態と比べて著しく高くなっている。車両単独事故は大きく、路側構造物衝突事故と路外逸脱転落事故に分類されるが、路側構造物衝突事故は車両単独事故のなかでも最も致死率が高いことから、その事故防止対策は死亡事故減少に大きく役立つものと考えられる。この視点から本研究は路側構造物衝突事故の統計解析を通してその発生要因を明らかにし、合せてその死亡事故確率の推定モデルを得ようとするものである。

2. 解 析 手 法

交通事故の発生は極めて偶発的なものであり、交通事故の一件一件について考えても、結局ははっきりしたことがわからない場合が多い。しかしながら、

* キーワード：単独事故，致死率，多変量解析

** 正員 工博 室蘭工業大学教授 土木工学科
(〒050 室蘭市水元町27-1)

*** 正員 工博 苫小牧工業高等専門学校助教授
(〒059-12 苫小牧市字錦町443)

**** 学生員 室蘭工業大学大学院

交通事故を全体的にとらえてみると個々の偶然性からも何らかの規則性を把握することが可能となる。そこで本研究では始めに単純集計、クロス集計分析を行って路側構造物衝突事故の発生件数、危険度の概要を明らかにし、次に路側構造物衝突事故のいくつかの事故形態においてどのようなものが支配的要因になっているかを調べるため、自然条件、道路条件、運転者条件等を説明要因として数量化理論第II類分析を行い、合せて路側構造物衝突事故と路外逸脱転落事故の比較も行なう。

また集計の方法では表すことができない個々のデータそのものをモデル化して路側構造物衝突事故の危険性を明らかにするため、ロジットモデルを適用して衝突物別の死亡確率の推定を行なうこととした。これらの解析手順を示すと図－1のようになる。

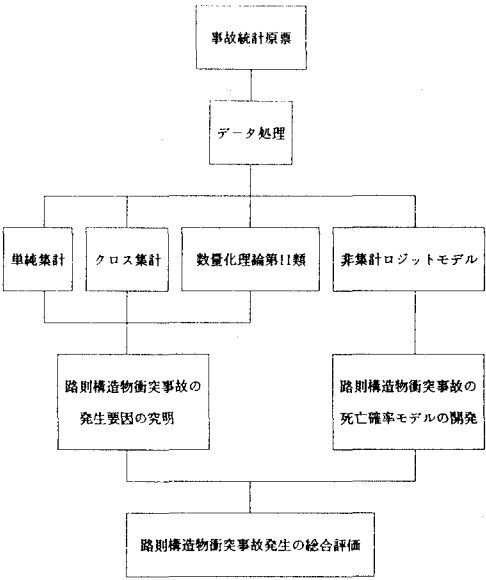
3. 解析データの概要

本研究では昭和58年度に北海道で発生した路側構造物衝突の人身事故 411件、及びそれとの比較として路外逸脱転落の人身事故 490件を解析対象データとし、事故統計原票記載の項目から解析に有効と思われる17指標を抽出、加工した。

4. 解析結果

4-1. 単純集計分析

単純集計分析により路側構造物衝突事故の衝突物（事故類型）別の発生件数、発生割合、累積件数、累積割合を求めた。この結果を表－1に示す。これによると電柱に衝突した事故が 156件と最も多く、全体の 38.0%を占めている。次いで防護柵等に衝突した事故が 102件と全体の 24.8%を占め、この2つの事故で全体の6割以上を占めていることがわかる。次にその他の物に衝突した事故が61件で全体の14.8%。橋梁に衝突した事故が50件で全体の 12.2%という順になっている。また分離帯、安全島に衝突した事故が 9件で全体の2.2%と最も少なく、次いで標識に衝突した事故が14件で全体の3.4%。家屋、塀に衝突した事故が19件で全体の4.6%という順になっており、これら3つの事故は全体の約1割しか占めていないなどがあきらかになった。



図－1. 解析手順

表－1. 衝突物別の発生件数

衝突物	件数	割合 (%)	累積件数	累積割合 (%)
電 柱	156	38.0	156	38.0
標 識	14	3.4	170	41.4
分離帯、安全島	9	2.2	179	43.6
防護柵等	102	24.8	281	68.4
家屋、塀	19	4.6	300	73.0
橋 梁	50	12.2	350	85.2
その他	61	14.8	411	100.0

