

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.281

February 2006

防護柵への付着金属片調査報告

道路空間高度化研究室

Report of Metal Pieces Stuck on Guardrails

Advanced Road Design and Safety Division

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

防護柵への付着金属片調査報告

岡 邦彦^{*1}
瀬戸下 伸介^{*2}
池原 圭一^{*3}
蓑島 治^{*4}

Report of Metal Pieces Stuck on Guardrails

Kunihiko OKA^{*1}
Shinsuke SETOSHITA^{*2}
Keiichi IKEHARA^{*3}
Osamu MINOSHIMA^{*4}

概要

今般、全国の道路の防護柵で多数の付着金属片が発見され、防護柵に付着した金属片により歩行者や自転車利用者が負傷した事故の存在も明らかになった。これに対し、国土交通省では、学識経験者からなる「防護柵への付着金属片調査委員会」を設置し、付着金属片の調査分析及び原因の究明に当たった。

本資料は、「防護柵への付着金属片調査委員会」による調査結果をまとめたものである。

キーワード：防護柵、金属片

Synopsis

Recently, a lot of METAL PIECES were found on guardrails, and some pedestrians and bicyclists were hurt by them. Therefore Ministry of Land, Infrastructure and Transport organized “Committee of Investigation for Metal Pieces Stuck on Guardrails”, and conducted a survey on the metal pieces, and investigated causes.

This report is results of investigation for the metal pieces stuck on guardrails.

Key Words: Guard rail, Metal piece

-
- | | | |
|----|-----------------------|---|
| *1 | 道路研究部道路空間高度化研究室 室長 | Head, Advanced Road Design and Safety Division, Road Department |
| *2 | 道路研究部道路空間高度化研究室 主任研究官 | Senior Researcher, Advanced Road Design and Safety Division, Road Department |
| *3 | 道路研究部道路空間高度化研究室 研究官 | Researcher , Advanced Road Design and Safety Division, Road Department |
| *4 | 道路研究部道路空間高度化研究室 研究員 | Research Engineer , Advanced Road Design and Safety Division, Road Department |

目 次

第1章 防護柵への付着金属片調査委員会について

1 . 設立趣旨	1
2 . 委員名簿	1
3 . 委員会開催状況	2

第2章 調査報告

1 . 調査の目的・内容	3
2 . 金属片の付着状況調査	5
3 . 金属片の材料分析	14
4 . 現地調査	21
5 . 室内実験	23
6 . 実車実験	29
7 . ガードレール清掃車による金属片の向きの反転に関する実験	34
8 . 金属片の視認性実験	38
9 . 金属片の由来に関する関係機関の調査結果等	40
10 . 付着金属片の発生原因	42
11 . 今後の対応	43

参考資料

第1章 防護柵への付着金属片調査委員会について

今般、全国の道路の防護柵で多数の付着金属片が発見され、防護柵に付着した金属片により歩行者や自転車利用者が負傷した事故の存在も明らかになった。これに対し、国土交通省では、学識経験者からなる「防護柵への付着金属片調査委員会」を設置し、付着金属片の調査分析及び原因の究明に当たった。

1．設立趣旨

今般、埼玉県行田市においてガードレールの付着金属片によって自転車で帰宅中の中学生がけがをした事故をきっかけとし、国土交通省をはじめとした道路管理者と警察が協力して緊急点検を実施したところ、全国の都道府県において車両用防護柵に付着する多数の金属片が発見された。

金属片については撤去することにより道路利用者の安全の確保に努めているところであるが、付着原因については自動車がその一因であることは確認されているものの未だ全体を特定できない状況にある。

このような状況を踏まえ、原因を究明し、今後の対策について調査・検討することを目的に、専門家による「防護柵への付着金属片調査委員会」を設置する。

2．委員名簿

（委員長）

元田 良孝 岩手県立大学 総合政策学部 教授

（副委員長）

赤羽 弘和 千葉工業大学 工学部 建築都市環境学科 教授

飯田 久雄 鋼製防護柵協会 技術委員会 委員長

伊藤 勝利 （社）日本自動車工業会 技術統括部 部長

大西 博文 国土技術政策総合研究所 道路研究部 部長

住田 俊介 （財）交通事故総合分析センター
つくば交通事故調査事務所長 兼 常務理事

山岡 成行 （株）自研センター 取締役 （委員：五十音順）

3 . 委員会開催状況

○ 6 月 8 日（水） 第 1 回委員会開催

- ・ 緊急点検結果について
- ・ 分析について
- ・ サンプルデータ（大宮国道事務所管内）の分析結果について
- ・ 原因分析の進め方について
- ・ 委員会の検討スケジュールについて

○ 6 月 2 1 日（火） 第 2 回委員会開催

- ・ 現地調査
- ・ 金属片の付着状況の調査結果について
- ・ 大宮国道事務所管内の付着原因の究明について
- ・ 全国の付着原因の究明について
- ・ 調査の進め方について
- ・ 今後のスケジュールについて

○ 7 月 2 9 日（金） 第 3 回委員会開催

- ・ 付着金属片の原因究明
- ・ 今後の対応
- ・ 調査とりまとめ

第2章 調査報告

1. 調査の目的・内容

1) 調査の目的

今般、全国の防護柵で多数の付着金属片が発見され、防護柵に付着した金属片により歩行者や自転車利用者が負傷した事故の存在も明らかになった。

防護柵は、進行方向を誤った車両や歩行者、自転車が路外などへの逸脱を防ぐことにより、逸脱に伴う当事者の人的被害、車両の物的損害、逸脱した車両などにより生じる第三者の人的被害、道路施設や沿道施設などの物的損害など種々の被害や損害の発生を防止するものであり、交通安全施設の一つとして整備されているものであるが、こうした付着金属片の存在はこれまで把握されていなかったものである。

国土交通省では、道路利用者の安全確保を最優先に考え、全国の直轄国道等において、防護柵への付着金属片について緊急点検を実施し、各地の警察とも協力しながら、金属片の除去に努め、都道府県等の地方公共団体においても、自主的な点検を行っているところである。

今後は、金属片の付着原因を究明した上で対応策を検討することが必要であるが、付着金属片が発生する原因については、一部で金属片と車両の破損部分の一致により自動車によるものと確認された事例があるものの、全ては解明されていない。

そのため、本委員会では、金属片が付着した原因を究明し、今後の対応を検討することを目的として、調査を実施した。

2) 調査の内容

金属片の付着状況調査

付着金属片や金属片の付着場所に関する特徴を明らかにし、付着金属片に関する基礎資料を得るため、全国の直轄国道において6月上旬に実施した、防護柵への付着金属片に関する緊急点検の結果確認された金属片を対象に、金属片の特徴を示す基礎的なデータや付着状況、付着箇所の道路状況等を調査した。

