

二輪車走行の安全性からみた わだち掘れ補修基準の設定方法に関する研究

高橋政稔*・藤田素弘**・松井 寛***・
栗本 謙****

本研究は二輪車ライダーの安全性の立場からわだち掘れ路面の補修基準のあり方について分析することを目的としている。ここでは、二輪車ライダーによるわだち掘れ乗り移り走行実験と危険評価アンケート、さらに危険度意識と動作を表す言葉の具体化と数量化、および道路維持担当者等を対象とした補修基準アンケートを行い、よって合理的な路面補修基準の基礎情報作成について考察した。

Key Words: ruts of pavement surface, judgement standard for pavement repairs motorcycle riders, safety consciousness

1. はじめに

近年の道路の交通需要の増加と車両の大型化・重量化は道路の舗装面に過大な負荷を与えるようになり、建設当初の予想を超えた舗装の劣化や損耗が進んできている。とくに路面のわだち掘れは、自動車走行上の安全性に影響するところが大きく、事故に直結することも十分考えられる。しかしながら、路面変形に対する自動車、とくに二輪車走行の安全性について明らかにした研究は極めて少ない。

ところで、現在の舗装路面補修基準(または目標値)¹⁾は、道路の種類ごとにわだち掘れ深さ、ひび割れ率、縦断方向の凹凸等の程度を勘案して定められているが、これらは主に舗装の寿命と供用性から定められたものであって、車両の走行安全性を直接的に考慮して決められたものではない。そこで本研究では、舗装路面補修項目の中でも、車両走行の危険性に最も関連性が強いわだち掘れについて、とくに二輪車の中でも車輪の径が小さく外乱による影響を受けやすい原動機付自転車(50cc)を用いた走行実験とドライバーに対するアンケート調査を行い、わだち掘れと走行安全性との関係をドライバーの危険意識から具体的に数量化し、よって、基準値を二輪車走行の立場から再検討し、より合理的な補修基準を設定するための基礎情報とすることを目的としている。

2. 従来の研究と本研究の概要

わだち掘れに関する研究としては、わだち路を走行する車両の運動特性を明らかにする意味で、車両の運動モデルを物理的に構築しようとする研究^{2),3)}がある。これ

らは主にわだち掘れの深さや形状と、それを乗り移る時に車体に伝わる振動、加速度との関係をモデル化することに重点が置かれており、そのモデルによってわだち掘れのシミュレーション解析を可能とし、乗り心地等を評価するのに用いようとするものである。しかし、これらの研究では主に、4輪車のモデルに限られている上、本研究で対象とする危険度とわだち掘れの関係については取り扱われていない。

本研究は、わだち掘れの程度と交通事故の危険性を分析しようとするものともいえるが、わだち掘れに限らず、実際の交通事故データを基に、危険度の高い道路区間を抽出しようとする研究^{4)~6)}はいくつか存在する。しかし、これらはあくまでも実際の事故データを基礎として分析しており、本研究のようにわだち掘れがはっきり原因となっているといえる事故データがほとんど入手できないような場合には適用できない。これに対し清田・高田⁷⁾らは事故データではなく、対象道路区間の迷惑・危険意識をアンケート調査して、道路整備対象区間の抽出を試みているのは興味深い。ただし、この研究では、沿道住民が意識する騒音振動の迷惑度、生活行動における危険度から問題道路区間の抽出を試みており、本研究のように二輪車ライダーが実際の走行中に感じるわだち掘れ危険度を測定し路面の補修基準を求めようとする場合とは全く性格の異なるものといえる。

本研究では、わだち掘れの走行実験を行ったあとに、「安全」、「少し危険」、「だいぶ危険」、「転倒・はみだし・衝突」、といった4つの危険レベルで路面の危険度を聞く意識データと、あらかじめ測定したわだち掘れ深さ等の路面データとの関係を求めようとするものであるが、そこで最も問題となるのが、たとえば「少し危険」といった場合の危険の程度を各個人がどのように受け止めているか明らかでないという点である。従来^{7),8)}では、ただ単に、「少し」、「かなり」という修飾語を用いて、

* 正会員 名城大学助教授 土木工学科
(〒408 名古屋市天白区塩釜口1-501)