4-2. クロス集計による事故危険度の分析

クロス集計分析により、路側構造物衝突事故のいくつかの事故形態における衝突物別の事故危険度（致死率）を求めた。

(1) 衝突物と道路種別

路側構造物衝突事故の衝突物、道路別の致死率（死者数／百件）を表－2に示す。これによると道路全体として衝突物別ではその他の物に衝突した事故の致死率が一番高く、次いで分離帯、安全島、防護柵等に衝突した事故、電柱、標識に衝突した事故、家屋、橋梁、塀等に衝突した事故の順になっている。また道路別では国道での事故の致死率が最も高く、次いで道道での事故、市町村道での事故の順になっている。これは市町村道、道道、国道と順に平均的

な走行速度が増加するためであると考えられ、このことは数量化II類分析により確認されている。次に個別的にみると、国道での家屋、橋梁、塀等に衝突した事故の致死率が他の分類と比較して高く、道道で家屋、橋梁、塀等に衝突した事故及びその他の物に衝突した事故、市町村道で電柱、標識に衝突した事故及び家屋、橋梁、塀等に衝突した事故の致死率が他の分類と比較して低くなっている。

(2) 衝突物と事故直前の速度

路側構造物衝突事故の衝突物、事故直前の速度別の致死率を表-3に示す。これをみると全体的には事故直前の速度が増加すればするほど致死率が高くなっている。また個別的には40(km/h)以下でその他の物に衝突した事故、60(km/h)以下で分離帯、安全島、防護柵等に衝突した事故、80(km/h)以下で家屋、橋梁、塀等に衝突した事故の致死率が他の分類と比較して高く、40(km/h)以下で分離帯、安全島、防護柵等に衝突した事故及び家屋、橋梁、塀等に衝突した事故、60(km/h)以下でその他の物に衝突した事故、80(km/h)以下で分離帯、安全島、防護柵等に衝突した事故の致死率が他の分類と比較して低くなっている。

(3) 衝突物と年齢

路側構造物衝突事故の衝突物、年齢別の致死率を表-4に示す。これをみると全体的には50歳未満の致死率が一番高く、次いで50歳以上、40歳未満、30歳未満、20歳未満の順になっている。個別的には40歳未満の電柱、標識に衝突した事故、50歳以上の分離帯、安全島、防護柵等に衝突した事故の致死率が他の分類と比較して低くなっている。

4-3. 数量化理論第II類分析

路側構造物衝突事故のいくつかの事故形態における支配的要因を明らかにするため、数量化理論第II類分析を行った。また数量化理論第II類を適用して路側構造物衝突事故と路外逸脱転落事故の比較を合わせておこなった。

(1) 死亡事故と重軽傷事故

路側構造物衝突事故において死亡事故と重軽傷事故は異なる発生特性を示すものと考えられる。そこで両者を外的基準にとり、数量化理論第II類分析を行った。

表-2. 衝突物、道路別致死率

	電柱 標識	分離帯 安全島 防護柵等	家屋 橋梁 塀等	その他	合 計
国 道	23.077	27.778	31.034	46.154	29.814
道 道	21.154	37.838	7.692	18.750	22.901
市町村道	9.231	26.667	0.000	35.294	14.414
合 計	17.059	33.636	15.942	35.000	23.961

表-3. 衝突物、速度別致死率

	電柱 標識	分離帯 安全島 防護柵等	家屋 橋梁 塀等	その他	合 計
40(km/h)以下	6.667	6.250	0.000	20.000	8.333
60(km/h)以下	12.698	20.000	6.061	5.882	12.162
80(km/h)以下	18.182	16.667	35.294	35.714	23.077
100(km/h)以下	34.615	79.167	20.000	72.727	56.061
101(km/h)以上	42.857	100.000	66.667	100.000	72.222
合 計	17.059	33.636	15.942	35.000	23.961