金属片の材料分析

付着金属片の組成から用途を特定し、金属片の生成過程を明らかにするため、直轄国道において実施した緊急点検の結果確認された金属片の一部について材料分析を行った。

現地調査

付着金属片が確認された箇所の自動車の接触痕の詳細な調査や道路状況

の確認を行うことを目的として、調査委員会委員による実地の調査を行った。

室内実験

付着金属片に多く見られる特徴である三角形の形状が、引張破壊により生成されることを確認し、金属片の形状に影響する要因を明らかにするため、車両に用いられる鋼板を材料とする試験片を供試体として、引張試験機により破壊する実験を行った。

さらに、より実際の条件に近い状態での状況を確認するため、実車のドアパネルを供試体として、同様の実験を行った。

実車実験

付着金属片が自動車の接触により発生するとの推定を検証し、付着のメカニズムを確認するため、実車を防護柵に接触させて金属片を付着させる実験を行った。

ガードレール清掃車による金属片の向きの反転に関する実験

ガードレール清掃車により金属片が反転する可能性があることを確認するため、現地実験を行った。

金属片の視認性実験

防護柵に付着している金属片を通常の道路管理で実施しているパトロール車による巡回で、どの程度発見できるのかを把握するために視認性の実験を行った。

2 . 金属片の付着状況調査

1) 目的

付着金属片や金属片の付着場所に関する特徴を明らかにし、付着金属片に関する基礎資料を得るため、全国の直轄国道において6月上旬に実施した、防護柵への付着金属片に関する緊急点検の結果確認された4,537個(6月14日時点)を対象に、金属片の特徴を示す基礎的なデータや付着状況、付着箇所道路状況等を調査した。

また、付着金属片が発見された道路の特徴を明らかにするため、大宮国道事務所管内の直轄国道をケーススタディとして、金属片の付着箇所に関する分析を行った。

2) 方法

全国の直轄国道の付着状況調査

直轄国道を管理する各事務所に調査票を送付し、金属片1個ごとに金属片の特徴、付着状況、付着箇所等の情報を記入してもらい回収する方法により付着状況に関するデータを収集し集計した。

主な調査項目は、金属片の大きさ、幅(1mm単位)、形状、材質、厚さ(0.001mm単位)、付着場所(ボルト部、継ぎ目部等)、道路附属物(デリネータ等)の有無、縁石等の有無、道路の幅員、車線数、道路線形、縦断勾配等である。

さらに、交通事故統合データベース、道路管理データベース(MICHI)等のデータを使用して、金属片付着と事故状況や道路構造との関係进行分析した。

大宮国道事務所管内の付着状況の分析

大宮国道事務所管内の地図上に金属片の付着箇所を記入し、分布状況を俯瞰することにより、付着が多い区間と少ない区間を抽出し、多い区間と少ない区間の道路構造の違い等を分析した。

3) 結果

全国の直轄国道の付着状況調査

・全体的特徴

金属片の付着状況調査結果の概要を表1-1～1-3に示す。

付着していた防護柵の種類は、大半はガードレールである。また付着場所はボルト部、継ぎ目部、端部の順に多い。それぞれの場所へ付着している状況を写真1-1に示す。また路側側、中央帯側の別では、その大半は路側側である。

表 1 - 1 防護柵の種類別付着割合

種類	ガードレール	ガードレール以外
割合	98%	2%

表 1 - 2 付着場所別付着割合

場所	ボルト部	継ぎ目部	端部
割合	61%	32%	7%



(ボルト部)



(継ぎ目部)



(端部)

写真 1 - 1 防護柵に付着した金属片

表 1 - 3 ガードレールの位置別付着割合

位置	路側側	中央帯側
割合	97%	3%

・金属片の特徴

金属片の幅及び長さの平均値は、表 1 - 4 に示すように、継ぎ目部に付着していたもので幅 5.5cm、長さ 11.3cm、ボルト部に付着していたもので幅 3.5cm、長さ 6.9cm である。金属片の幅は、継ぎ目部ではガードレールの凸部の幅（約 5～6cm）、ボルト部ではボルトの頭の直径（約 3.3cm）に影響されているものと推察できる。