** 正会員 工博 名古屋工業大学助手 社会開発工学科

*** 正会員 工博 名古屋工業大学教授 社会開発工学科

**** 正会員 工博 名城大学教授 土木工学科

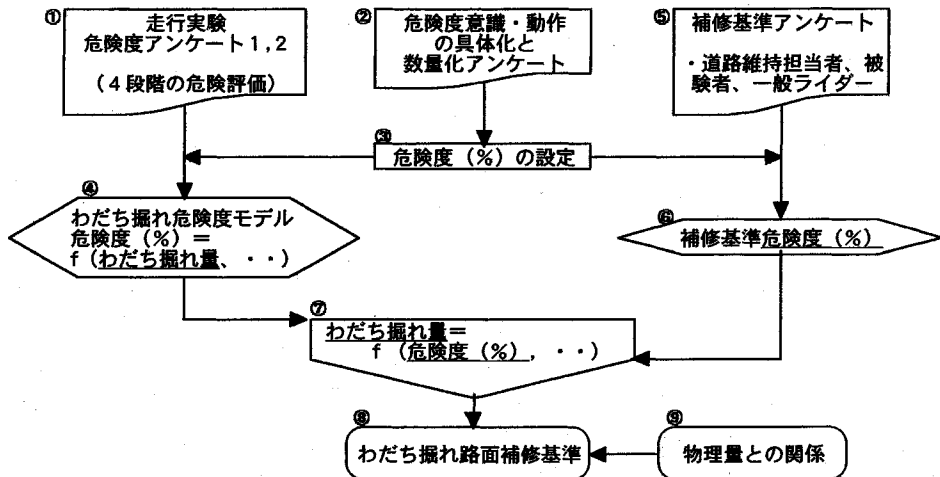


図-1 わだち掘れ補修基準の設定フロー

その言葉に当てはめる危険度の値も便宜的にそれぞれ1, 2, 3……というように1レベルづつ上げることになっている場合がほとんどである。このような意識データを用いる場合には、「Aの路面よりもBの路面の方が危険であるから、AよりもBの方を優先的に補修すべきである」という相対的評価を行うことができたとしても、「Aの危険度が基準値を超えているから、Aは補修すべきである」といった特定の基準値に基づいた路面補修の議論に導くのは困難である。このような点を考慮するために、本研究では図-1に示すプロセスに従って研究を行った。

- ①：実際のわだち掘れ路面を原動機付自転車に乗って乗り移り走行した後、そのわだち掘れ危険度を4段階の危険レベルでアンケートする。
- ②：危険度の程度を表す言葉として、「少し」、「かなり」等ではなく、より具体的、一般的に表現する言葉をアンケート調査によって抽出する。
- ③：②で抽出した言葉がそれぞれの程度の危険を表現しているかを調べるため、危険度0%を「安全」とし、危険度100%を「転倒・はみだし・衝突」のように事故に直接結び付く状況として設定して、他の言葉の危険度(%)を数量化第四類によって測定する。
- ④：①のわだち掘れ走行実験より得られた危険度意識データを③の危険度(%)で変換し、その値と各わだち掘れ量との関係を表す重回帰モデルを作成する。ここでは、危険度がどんな要因に大きく影響を受けているのかについても同時に考察する。
- ⑤⑥：②で作成した危険度を表す具体的な言葉を利用すれば、全く走行実験に参加していない人でも常識的に判断して補修基準とするべき危険度の判断が可能になると思われる。本研究ではその補修基準とするべき危険度のアンケートを行政における道路維持担当者、走行実験の被

表-1 調査路面のわだち掘れのレベル

レベル1：わだち掘れなし	0.0 (cm)
レベル2：わだち掘れ	～1.0 (cm)
レベル3：わだち掘れ	1.0～2.0 (cm)
レベル4：わだち掘れ	2.0～ (cm)

験者および、一般ライダーのそれぞれについて行い、補修基準危険度を求める。

⑦⑧：④で作成したモデルの逆関数を取り、それに⑥より得られた補修基準危険度(%)を当てはめて補修基準とするべきわだち掘れ量を算定する。

⑨：⑧の補修基準とするべきわだち掘れ量と走行実験で実測する鉛直方向、水平方向の加速度との関係を分析し、わだち掘れを測量することなく、走行実験による加速度を用いて、路面の安全性を調査できる方法を探る。