表-4. 衝突物、年齢別致死率

	電柱 標識	分離帯 安全島 防護柵等	家屋 橋梁 塀等	その他	合 計
20歳未満	13.793	30.769	14.286	42.857	21.429
30歳未満	16.667	34.000	11.765	28.571	21.782
40歳未満	8.333	40.909	14.286	30.769	24.242
50歳未満	23.077	41.667	23.077	42.857	31.111
50歳以上	35.714	14.286	25.000	66.667	30.952
合計	17.059	33.636	15.942	35.000	23.961

とりあげた要因(説明変数)は自然条件、道路条件、運転者条件などに関する15要因である。相関比が0.40、II類モデルによる判別率的中率は83.3%であった。15要因すべての偏相関係数の大きさを表-5、数量化II類モデルによるレンジの大きい5要因の分析結果を表-6に示す。分析結果より各要因について次のことが明らかになった。

影響度の最も大きな要因は事故直前の速度であり、次いで当事者種別、発生時刻、年齢、免許取得後の経過年数の順になっている。また自体防護、発生月、事故類型、道路形状、進行方向などは影響度が小さくなっていて路側構造物衝突事故における死亡事故及び重軽傷事故の発生に対する要因特性が示された。

各変量のカテゴリースコアの傾向図から路側構造物衝突事故において死亡事故あるいは重軽傷事故の発生し易くなる条件がかなり明確になる。例えば発生時刻では0時～3時、20時～23時の夜から深夜にかけての時刻で死亡事故の危険度が高く、8時～11時、12時～15時の朝から昼にかけての時刻で重軽傷事故の危険度が高くなる。免許取得後の経過年数では2年未満、20年未満、20年以上で死亡事故の危険度が高く、5年未満で重軽傷事故の危険度が高くなっている。年齢では年齢が増すごとに死亡事故の危険度は高くなる。当事者種別ではバス、マイクロバス（乗用）で重軽傷事故の危険度が非常に高く、普通、軽（乗用）、普通、普通ライトバン、軽（貨物）、特定大型、大型、トレーラー（貨物）と重量が増すごとに死亡事故の危険度は高くなる。また2輪では死亡事故の危険度が非常に高くなっている。事故直前の速度では速度が増加するごとに死亡事故の危険度は高くなるなどが示された。

(2) 直線での事故とカーブでの事故

(1)と同様に直線での事故及びカーブでの事故を外的基準にとり、数量化II類分析を行った。

とりあげた要因は (1) と同様に 15 要因である。相関比が 0.25, II 類モデルによる判別的中率は 71.7% であった。15 要因すべての偏相関係数の大きさを表 7、数量化 II 類モデルによるレンジの大きい 5 要因の分析結果を表 8 に示す。分析結果より次のことが明らかになった。

影響度の最も大きな要因は事故直前の速度であり、次いで事故類型、道路形状、車道幅員、路面状態の

表 5. 偏相関係数の大きさ

	偏相関係数	
事故類型	0.074	*****
発生月	0.052	*****
発生時刻	0.250	*****
天候	0.130	*****
道路種別	0.135	*****
年齢	0.250	*****
路面状態	0.134	*****
地形	0.104	*****
道路形状	0.086	*****
車道幅員	0.118	*****
当事者種別	0.284	*****
事故直前の速度	0.391	*****
自体防護	0.050	*****
免許取得後の経過年数	0.172	*****
進行方向	0.100	*****

表一 6. 数量化理論第II類の分析表

変 量	カ テ ギ ギ	レ ン ジ	数 値 範 囲 50	カ テ ギ ギ ス コ ア 0	発 生 50
発生時刻	0時～3時 4時～7時 8時～11時 12時～15時 16時～19時 20時～23時	24.25		** * * * * **	
外出回数 の経過年数	1年未満 2年未満 3年未満 5年未満 10年未満 20年未満 20年以上	16.28		* ** ** ** ** ** **	
年 齢	20歳未満 20歳～39歳 40歳～59歳 50歳未満 60歳未満 60歳以上	53.48		** * * * * *****	
四 車 名 種 別	バス、マイクロバス（乗用） 乗用車、軽自動車（乗用） トラック、オートバイ、軽 貨物車、大型、大型、トレーラー 特 定	79.97		***** ***** ***** ***** ***** *****	
事故直前 の速度	35(km/h)以下 40(km/h)以下 55(km/h)以下 60(km/h)以下 80(km/h)以下 100(km/h)以下 101(km/h)以上	68.27		* * * * * * *****	