表 1 - 4 金属片の幅及び長さの平均値

	幅	標準偏差	長さ	標準偏差
ボルト部	3.5cm	1.5cm	6.9cm	4.5cm
継ぎ目部	5.5cm	2.4cm	11.3cm	9.1cm

突出量は、5cm 未満のものが約 77%を占めるが、25cm を超えているものも 0.1%程度存在している。

形状は、三角形が約 81%を占め、その他長方形、台形なども見られる。

材質はそのほとんどが鉄（約 92%）であり、その他はアルミニウム、プラスチックなどである。

厚さは、0.8～1.0mm を中心（約 30%）として 0.2～2.2mm に分布しており、2.3mm を超えるものもわずかに存在している。

ほとんどの金属片に錆が発生している。（約 95%）

塗料が認められるものと認められないものの割合はほぼ半々であり、付着場所がボルト部の金属片で塗料が認められないものが比較的多くみられる。

破断面は粗いものがほとんど（約 95%）である。

・付着状況

付着している場所の高さは 70～80cm(約 40%)を中心として、50～100cm に分布している。

付着箇所に車両接触痕の有るものが約 82%、無いものが約 14%となっている。

・道路構造・線形別の付着状況

歩道の有無別では、有る箇所が約 53%、無い箇所が約 47%である。

線形は直線部が約 64%と多く、次いで右カーブ（約 21%）、左カーブ（約 14%）となっている。

中央分離帯の有無別では、中央分離帯の無い箇所がほとんど（約 91%）である。

沿道状況別では、平地（約 50%）、山地（約 26%）が多く、D I D（人口集中地区）を含む市街地は少ない。

縦断線形別では、0～±2%の平坦か平坦に近い箇所が多い（約 68%）。

・金属片付着と事故発生状況の関係の分析

交通事故統合データベースを用いて、金属片付着と事故発生状況との関係を分析した。図 2 - 1、図 2 - 2 に示すように、事故密度（死傷事故件

数 / 道路延長) 事故率 (死傷事故件数 / 走行台キロ) が高いほど付着密度が高くなる傾向がみられる。

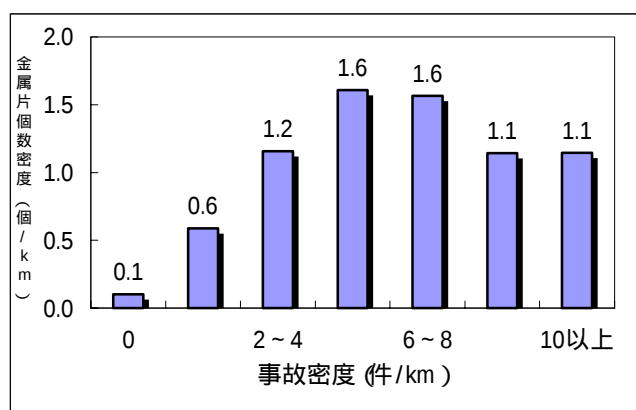


図 2 - 1 事故密度と金属片付着密度の関係

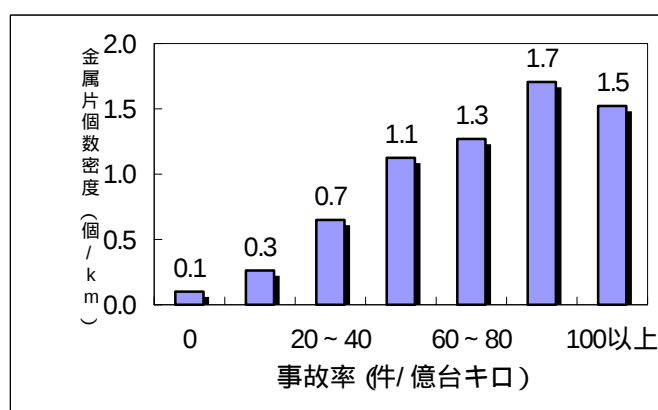


図 2 - 2 事故率と金属片付着密度の関係

・道路構造と金属片付着の関係の分析

縁石有無別の、防護柵への金属片付着密度 (防護柵延長 1km あたりの金属片付着個数) を図 2 - 3 に示す。なお、ここでは、金属片が付着していた防護柵の大半を占める路側のガードレールを対象に分析した。

「縁石なし」の区間では、「縁石あり」の区間と比較して金属片付着密度が約 2 倍となっていることがわかる。これは、「縁石あり」の区間では、縁石が車両の防護柵への接触を防いでいるためと推測される。

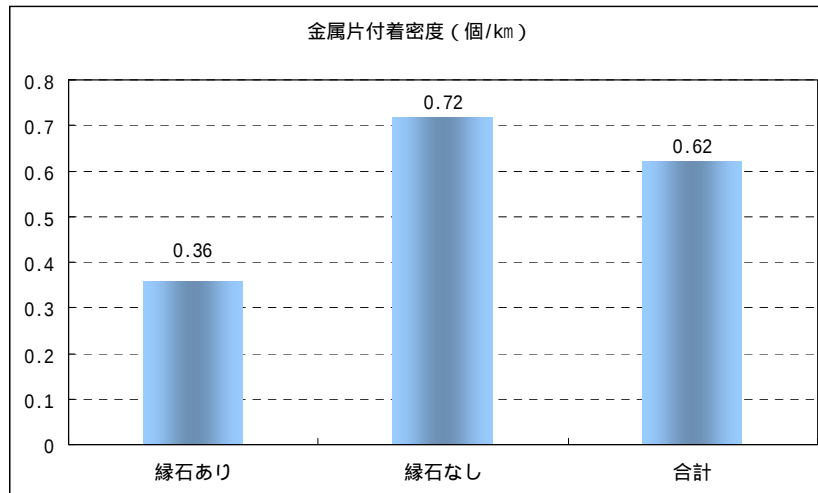


図 2 - 3 緑石の有無別金属片付着密度（ガードレール）

ガードパイプを対象とした、緑石有無別の、防護柵への金属片付着密度（防護柵延長 1km あたりの金属片付着個数）を図 2 - 4 に示す。

「緑石なし」の区間では、「緑石あり」の区間と比較して金属片付着密度が約 4 倍となっていることがわかる。

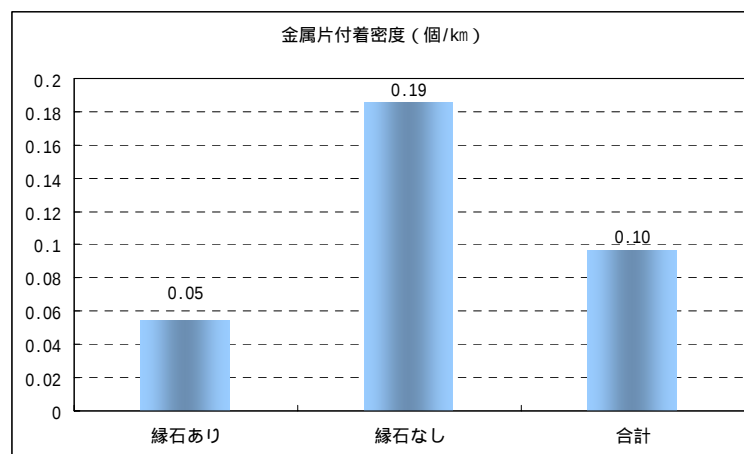


図 2 - 4 緑石の有無別金属片付着密度（ガードパイプ）

直線・カーブ別の、防護柵への金属片付着密度（防護柵延長 1km あたりの金属片付着個数）を図 2 - 5 に示す。なお、ここでは路側のガードレールを対象に分析した。

「直線」区間では、「カーブ」区間と比較して金属片付着密度が約 1.8 倍となっていることがわかる。

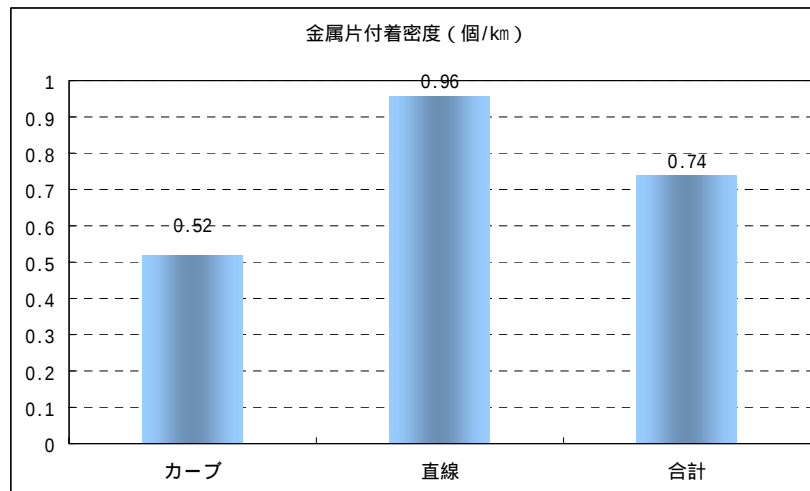


図 2 - 5 直線・カーブ別の金属片付着密度

勾配ランク別の、防護柵への金属片付着密度（防護柵延長 1km あたりの金属片付着個数）を図 2 - 6 に示す。なお、ここでは路側のガードレールを対象に分析した。