3. わだち掘れ路面走行調査の概要

本調査は、予備調査としてのわだち掘れ路面調査、わだち掘れ乗り移り走行実験、および走行後のアンケートによるわだち掘れ危険度意識調査に区分でき、それぞれ以下のような項目について調査した。調査地点は、わだち掘れがみられる比較的交通量の多い愛知県江南市南西地区の市道及び県道において、わだち掘れの程度が表-1の4つのレベルで適宜分かれるように5地点を抽出し、わだち掘れの形状を測定した。路面の形状⁹⁾は、すべての地点において図-2に示すような車両の両輪で生じる二つの凹曲をもつものであるが、これは最も一般的で危険度が高いと考えられる形状である。このわだち掘れ深さ(mm)の算定は文献1)に基づいて行い、区間の平均値および最大値を算定した。

走行実験は、図-3のように20mの測定区間内において、20 km/h、30 km/h、40 km/hの各指示速度で3

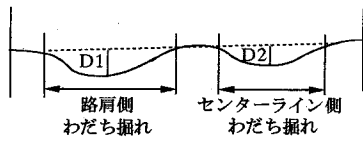


図-2 調査地点のわだち掘れ形状

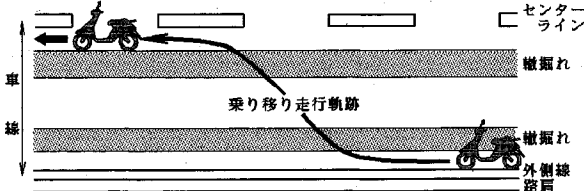


図-3 わだち掘れの乗り移り状況



写真-1 被験者の走行実験状況

回ずつ、計9回乗り移り走行することとし、15名の被験者に対して各地点におけるわだち掘れ危険度を各回ごとにアンケートした。写真-1は、被験者の実験状態を示しており、操舵角測定するポテンションメーターと三軸方向の加速度を測定するピックアップ（圧電式）の取り付け状態を示している。試験車は、50ccの原動機付自転車（ホンダ製ZOOK）を用い、被験者の走行姿勢は、リンウイズを基準として行った。本走行実験においては、以下のような項目について測定調査した。

- ① 走行前後方向加速度
- ② 走行鉛直方向加速度
- ③ 水平方向加速度
- ④ ハンドル操舵角
- ⑤ 測定者の実速度
- ⑥ 各地点の危険度評価
- ⑦ 乗り移り時の対向車の有無
- ⑧ 被験者の日頃乗車しているバイクの種類と運転頻度
- ⑨ 危険度意識または動作項目の対比較

上記の①～④は、写真-1のようにバイクにあらかじめ加速度計を取り付けておいて測定した。⑤～⑨は、乗り移り走行後に被験者にアンケートを行った。

⑥の危険度評価は、図-4、5に示すような2種類のアンケートを考え、1回目の走行においてアンケート1を、2回目においてアンケート2をそれぞれ応えてもらうこととした。3回目の走行では、加速度計の測定のみ

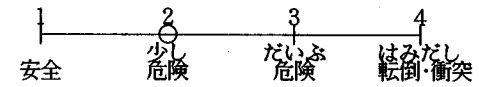


図-4 走行実験時のわだち掘れ危険度評価アンケート1

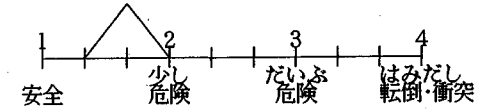


図-5 走行実験時のわだち掘れ危険度評価アンケート2

を行った。図-4、5のアンケートにおいては、危険度の上限と下限を与える意味で、最も危険な状態として、バイクが「転倒」するか、反対車線に「はみだし」たり、対向車と「衝突」したりする状態を考え、最も安全な状態として、ただ「安全」として、それらを両端においたアンケートを考えた。このアンケートについても、項目が少ない方が答えやすいという考えから、ただ単に4つのレベルに分けた図-4のものと、ファジィ的な考えを取り入れて図-5のようにより細かく区切り、三角形の範囲で答えてもらった場合の二通りで行った。これら2つのアンケートの優劣を事前に判断するのは難しいが、本研究ではこれらのアンケートのデータを用いて、4節で示すような危険度の重回帰モデルを作成した結果、アンケート2の方がアンケート1よりも重相関係数で0.2ほど精度が良いことがわかり、アンケート2の方がより被験者の危険度意識を反映できるものと考え、以下ではアンケート2の方を用いて分析する。