表 7. 偏相関係数の大きさ

	偏相関係数	
事故類型	0.243	*****
発生月	0.139	*****
発生時刻	0.110	*****
天候	0.143	*****
事故内容	0.101	*****
年齢	0.083	*****
路面状態	0.154	*****
地形	0.024	**
道路形状	0.229	*****
車道幅員	0.160	*****
当事者種別	0.139	*****
事故直前の速度	0.328	*****
自体防護	0.017	**
免許取得後の経過年数	0.117	*****
道路種別	0.099	*****

順になっている。また自体防護、地形、年齢、道路種別、事故内容などは影響度は小さくなっていて路側構造物衝突事故における直線での事故及びカーブでの事故の要因特性が示された。

各変数のカテゴリースコアの傾向図から路側構造物衝突事故において直線での事故あるいはカーブでの事故が発生し易くなる条件がかなり明確になる。例えば道路形状ではその他の道路形状で直線での事故の危険度が非常に高く、交差点（大、中）、単路（トンネル、橋）でも直線での事故の危険度が高くなる。また交差点（小、付近）ではカーブでの事故の危険度が高くなる。事故類型では電柱、標識に衝突した事故で直線での事故の危険度が高く、分離帯、防護柵等に衝突した事故でカーブでの事故の危険度が高くなる。路面状態では非舗装道路の乾燥状態、舗装道路の乾燥状態では直線での事故の危険度が高く、非舗装道路の湿潤状態でカーブでの事故の危険度が非常に高くなっている。また舗装道路の湿潤状態でもカーブでの事故の危険度が高くなっている。当事者種別では特定大型、大型、トレーラー（貨物）で直線での事故の危険度が非常に高く、2輪はカーブでの事故の危険度が高くなる。事故直前の速度では速度が増加するごとにカーブでの事故の危険度が高くなるなどが示された。

(3) 路側構造物衝突事故と路外逸脱転落事故

路側構造物衝突事故と路外逸脱転落事故の発生要因を比較するために、両者を外的基準にとり、数量化理論第II類分析を行った。

とりあげた要因は自然条件、道路条件、運転者条件などに関する15要因である。相関比が0.31、II類モデルによる判別率の中率は76.0%であった。15要因すべての偏相関係数の大きさを表-9、数量化II類モデルによるレンジの大きい5要因の分析結果を表-10に示す。分析結果より以下のことが明らかになった。

影響度の最も大きな要因は地形であり、次いで道路形状、車道幅員、路面状態、発生時刻の順になっている。また自体防護、事故内容、進行方向、年齢、免許取得後の経過年数などは影響度は小さくなっていて路側構造物衝突事故及び路外逸脱転落事故の要因特性が示された。

各変数のカテゴリースコアの傾向図から路側構造

表-8. 数量化理論第II類の分析表

変 数	カ テ ゴ リ ー	レンジ	カーブ スコア	直線 スコア
道路形状	交差点 (大、中) 交差点 (小、付近) 単路 (トンネル、橋) その他	40.31	*	***
事故類型	電柱、標識に衝突した事故 分離帯、防護柵等に衝突した事故 その他に衝突した事故	15.32	**	*
路面状態	乾燥 (舗装) 乾燥 (非舗装) 湿潤 (舗装) 湿潤 (非舗装) 凍結 (舗装) 凍結 (非舗装)	35.57	*	***
当事者種別	バス、マイクロバス (乗用) 普通車、軽 (乗用) 普通車、大型、軽 (貨物) 特定大型、大型、トレーラー (貨物)	39.09	*	*****
事故直前の速度	30 (km/h) 以下 40 (km/h) 以下 50 (km/h) 以下 60 (km/h) 以下 80 (km/h) 以下 100 (km/h) 以下 130 (km/h) 以上	36.68	*	*****