縦断勾配が大きくなるほど、金属片付着密度が若干低下する傾向が見受けられる。

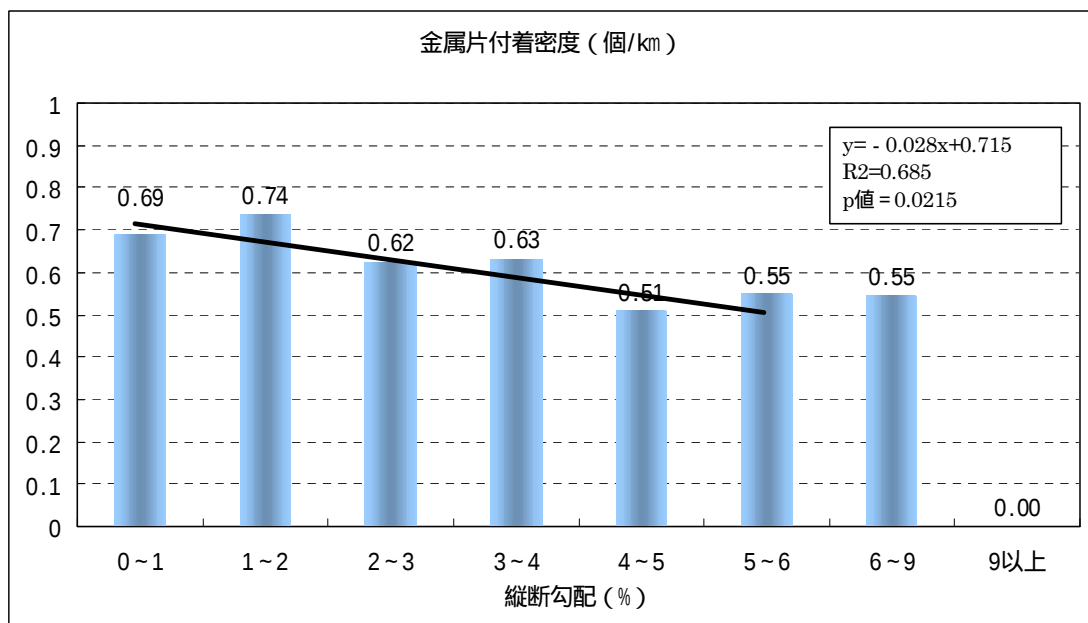


図 2 - 6 勾配ランク別金属片付着密度

路肩幅員ランク別の、防護柵への金属片付着密度（防護柵延長 1km あたりの金属片付着個数）を図 2 - 7 に示す。なお、ここでは車両の路外逸脱防止目的のガードレールを対象に分析した。

路肩幅員が 0.5 ~ 0.75m の区間に金属片が多く付着する傾向にある。

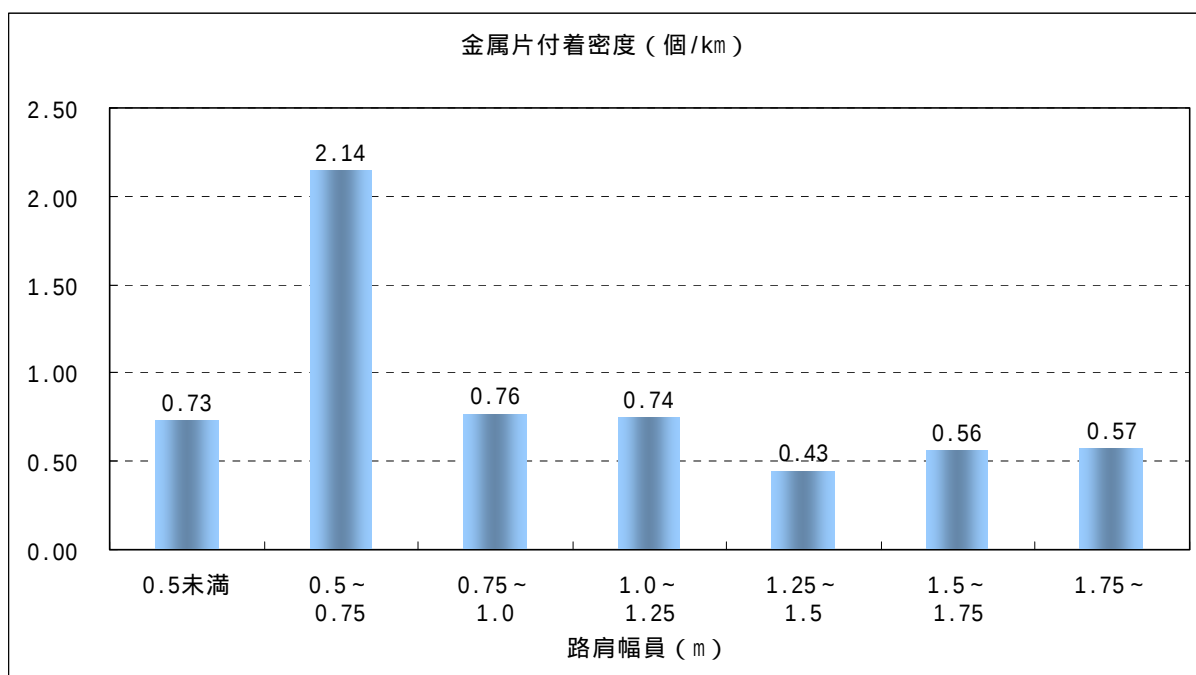


図 2 - 7 路肩幅員ランク別金属片付着密度

大宮国道事務所管内の付着状況の分析

大宮国道事務所管内の地図上に金属片の付着箇所を記入し、分布状況を俯瞰すると、図 2 - 8 から分かるように付着箇所は均一に分布しているのではなく、比較的付着が多い区間と少ない区間があることが分かる。そこで、まず付着が多い区間と少ない区間を、表 2 - 7 のとおり抽出し、それぞれの道路構造の違い等を分析した。



図 2 - 8 大宮国道事務所管内の付着金属片の分布状況

表 2 - 7 金属片の付着が多い区間と少ない区間（大宮国道事務所管内）

区間 番号	箇所名	区間キロ程	延長	金属片 個数	付着密度 (個 / km)
付着が多い区間	国道 4 号	30.3 ~ 36.8	6.6	13	2.0
	国道 17 号熊谷 BP	54.2 ~ 72.0	17.9	19	1.1
	国道 17 号	70.6 ~ 83.3	12.6	6	0.5
付着が少ない区間	国道 4 号	36.8 ~ 55.8	19.0	0	0.0
	国道 16 号	91.0 ~ 114.3	23.3	1	0.0
	国道 17 号新大宮 BP	19.6 ~ 34.4	14.4	3	0.2
	国道 17 号	54.2 ~ 70.6	16.4	0	0.0

抽出した付着が多い区間、少ない区間ごとに防護柵の設置延長割合を示したものが図2 - 9である。付着金属片の多い区間は、比較的ガードレールの設置率が高い区間であることが分かる。