⑨の対比較アンケートは、⑥のアンケートの質問事項をより具体的な言葉にして捉えるために行ったが、その説明は次節で行う。

4. 危険度意識および動作の具体化と数量化

「危険」と一言で表現しても、人が感ずるその度合はさまざまであり、図-5のような危険の種類を表現したアンケートだけでは、危険の度合を第三者に説明することは難しいと思われる。本研究では、可能な限り客観的評価に立ったわだち掘れ路面の補修基準を提案しようとしていることから、より具体的かつ直観的で、普遍性に富む言葉によって危険度を表現した方がより説得力が上がるものと思われる。

そこで、本研究では走行実験を行う前に、一般の二輪車ライダー十数名に対し、日頃のさまざまな状況に際して、運転中どんなことを感じ、または、動作するか自由に書いてもらった。KJ法を利用して、列举された言葉のうち、よく似たものどうしをグループ化していったところ、結果的に表-2のように危険度意識を表すグループと危険度動作を表すグループの2つに言葉が抽出できた。これらのグループごとに、図-5のアンケートにお

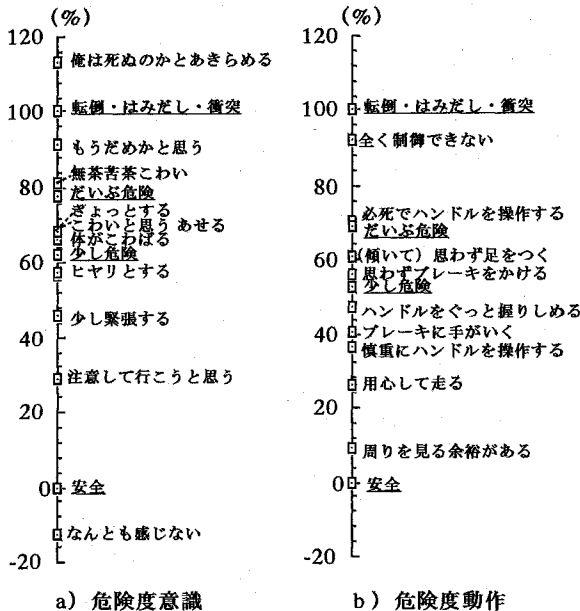
表一 危険度意識と動作の具体化と数量化 (危険度 (%))

危険度意識の項目	危険度 (%)	危険度動作の項目	危険度 (%)
1. なんとも感じない	-12.8	1. 周りを見る余裕がある	9.3
2. 注意して行こうと思う	28.7	2. 用心して走る	26.4
3. 少し緊張する	46.1	3. 慎重にハンドルを操作する	36.1
4. ヒヤリとする	56.8	4. ブレーキに手がいく	40.3
5. 体がこわばる	62.0	5. ハンドルをぐっと握りしめる	47.2
6. こわいと思う	66.3	6. 思わずブレーキをかける	56.3
7. あせる	68.5	7. (傾いて) 思わず足をつく	60.7
8. ギョッとする	68.6	8. 必死でハンドルを操作する	70.1
9. 無茶苦茶こわい	81.4	9. 全く制御できない	92.0
10. もうだめかと思う	91.5	10. 安全	0.0
11. 俺は死ぬのかとあきらめる	113.4	11. 少し危険	52.7
12. 安全	0.0	12. だいたいの危険	68.9
13. 少し危険	57.2	13. 転倒・はみだし・衝突	100.0
14. だいたいの危険	77.6		
15. 転倒・はみだし・衝突	100.0		

表一三 わだち掘れ危険度モデル

	わだち掘れ深さ(mm)	対向車	乗り移り速度(km/h)	二輪車の車種	運転頻度	定数項	重相関係数	データ数
危険度意識	1.13 (6.5)	8.5 (2.9)	1.06 (7.4)	10.1 (3.8)	-11.6 (4.0)	-6.17 (4.0)	0.70	75
危険度動作	1.02 (6.5)	7.6 (2.8)	0.95 (7.4)	9.2 (3.9)	-10.5 (4.0)	-5.05 (4.0)	0.70	75

注) ()内はt値。 対向車:対向車があるとき1, ないとき0, 車種:日頃乗っているバイクが50ccのとき0, それ以外のとき1, 運転頻度:ほとんど利用していないとき0, それ以外のとき1