表-9. 偏相関係数の大きさ

	偏相関係数	
事故内容	0.039	****
発生月	0.103	*****
発生時刻	0.141	*****
天候	0.111	*****
道路種別	0.117	*****
年齢	0.086	*****
路面状態	0.180	*****
地形	0.296	*****
道路形状	0.196	*****
車道幅員	0.188	*****
当事者種別	0.099	*****
事故直前の速度	0.140	*****
自体防護	0.018	**
免許取得後の経過年数	0.086	*****
進行方向	0.063	*****

表-10. 数量化理論第II類の分析表

変 数	カ テ ゴ リ ー	レンジ	転落 スコア	衝突 スコア
路面状態	乾燥 (舗装) 乾燥 (非舗装) 湿潤 (舗装) 湿潤 (非舗装) 凍結 (舗装) 凍結 (非舗装)	9.27	*	****
地 形	市街地 (人口集中地区) 市街地 非市街地 その他	8.73	*	*****
道路形状	交差点 (大、中) 交差点 (小、付近) 単路 (トンネル、橋) その他	10.65	*	*****
車道幅員	2.5m 未満 2.5m - 7.5m 7.5m - 9.0m 9.0m - 13.0m 13.0m 以上	7.42	*	*****
発生時刻	0時 - 3時 3時 - 7時 7時 - 11時 11時 - 15時 15時 - 19時 19時 - 24時	3.92	*	**

物衝突事故あるいは路外逸脱転落事故が発生し易くなる条件がかなり明確になる。例えば路面状態では舗装道路の湿潤状態で衝突事故の危険度が高く、非舗装道路ではどのような路面状態でも転落事故の危

険度が高くなる。地形では市街地で衝突事故の危険度が高く、非市街地で転落事故の危険度が高くなる。道路形状では単路（トンネル、橋）で衝突事故の危険度が非常に高く、車道幅員では幅員が狭くなるほど転落事故の危険度が高くなる。発生時刻では0時～3時の深夜で衝突事故の危険度が高く、8時～11時、12時～15時の朝から昼にかけての時刻で転落事故の危険度が高くなるなどが示された。

4-4. ロジットモデルによる死亡確率の推定モデル
路側構造物衝突事故における死亡事故発生率の推定

を予測するために、ロジットモデルを適用して、死亡確率の推定モデル式の開発を行った。用いた要因は事故直前の速度と車道幅員であり、この場合ロジットモデルの基礎式は以下のようになる。

$$p = \frac{\exp(a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2)}{1 + \exp(a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2)}$$

ここで

- p : 死亡事故発生率
- x₁ : 車道幅員 (m)
- x₂ : 事故直前の速度 (km/h)
- a : 定数
- b₁ : x₁ に対するパラメータ
- b₂ : x₂ に対するパラメータ

解析の結果得られた路側構造物衝突事故における衝突物別、及びその比較として路外逸脱転落事故の a の値、b₁ の値、b₂ の値、的中率を表-11に、またそれぞれの場合における p と x₁、x₂ の関係を図-2 から図-5 に示す。これらの結果より以下のことが明らかになる。

(1) すべての事故において、事故直前の速度が増加すればするほど死亡事故になる確率は高くなる。

表-11. 定数、パラメータの値

種 別	a の値	b ₁ の値	b ₂ の値	的中率 (%)
電柱に衝突した事故	-4.012	0.083	0.025	81.2
防護柵、ガードレール等に衝突した事故	-5.285	-0.144	0.071	80.0
橋の欄干、支柱に衝突した事故	-4.559	0.138	0.035	75.5
路外逸脱転落事故	-2.318	-0.133	0.020	83.7