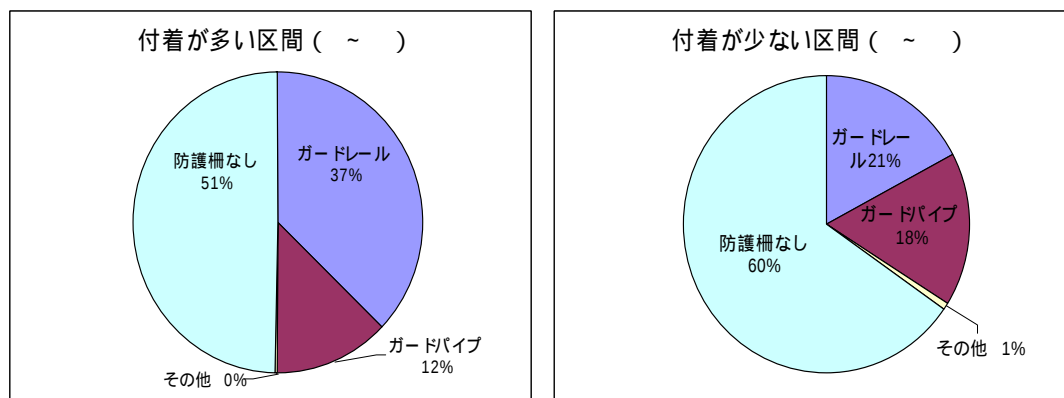


図2 - 9 金属片の付着が多い区間と少ない区間の防護柵設置延長割合

同様に、縁石の設置延長割合を示したものが図2 - 10である。付着金属片の少ない区間は、比較的縁石の設置率が高い区間であることが分かる。

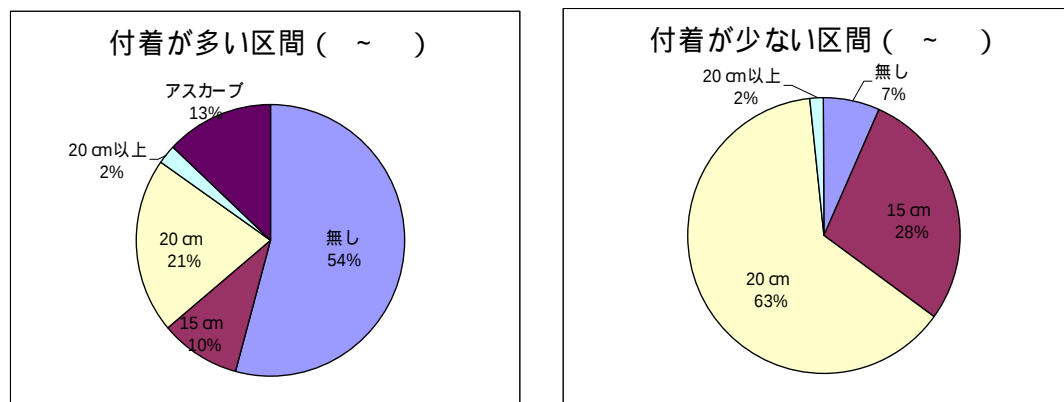


図2 - 10 金属片の付着が多い区間と少ない区間の縁石の設置延長割合

3 . 金属片の材料分析

1) 目的

付着金属片の組成から用途を特定し、金属片の生成過程を明らかにするため、直轄国道において実施した緊急点検の結果確認された 4,537 個の金属片の一部について材料分析を行った。

2) 方法

対象とした金属片について、断面の組織観察、断面のSEM（走査型電子顕微鏡）による観察及びEDX定性分析、硬度測定を行い、組成、強度を明らかにすることによって、用途の特定と、断面の形状から金属片の生成過程についての考察を行った。

なお、国内自動車メーカーの乗用車部材として用いられる鋼材の性質は表 3 - 1 のとおりであり、用途の特定にあたっての参考とした。

表 3 - 1 国内自動車メーカーの乗用車部材の性質

	性 質
板厚	0.6mm ~ 1.0mm (極低炭素鋼) 低炭素鋼材では 2.0mm 程度のものまでである。
強度レベル	280MPa ~ 1500MPa (一般には 280MPa ~ 380MPa)
成分系	低炭素鋼 (0.02% ~ 0.2%) 極低炭素鋼 (0.02% 未満) S (0.02% 以下) 、 Cu (0.2% 以下) 、 Cr (0.2% 以下) P 添加 : 0.03% 以上、 Ti、 Nb 添加 : 0.01% 以上、 V 添加 : 0.02% 以上 Al キルド : 0.01% 以上、 Si キルド : 0.05% 以上
鋼種	キルド鋼 (外板) キルド鋼、リムド鋼 (付属品)

3) 材料分析 (その 1)

分析を行う金属片の抽出

確認された金属片の用途を特定するため、表 3 - 2 に示す考え方によって抽出した 102 個の金属片について材料分析を行った。金属片 (a) は、大宮国道事務所管内をケーススタディ地域として重点的な調査を行う観点から、(b) は金属片の特徴や道路状況による違いを明らかにする観点から、(c) は故意に付着させた金属片の存在する可能性について検討する観点からそれぞれ抽出したものである。

表 3 - 2 材料分析（その 1）で分析を行う金属片の抽出の考え方

名 称	抽出の考え方	個 数
金属片（ a ）	大宮国道事務所管内で確認された全ての金属片	51
金属片（ b ）	全国の直轄国道で確認された金属片から、付着場所、接触痕、形状、厚さ、塗料の有無に着目して抽出した金属片	40
金属片（ c ）	故意に付着させたとと思われるような特異な特徴を有していると現場で判断された金属片	11
合 計		102

金属片（ a ）の材料分析結果

分析結果を表 3 - 3 に示す。

表 3 - 3 金属片（ a ）の材料分析結果

用途	個数
車両用（外板）	44
車両付帯部品（ミラー、モール等）	5
車両用（フェンダーパネル）	1
車両用（荷台側板固定フレーム）	1
計	51

用途は、車両用（外板）が 44 個、車両付帯部品（ミラー、モール等）が 5 個、車両用（フェンダーパネル）が 1 個、車両用（荷台側板固定フレーム）が 1 個と特定され、いずれも車両に用いられる部材であった。

また、金属片の破断状況は全て引張破壊によるものであった。

金属片（ b ）の材料分析結果

分析結果を表 3 - 4 に示す。

表 3 - 4 金属片（ b ）の材料分析結果

用途	個数
車両用（外板）	39
車両付帯部品	1
計	40

用途は、車両用の外板が 39 個、車両付帯部品が 1 個であると特定され、全て車両に用いられる部材であった。

また、金属片の破断状況は、全て引張破壊によるものであった。

金属片（c）の材料分析結果

分析結果を表 3 - 5 に示す。

表 3 - 5 金属片（c）の材料分析結果

用途	個数
車両用（外板）	9
車両用（バンパー）	1
車両用（給油口カバー）	1
計	11

用途は、車両用（外板）が 9 個、車両用（バンパー）が 1 個、車両用（給油口カバー）が 1 個と特定され、全て車両に用いられる部材であった。

また、金属片の破断状況は、全て引張破壊によるものであった。

4）材料分析（その 2）

分析を行う金属片の抽出

材料分析（その 1）で分析を行った 102 個の金属片は、全て車両用の外板や車両付帯部品等であり、自動車に由来するものであった。このことから、確認された金属片に、自動車に由来するもの以外のものが存在する確率は極めて低く、金属片の大半は自動車に由来するものであると推定できる。