図一六 わだち掘れ危険度 (%)

ける「安全」, 「少し危険」, 「だいたいの危険」, 「転倒・はみだし・衝突」を加えて, クロス表にし, 一対比較で, 類似度を5段階にしてアンケートを作成し, 走行実験の被験者15名に答えてもらい, その平均値を数量化第四類によって分析したところ, 表一2 (危険度) および図一6のような結果となった。

表一2, 図一6は数量化第四類で得られた最も大きな固有値に対応する類似度の値について, 安全を0%, 転倒・はみだし・衝突を100%になるようにそれぞれ変換したものを危険度(%)として言葉を並べたものである。図一6より, ①「なんとも感じない」が「安全」よりも危険度が低くなっており, 「俺は死ぬのかとあきらめる」が「転倒・はみだし・衝突」よりも危険度が高くなっているのは, 「なんとも感じない」の状態が「安全」と意識する時よりもより安全であることを示し, 「俺は死ぬ

のかとあきらめる」の状態が「転倒・はみだし・衝突」によって重大な事故を引き起こした後に感じるものであることを示していると考えられること, ②「なんとも感じない」から「少し緊張する」まで危険度の増加する幅が大きい, 「ひやりとする」から「ぎよっとする」まではかなり幅が小さくなっており, そこから少し離れて「だいたいの危険」以降が続くという配置はそれぞれの言葉のもつ危険度の意味合いをよく表しているものと考えられ, これは危険度意識の項目ばかりでなく危険度動作の項目においても同様なことがいえること, ③全く異なった二つのグループにおいて別々に分析したにもかかわらず, どちらの項目においても, 「少し危険」「だいたいの危険」の危険度がほぼ同じ傾向を示していること, などから判断すれば表一2, 図一6の危険度項目の数量化は全体として妥当な結果であると考えられる。結局ここでは, 「安全」と「少し危険」では, 危険度の差として50%以上の大きな隔りがあることがわかったが, これはたとえば走行実験のアンケート2において同じ幅で「安全」, 「少し危険」等を, 配置したとしても, それらは実際にはそれ以上の差として解釈されていることを理解して置くことが必要であろう。

5. 危険度評価モデルの作成

ここでは, 図一1で説明したようにわだち掘れ路面の危険度モデルを重回帰分析によって構築し, 危険度が影響を受けている要因について考察する。まず, 目的変数である危険度は, 3節で説明したように走行実験後のアンケート2 (図一5)の結果を用い, その「安全」から「転倒・はみだし・衝突」までの区間において記入された三角形の頂点の位置を, 表一2の結果を用いて危険度(%)に変換し, 意識および動作の2つの危険度(%)を作成し, これらを目的変数とする。そして, 走行実験時における乗り移り速度, 対向車の有無 (対向車があるとき1, ないとき0), 平均わだち掘れ深さ, 平均わだち掘れ幅, 日頃運転している二輪車の種類 (排気量50ccの場合を0, それ以外を1)と, その運転頻度 (ほとんど利用していないとき0, それ以外を1)を説明変数として, いくつか組み合わせて分析した結果, 表一3の危険度モデルが得られた。変数のt値で判断すればどちらのモデルにおいても, 乗り移り速度が最も寄与率が高く, ついで平均わだち掘れ深さ, 運転頻度の順になっている。なか

でも、平均わだち掘れ深さの寄与率が乗り移り速度について大きくなっているのは、わだち掘れ深さとライダーが感じる危険度が強く関係していることを意味しており、二輪車走行の安全性を考える上で、路面の平坦性を保つことが重要であることが改めて理解できる。

本研究では、わだち掘れの形状に関する変数として、平均わだち掘れ深さの他に、調査区間の最大わだち掘れ深さやわだち掘れ幅も同様に分析したが、それらはともに寄与率が低く採択されなかった。上記の2つのモデルはともに、重相関係数0.7程度となっており、目的変数がかつとも危険度という心理的なデータであることを考慮すれば、比較的精度の良いモデルといえるものと思われる。最後に上記の2つのモデルとも、同じ変数が採用され、適合度も同様となったが、これは、表-2の危険度意識と危険度動作における「安全」から「転倒・はみだし・衝突」までの比率が大きく異なるためと考えられる。