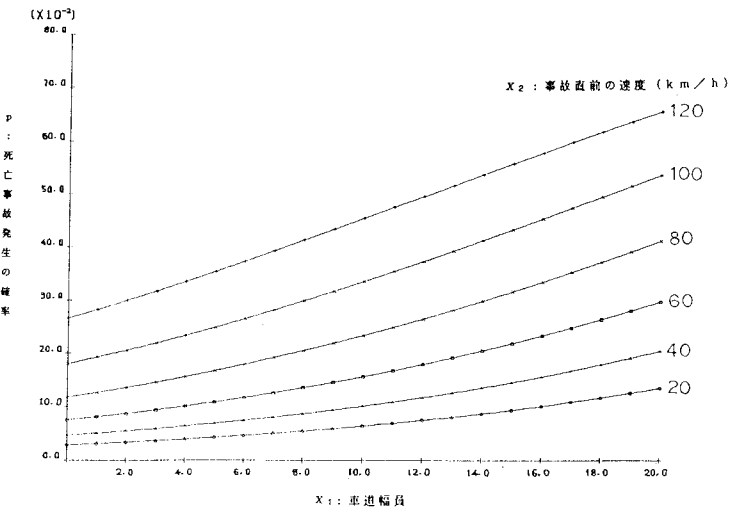


図-2. 電柱に衝突した事故

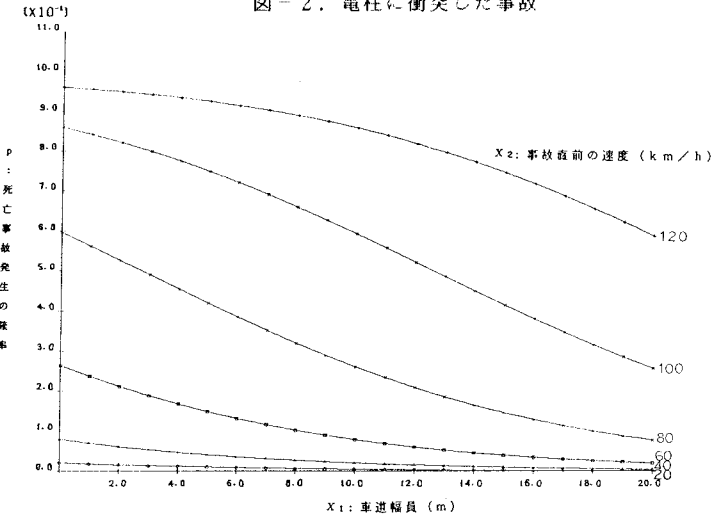


図-3. 防護柵等に衝突した事故

(2) 電柱に衝突した事故、橋の欄干、支柱に衝突した事故では車道幅員が増加すれば死亡事故になる確率は高くなるが、逆に防護柵、ガードレール等に衝突した事故、路外逸脱転落事故では車道幅員が増加すれば死亡事故になる確率は低くなる。

(3) 死亡事故発生に対する車道幅員の影響が比較的大きいのは防護柵、ガードレール等に衝突した事故、橋の欄干、支柱に衝突した事故、路外逸脱転落事故であり、電柱に衝突した事故では車道幅員の影響が比較的小さくなっている。

(4) 死亡事故発生に対する事故直前の速度の影響が比較的大きいのは防護柵、ガードレール等に衝突した事故であり、電柱に衝突した事故、橋の欄干、支柱に衝突した事故、路外逸脱転落事故では事故直前の速度の影響が比較的小さくなっている。

(5) (3), (4)より防護柵、ガードレール等に衝突した事故では車道幅員、事故直前の速度によって死亡事故になる確率の変化が大きく、電柱に衝突した事故では車道幅員、事故直前の速度によって死亡事故になる確率はあまり変化しないといえる。

5. ま と め

本研究では、路側構造物衝突事故における衝突物別の発生件数、事故危険度を単純集計、クロス集計で明らかにし、路側構造物衝突事故のいくつかの事故形態における支配的要因、路側構造物衝突事故と路外逸脱転落事故の発生要因等を数量化理論第II類分析で明らかにした。さらにロジットモデルを適用して路側構造物衝突事故における死亡確率の推定モ