そこで、材料分析（その 2）では、自動車に由来するもの以外の金属片が存在する可能性について検討する観点から、表 3 - 6 に示す考え方に従って、自動車に由来するものとは考えにくい特徴を持つ金属片を重点的に抽出し、材料分析を行った。

表 3 - 6 材料分析（その 2）を行う金属片の抽出の考え方

名 称	抽出の考え方	個 数
金属片（d）	全国の直轄国道で確認された金属片のうち、外観から判断して自動車に由来するものとは考えにくい特徴を持つ 240 個の金属片のうち、国総研において状況の再確認・精査を行った結果、自動車に由来するものと確定できなかった金属片（金属片（c）と重複する 2 個を除く）	11

外観から判断して自動車に由来するものとは考えにくいと判断された 240 個について、再度、金属片の実物、現場の写真・図面をもとに、状況の再確認と自動車に由来するものかどうかの精査を行った結果、226 個は自動車に由来するものと判断できるものであった。また、金属片が他機関にあるために材料分析ができず確定できないものが 3 個あったが、写真等から車両によるものと推定されるものであった。残る 11 個について、材料分析を行った。

ここで、「外観から判断して自動車に由来するものとは考えにくい特徴」を持つ金属片の判断基準を表 3 - 7 に、「国総研で行った状況の再確認・精査」の判断基準を表 3 - 8 に、さらに金属片（d）に該当する 11 個を抽出した過程を表 3 - 9 に示す。

表 3 - 7 「外観から判断して自動車に由来するものとは考えにくい特徴」を持つ金属片の判断基準

○ 次のいずれかに該当するものを ア) 金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見えるもの イ) 破断面が人工的に作られたように滑らかなもの ウ) 金属片の厚さが自動車鋼板と一致しないもの エ) 中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着しているもの オ) その他特に現場が判断したもの

表 3 - 8 自動車に由来するものと判断する基準

○ 次のいずれかに該当するもの ・ 金属片の特徴が車両由来と類似と判断できるもの 具体的には、「接触痕あり」、「破断面が粗く形状が三角形」、「厚さが 2.3mm 以下」のうち 2 つ以上の条件に該当するもの。 ・ 金属片はないが、写真等から車両由来と類似と判断できるもの ・ 車両付帯部品と思われるもの（プラスチック等） ・ 付着場所を確認した結果、付着の可能性があるもの 具体的には、 中央分離帯がついていないもの 継ぎ目が逆になっているもの ボルト部や終点側端部継ぎ目に付着していたもの 中央分離帯のある道路で暫定 2 車線や対面通行の履歴があるもの

表 3 - 9 金属片（d）の抽出過程

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくいと判断された理由	該当数	再確認・精査の結果		
		自動車に由来すると判断したもの	確定できないもの	材料分析が必要と判断したもの
ア) 金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見えるもの	81	78	0	3
イ) 破断面が人工的に作られたように滑らかなもの	61	57	3	1
ウ) 金属片の厚さが自動車鋼板と一致しないもの	20	16	0	4
エ) 中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着しているもの	69	66	0	3
オ) その他特に現場が判断したもの	9	9	0	0
合 計	240	226	3	11

金属片（d）の分析結果

分析結果を表3 - 6に示す。

表3 - 6 金属片（d）の材料分析結果

用途	個数
車両用（外板）	3
車両用（ドア下部）	2
車両用（下回り）	2
車両用（荷台）	1
車両用（付属品）	1
トラクター	1
視線誘導標の取付金具	1
計	11

用途は、車両用（外板）が3個、車両用（ドア下部）と車両用（下回り）が2個、車両用（荷台）、車両用（付属品）、トラクター、視線誘導標の取付金具がそれぞれ1個と特定され、視線誘導標の取付金具1個を除き車両に用いられる部材であった。

また、金属片の破断状況は、トラクターの1個が接触・落下によるものである以外は、全て引張破壊によるものであった。

5）まとめ

材料分析（その1）から、確認された金属片に自動車に由来するものの以外のもが存在する確率は極めて低く、金属片の大半は自動車に由来するものであると推定できた。さらに材料分析（その2）で、自動車に由来するとは考えにくい特徴を持つ金属片について分析を行った結果も、ほとんどは自動車に由来するものであることを示した。以上から、ほぼ全ての付着金属片は自動車に由来するものと考えられる。

また、金属片付着箇所の多くに防護柵への接触痕があることから自動車に由来するものであることがうかがえるとともに、形状が三角形、破断面が引張破壊により破壊といった共通した特徴から、付着の際に自動車が防護柵に接触していること及び金属片は強い引張力による破壊により発生していることが分かる。

このことから、付着金属片は、「車両が防護柵に接触して、車体がボルト

の頭又は継ぎ目に引っかかることにより、車体の一部が引きちぎられ、防護柵に付着する。」というメカニズムにより発生しているものと推定される。

4 . 現地調査

1) 目的

付着金属片が確認された箇所の自動車の接触痕の詳細な調査や道路状況の確認を行うことを目的として、調査委員会委員による実地の調査を行った。

2) 方法

○日時・場所

平成 17 年 6 月 21 日（火）

埼玉県内の付着金属片確認箇所

〔 国道 125 号行田市下須戸地先、行田市道第 4.3-334 号線行田市大字若小玉地先、主要地方道佐野行田線行田市小見地先、行田市道 5.3-276 号行田市谷郷地先、国道 17 号深谷市深谷地先、国道 17 号岡部町岡地先、関越自動車道川越 IC I ランプ、富士見川越有料道路 〕

○方法

接触痕が無いと現場から報告のあった箇所では、ルーペの使用やボルトを外しての接触痕の確認などの詳細な調査を行った。また、付着箇所付近の道路状況、沿道状況の観察を行った。



写真 4 - 1 現地調査の様子

3) 結果

接触痕がないと現場から報告のあった場合でも、ルーペを用いて詳細に調査すると、かすかに自動車がこすった形跡を発見できる場合があった。

金属片が付着していたボルトを外して調査すると、ボルトの軸がボルトの頭に対して垂直方向から少し曲がっており、ボルトの軸の片側がつぶれている場合が見受けられる。これは、金属片が付着した際に、ボルトに何らかの

大きな力が作用した証拠であると考えられる。

また、金属片が付着していた端部の継ぎ目部のカバーを外して調査すると、防護柵に金属片が付着していた痕跡を発見できる場合があった。これは、金属片が継ぎ目部に差し込まれた際に、かなり大きな力が作用した証拠であると考えられる。

現地調査を行った箇所の道路状況（車線数、交通量等）、沿道状況（市街、郊外部の別等）は様々であったが、いずれの箇所も付着の原因が自動車の接触によるものであるとの説明に矛盾が生じるような要素は見られなかった。