6. わだち掘れ補修基準アンケート結果

2節で述べたように、わだち掘れ補修基準アンケートを以下のように行った。対象者は、原動機付自転車を日頃運転している人に限り、行政側としての道路維持担当者(13名)と、一般の二輪車ライダー(23名)、および走行実験における被験者(6名)である。

このアンケートは、以下の条件の下に、図-3のよう

条件：「晴天時に原動機付自転車に乗り、対向車がない道路を30 km/hの速度でわだち掘れを乗り移るとき」

にわだち掘れ路面を乗り移る時、表-2左の1~11、又は、表-2右の1~9の危険度を表す言葉のうち、わだち掘れがそれぞれの危険度であると感じられるとき、そのわだち掘れは補修されるべきか、該当するものを一つだけ各表について選んでもらったものである。

本研究の特徴として、危険度を表すより具体的な言葉を危険度意識と動作の両面で用意しているため、このアンケートに答える人は、全く走行実験に参加していても、日常のバイク走行におけるさまざまな経験から、補修基準とすべきわだち掘れ危険度を選び出すことが可能であると考えられる。

図-7, 8は、被験者全員の回答を集計して作成した度数分布である。図より危険度意識では、「少し緊張する」に答えた人が最も多くなっており、危険度動作では、「慎重にハンドルを操作する」が最も多くなっている。表-4はアンケートの各危険度項目に4節で算出した危険度(%)を当てはめて集計した結果である。表-4より危険度意識、動作ともに、一般のライダーのばらつきが最

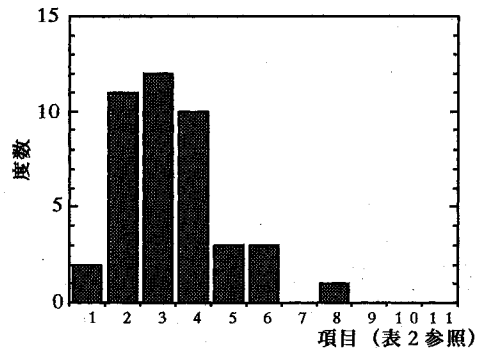


図-7 補修基準アンケートの集計結果(危険度意識)

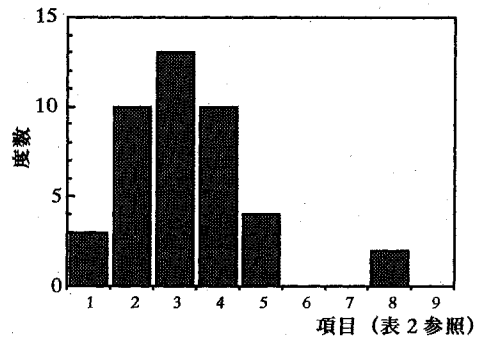


図-8 補修基準アンケートの集計結果(危険度動作)

表-4 わだち掘れ補修危険度アンケートの集計結果

	危険度意識		危険度動作	
	平均	分散	平均	分散
一般ライダー	40.5	433	33.8	227
道路維持担当者	48.1	165	37.9	38
実験走行被験者	51.3	55	37.0	43

も大きく、道路維持担当者、被験者については、同程度のばらつきとなっている。表-4で、各危険度の平均値を比較してみると、一般のライダーが最も低い危険度(%)のときにわだち掘れ補修の必要性を感じており、次いで道路維持担当者、被験者という順となっている。危険度意識と動作で比較してみると、意識の方は40~51%前後の危険度となっており、動作では33~37%であり、危険度動作でみた方が、わだち掘れ補修の必要性に対する気持ちが強くなるのがわかる。この表-4で求められた危険度の平均値を利用して、わだち掘れ補修基準を求めてみる。表-3の各重回帰モデルに、わだち掘れ補修基準アンケートで示した条件を代入して、わだち掘れ深さが目的変数となるように整理すると以下のようなる。

①危険度意識によるモデル

$$D = C_1 / 1.13 - 12.42$$

②危険度動作によるモデル

$$D = C_2 / 1.02 - 12.70$$

表一五 わだち掘れ深さ (mm) の補修基準値

	危険度意識	危険度動作
一般ライダー	23.4	20.4
道路維持担当者	30.1	24.5
実験走行被験者	33.0	23.6
平均値	28.8	22.8
全平均	25.8	