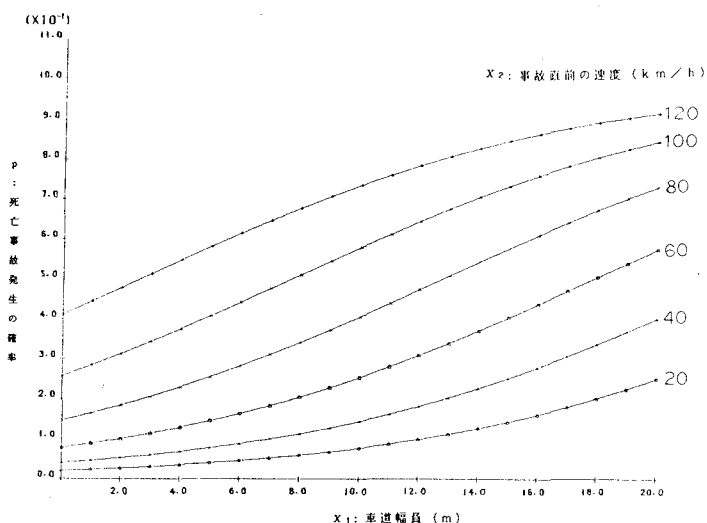


図-4. 橋梁に衝突した事故

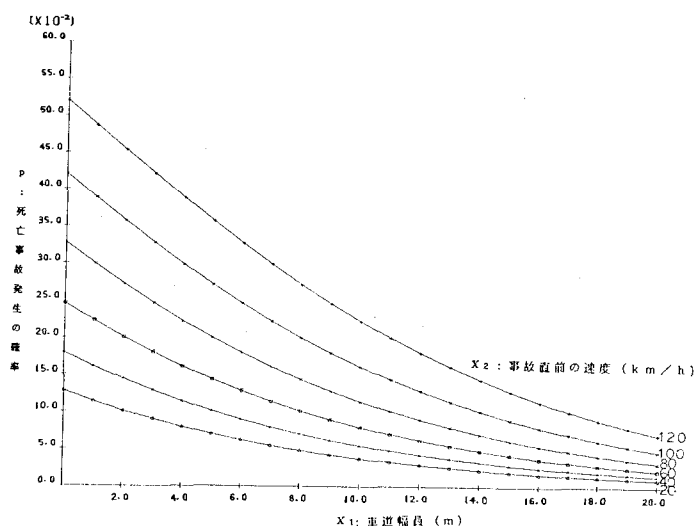


図-5. 路外逸脱転落事故

デル式の開発を試みた。これらの結果は今後の交通事故防止対策を考える上での基礎的な資料になると思われる。本研究で得られた結果を簡単にまとめると以下ようになる。

(1) 路側構造物衝突事故の衝突物別の発生件数をみると、電柱に衝突した事故、防護柵等に衝突した事故等の件数が多く、今後これらの事故の防止対策が重要であるといえる。

(2) 路側構造物衝突事故における事故危険度をみ

ると、速度が増せば増すほどあるいは運転者の年齢が増加するほど危険度は高くなる傾向にある。したがって速度規制の強化、高齢者ドライバーの安全教育の徹底が必要といえる。

(3) 数量化理論第II類分析により、路側構造物衝突事故のいくつかの事故形態を決定する重要な因子が明らかになった。

(4) 路側構造物衝突事故における個々の衝突物別の事故について、ロジットモデルを基礎として車道幅員と事故直前の速度を変数とした死亡確率推定モデル式を開発した。これにより各事故形態におけるこれら2要因の影響を考慮した死亡確率を計算することが可能となった。

交通事故は極めて偶発的なものであり、不確定な要素も多いので、以上の結果だけで路側構造物衝突事故を述べるには限界があると考えられる。そこで今後はさらに多数のデータを積み重ねて研究を進める予定である。

なお、本研究は昭和62年度文部省科学研究費補

助金（一般研究C）を受けて行った研究の一部であることを付記し、感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 石井憲一・齊藤和夫・加来照俊：車両単独事
に関する2, 3の考察, 交通科学研究資料,
第22集, 日本交通科学協議会, 1981
- 2) Lindsey I. Griffin, III: Probability of
Driver Injury in Single Vehicle Collisions
With Roadway Appurtenances as a Function
of Passenger Car Curb Weight, Traffic
Accident Research and Evaluation Program,
Texas Transportation Institute, Texas A&M
University System, College Station, 1981
- 3) 志水義彦・阿部幸夫・齊藤和夫：車両単独事
故の解析と死亡確率の推定モデル, 土木学会第
42回年次学術講演会概要集, 1V部, 1987