このように、現地調査から得られた結果は、付着金属片の発生原因が自動車の接触によるものであるとの推定と矛盾するものではなかった。

5 . 室内実験

1) 目的

付着状況調査の結果から、防護柵に付着していた金属片の形状は、三角形のものがボルト部で 82%、継ぎ目部で 80%と、その多くに三角形であるという特徴が見られること、また、金属片の幅と長さについては、表 5 - 1 に示すとおりであることが分かった。

表 5 - 1 金属片の幅及び長さの平均値（再掲）

	幅	標準偏差	長さ	標準偏差
ボルト部	3.5cm	1.5cm	6.9cm	4.5cm
継ぎ目部	5.5cm	2.4cm	11.3cm	9.1cm

金属片の幅は、ボルト部の場合にはボルトの頭の直径 3.3cm に、継ぎ目部の場合にはガードレールの凸面幅 5～6cm に大きく依存しているものと思われる。

一方、金属片の長さについては、金属片の幅に比べると標準偏差が大きく、特に継ぎ目部に付着する金属片の長さはばらつきが大きい。

そこで、付着金属片に多く見られる特徴である三角形の形状が、引張破壊により生成されることを確認し、金属片の形状に影響する要因を明らかにするため、車両に用いられる鋼板を材料とする試験片を供試体として、引張試験機により破壊する実験を行った。

さらに、より実際の条件に近い状態での状況を確認するため、実車のドアパネルを供試体として、同様の実験を行った。

2) 方法

試験片の引張実験

幅 120mm、長さ 400mm、厚さ 0.7mm の車体外板用の合金化溶融亜鉛めっき軟鋼板を、短辺側端部に長さ 40mm のスリットをガードレールの凸面幅に合わせた 45mm 間隔で 2 本入れ、中央部を折り曲げ加工したものを供試体として用いた。（写真 5 - 1）



写真 5 - 1 実験に用いた供試体

実験では、供試体の両端を固定して、中央の折り曲げた部分を表 5 - 2 に示す実験条件で引張を行った。試験片の引き裂き状況は高速ビデオ（13,500 コマ/秒）で撮影し観察した。

表 5 - 2 実験条件

実験 No.	引張速度(km/ h)
No.1	静的（0.018）
No.2	12.6
No.3	
No.4	27.7
No.5	
No.6	
No.7	
No.8	47.0
No.9	

ドアパネルの引張実験

実車から外した前部ドアパネル 1 ～ 3 の 3 体を供試体として、引張実験を行った。ドアパネルには、ガードレールの継ぎ目に引っ掛かった状態を再現するため、アウター側進行方向先端部に、ガードレールの凸面幅に合わせた 45mm の間隔で深さ 20mm 程度の切り込みを入れ、その部分を板材で押さえボルト締めし、引張試験機により引っ張った。

実験の結果生じる金属片の形状を観察するとともに、引張時の荷重を測定した。



写真 5 - 2 ドアパネル供試体

3) 結果

試験片の引張実験

実験の状況を写真 5 - 3 に、破断形態や試験片外観等の実験結果を表 5 - 3 に示す。また、引張速度と金属片の長さの関係を図 5 - 1 に示す。



写真 5 - 3 実験の状況

表 5 - 3 実験結果

実験 No.	速度(km/ h)	破断形態	長辺 (mm)	短辺 (mm)
No.1	0.018	三角形	210	45
No.2	12.6	三角形	120	45
No.3		三角形	130	50
No.4	27.7	三角形	150	45
No.5		三角形	110	45
No.6		三角形	170	50
No.7		三角形	150	45
No.8	47.0	三角形	>165	47
No.9		三角形	>170	47

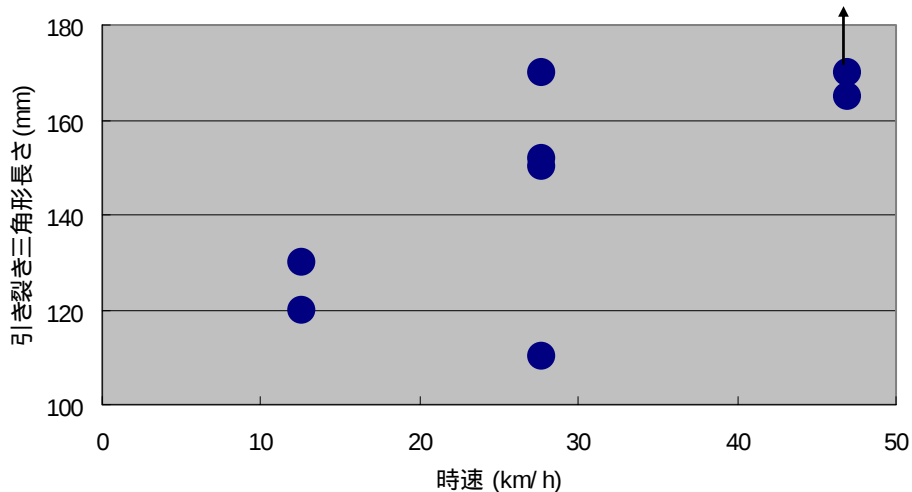


図 5 - 1 引張速度と金属片の長さの関係

いずれも引っ張りの進展に伴い幅が縮小し、最終的には三角形状に破断して分離した。また、三角形の長さと引張速度の関係は、ばらつきがあるものの、速度増加に伴い三角形長さは増加する傾向が見られた。

ドアパネルの引張実験

引張実験により生じた金属片の外観を写真 5 - 4 に示す。いずれも引張の進展に伴い幅が縮小し、最終的には三角形状に破断して分離した。三角形の長さはそれぞれ 145、145、165mm であった。

実験時の変位 - 荷重曲線を図 5 - 2 に示す。いずれも引張初期に高荷重を示し、引張の進行に伴い荷重が低下している。最大荷重はドアパネル 1 でおよそ 1.0kN、ドアパネル 2、3 では 1.4～1.5kN 程度であり、いずれも三角形状の金属片が形成されるに伴い加重も徐々に低下し、最終的には約 0.5kN で破断している。