表一六 維持修繕要否判断の目標値

	交通量の多い 一般道路	交通量の少ない 一般道路
わだち掘れ深さ (mm)	30~40	40~50

注)「道路維持修繕要項」¹⁾(日本道路協会)より抜粋

表一七 各方向別加速度とわだち掘れ深さとの関係 (重回帰モデル)

	わだち掘れ 深さ (mm)	乗り移り 速度 (km/h)	定数項	重相関 係数	デー タ 数
鉛直方向 加速度 (m/sec ²)	0.0102 (3.1)	0.0518 (13.7)	0.283	0.73	225
進行方向 加速度 (m/sec ²)	0.0108 (4.4)	0.0306 (11.0)	-0.255	0.67	225
水平方向 加速度 (m/sec ²)	0.00560 (3.19)	0.00863 (5.2)	0.352	0.45	225

注) () 内は t 値

表一八 乗り移り加速度による補修基準値

鉛直方向加速度	進行方向加速度
2.070 (m/sec ²)	0.909 (m/sec ²)

ここで、 D : 平均わだち掘れ深さ (mm)

C_1 : 危険度意識の危険度 (%)

C_2 : 危険度動作の危険度 (%)

上記のモデルは、対向車 : 0, 乗り移り速度 : 30 km/h, 二輪車の種類 : 0, 運転頻度 : 1 の値を表一三に代入してもとめたもの。

上記の2つのモデルに表一四で求められた危険度の平均値を代入することによって、表一五のようなわだち掘れ補修基準値が得られた。それによると、危険度意識の方では、補修すべきわだち掘れ深さの平均は 28.8 mm, 危険度動作の方では 22.8 mm となっており、危険度動作でみた方が基準が厳しくなっていることがわかる。被験者に聞いたところ、危険動作のようなより具体的な言葉で危険度を表現した方が回答しやすいと答えた人が多かったこと、また、表一四で危険度動作の分散の方が危険度意識の分散よりも小さい傾向にあることなどから考えると、危険動作で考えたわだち掘れ補修基準の方が、信頼性が高いと思われる。

結局、以上の結論として、二輪車ライダーの安全性からみたわだち掘れ補修基準を定めるとすれば、危険度動作の 23 mm 程度か、あるいは、全平均値である 26 mm 程度にするのが妥当であると考えられる。この値は、現在のわだち掘れ補修判断の目標値となっている表一六の値よりもやや厳しい値となっているが、ライダーのより安全な走行環境を確保するためには、目標値をもう少し厳しくした方がよいであろう。

ところで、3節の走行調査においてはアンケートによる危険度評価とともに、わだち掘れの程度と物理量 (速度, 加速度) の関係を調べるため、バイクにはあらかじめ鉛直方向, 水平方向, 進行方向の3方向の加速度を測定できる加速度計を取り付けている。本研究では乗り移り走行区間 20 m 内において計測されたノイズを FFT アナライザー上で 1023 個のデータに処理し、そのデータの RMS 値を以下の分析で用いる加速度として計算し

たが、表一七は、その各加速度を目的変数、わだち掘れ深さと乗り移り速度を説明変数として、重回帰分析をした結果である。各加速度モデルの重相関係数で判断すると、鉛直方向のモデルの精度が最も良く、次いで進行方向のモデルとなっており、それら二つに比べて水平方向の精度はかなり劣っていることがわかる。一定速度を保って走行する二輪車に加わる3方向の加速度は、そこに乗っているライダーが感じる危険度と直接関係があると考えられるが、上記の結果からわだち掘れ乗り移り時に感じる危険度の差は、わだち掘れ深さの程度によって生じる鉛直方向と進行方向の加速度の値によるところが大きいと思われる。ここで、表一五の結論として得られたわだち掘れ深さの補修基準 (危険度動作の平均値 22.8 mm) と表一五で条件とした乗り移り速度 (30 km/h) を鉛直, 水平の加速度モデルに代入することによって、路面補修基準とすべき鉛直加速度と水平加速度を新たに求めてみると、表一八のようになった。表一八のこの値をわだち掘れ補修基準値としておけば、わだち掘れの深さを測定して求めることなく、本研究のような走行実験を行って加速度を求めて表一八の基準値を超えていないかどうかを調べることで、わだち掘れ補修の時期を決定することが可能となろう。

7. 結 論

1) わだち掘れ路面を乗り移り走行実験した後、そのわだち掘れに対する2種類の危険度アンケートを作成し調査した結果、ファジィ的な考えを取り入れたアンケートの方がより良いことが分かった。

2) 危険度の程度を表す言葉として、少し, かなり, 等ではなく、より具体的かつ直観的で普遍性に富む言葉を十数個抽出し、それらを危険度意識と危険度動作の2グループに分けることができた。またこれらの言葉が、それぞれの程度の危険度 (%) を表現しているかを数量化第四類によって測定した。

3) わだち掘れ走行実験より得られた危険意識データを危険度(%)に変換した値と各わだち掘れ量との関係を表す重回帰モデルを作成したが、比較的精度の良いモデルが作成できた。

4) 先に抽出した危険度を表す具体的な言葉に基づいた、わだち掘れ路面の補修基準アンケートを行政の道路維持担当者等に行った結果、最も回答の多かった補修基準危険度は、「少し緊張する」(危険度意識)と「慎重にハンドルを操作する」(危険度動作)であった。

5) 本研究の結果から、二輪車ライダーの安全性からみた補修基準とすべきわだち掘れ深さは、23~26 mm前後であることがわかり、これは現在のものよりも5~10 mm程度厳しいものであることがわかった。

6) わだち掘れ量と鉛直、水平方向の加速度との関係を分析することによって、わだち掘れの形状を測定することなく、走行実験より得られる加速度を用いて、路面の安全性を調査できる方法を考察した。

7) 本研究では走行実験の制約から、雨天時に危険度について分析できなかったが、今後さらにこの点についても考察していく必要がある。また、基準の設定にあたっては、2輪車以外の4輪車を含めより広範な検証が必要である。

最後に、本研究におけるアンケート等において多くの行政サイドの方々にご協力頂いた。ここに感謝の意を表します。また、走行実験やデータの集計等において、日本国土開発(株)小池英寿君を初めとして、多くの学生

の方々にご協力を頂いた。ここに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 日本道路協会編：道路維持修繕要項, pp. 67~93.
- 2) 荻原 亨・中辻 隆・加来照俊：わだち路走行時の車両の運動に関する研究, 第17回日本道路会議論文集, pp. 1038~1039.
- 3) A. Kawamura, T. Kaku : A Trial Plan Regarding the Evaluation Method of Road Roughness on the Basis of Man-Vehicle-Road System Concept. PROC. OF JSCE, No. 407, pp. 87~96, 1989.
- 4) 斉藤和夫：事故危険度評価方法に関する調査研究の概観(II), 交通工学, Vol. 15, No. 7, pp. 37~48, 1980.
- 5) 岡本 博・越 正毅・大蔵 泉・鹿島 茂：事故発生の偶然変動を考慮した道路区間の事故危険度評価手法, 土木学会論文報告集, Vol. 326, pp. 115~127, 1982.
- 6) 大蔵 泉・越山政敏・川上洋司：交通事故対策地点の抽出に関する基礎的研究, 土木計画学研究・論文集, No. 5, pp. 67~74, 1987.
- 7) 清田 勝・高田 弘・樗木 武・田上 博：迷惑・危険意識からみた道路整備対象区間の抽出とその対策に関する研究, 土木学会論文集, No. 383, pp. 63~71, 1987.
- 8) 平松金雄・井上 茂・岩本貞雄：数量化理論によるフィーリングの研究(第1報), 自動車技術会論文集, No. 20, pp. 105~111, 1980.
- 9) (財) 高速道路調査会：アスファルト舗装路面性状の実態調査に関する解析結果報告書, pp. 34~56, 1978.

(1992. 6. 2 受付)

AN EVALUATION OF RUT DEPTH OF PAVEMENT SURFACE FROM THE VIEWPOINT OF MOTORCYCLE RIDERS' SAFETY

Masami TAKAHASHI, Motohiro FUJITA, Hiroshi MATSUI and Yuzuru KURIMOTO

Road roughness, specially ruts of pavement surface have much influence on safety for auto drivers, specially motorcycle riders. However, the present judgement standard for pavement repairs in Japan is measured in term of road life span and serviceability and is not considered from the viewpoint of riding safety.

In this paper we investigate the relationship between the rut depth of pavement surface and safety consciousness by motorcycle riders quantitatively through the riding test on rutted roads and the questionnaire survey on safety consciousness of the riders. In conclusion we propose a new judgement standard for pavement repairs.