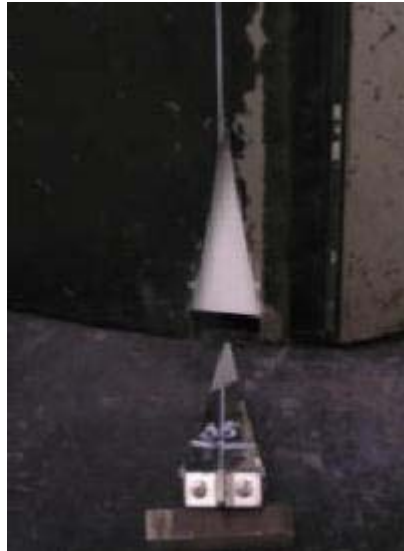
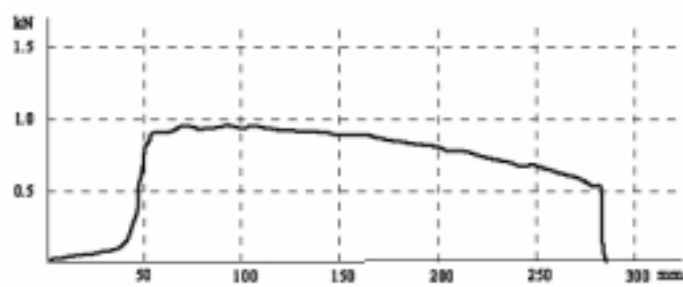
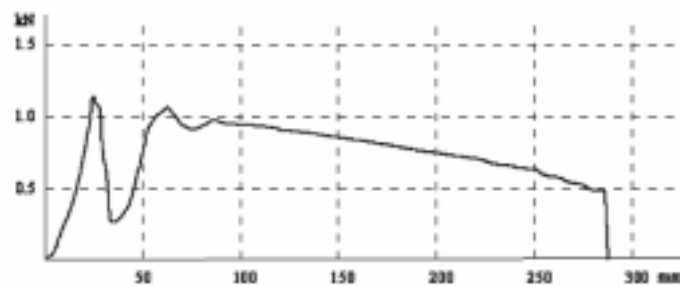


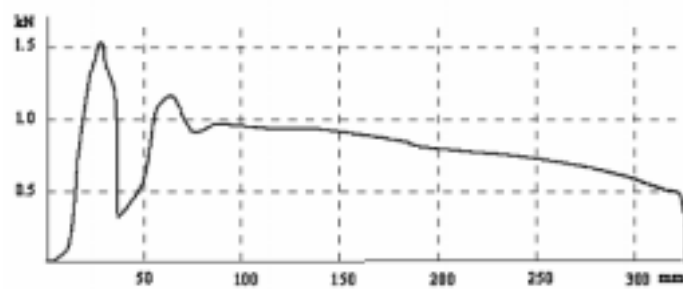
写真 5 - 4 ドアパネルの引張実験により生じた金属片



ドアパネル 1



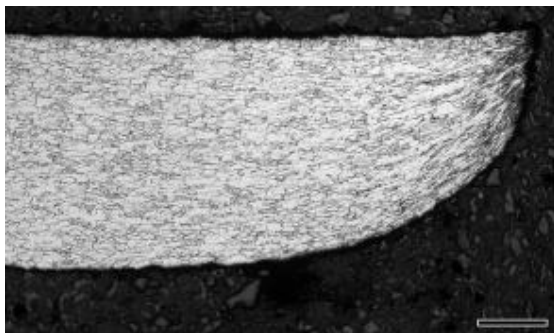
ドアパネル 2



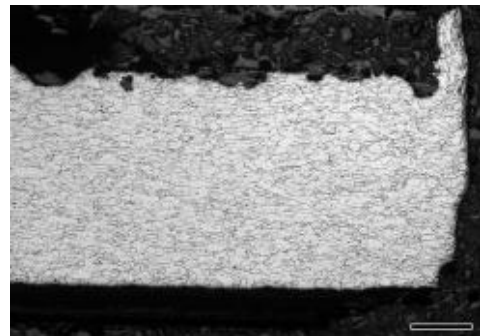
ドアパネル 3

図 5 - 2 変位 - 荷重曲線

引き裂き部断面破断形状確認のためドアパネル1の引き裂き後三角形状の先端部（引き裂き破断）と鋸切断したヘム部（ドア端部でドアアウターパネルを折り曲げ、インナーパネルを挟み込んで一体化）の断面組織観察結果を写真5 - 5に示す。引き裂き破断部は板厚が徐々に薄くなると同時に結晶組織も破断部に向かい伸展した形態を示す。一方鋸切断した断面では破断部の絞り（板厚の減少）はなく、直角に切断している。



引張破壊



鋸切断

写真5 - 5 ドアパネル1の切断面組織

まとめ

試験片の引張実験、ドアパネル実験のいずれの結果からも、付着金属片の多くに共通してみられる三角形の形状は引張破壊により発生することが確認された。

また、試験片の引張実験の結果から、三角形の長さと引張速度の関係は、ばらつきがあるものの、速度増加に伴い三角形長さは増加する傾向を示すことが分かった。

また、ドアパネル実験の結果から、金属片を引張により破壊するためには、1.0～1.50kN程度の力が必要であることが分かった。

6 . 実車実験

1) 目的

付着金属片が自動車の接触により発生するとの推定を検証するため、実車を防護柵に接触させて金属片を付着させる実験を行った。

2) 方法

国総研構内の衝突実験施設内に設置した防護柵に車両を接触させ、金属片の付着の有無、付着した場合は金属片の付着状況を調査した。さらに接触する箇所を上方から高速度カメラで撮影し、防護柵に金属片が付着する現象を詳細に分析した。なお、車両の運転はスタントマン 1 名が行った。

防護柵に接触させる位置は、防護柵のボルト部、継ぎ目部、終点側端部についてそれぞれ行った。なお、継ぎ目部の実験は、全て逆目の状態で接触させた。

車両の接触位置と防護柵の接触位置との関係は、表 6 - 1 に示す状況を再現することを想定して行った。

表 6 - 1 再現を試みようとしている車両の状況

防護柵の 接触位置	車両の 接触位置	再現を試みようとしている車両の状況
ボルト部	左側	通常の走行中に、左側路側の防護柵に接触
継ぎ目部	右側	中央線をはみ出し、右側路側の防護柵に接触
	左側	中央分離帯のある道路を逆送して中央帯の防護柵に接触
終点側 端部	左側	通常の走行中に、左側路側の防護柵の端部に接触

また、ボルトの締め付け条件について、締め付け強度を変えたケースでの実験も行った。車両の速度は 40km/h を標準とし、20km/h、60km/h とするケースでも行った。



写真 6－1 実車実験の様子

3) 結果

実験結果を、表 6－2～6－4 に示す。

表 6－2 実車実験結果（ボルト部）

実験 No.	衝突箇所	設置条件		衝突 速度 (km/h)	車 両 接 触 位 置	衝突角度 (°)	金属片の付着状況			備考
		締付条件	ボルト部隙間				付着 有無	付着箇所	形状・幅×長さ	
11	ボ ル ト	手締め0.2N・m程度	無	40	左側	3.15	有	上段ボルト	三角形、20×62mm	
12		手締め0.2N・m程度	無	40	左側	3.29	有	下段ボルト	三角形、30×68mm	車両ドア部損傷大
20		手締め0.2N・m程度	無	60	左側	1.29	有	上段ボルト	四辺形、24×35mm	車両ドア部損傷大
27		トルクレンチ5N・m	無	40	左側	4.57	有	下段ボルト	三角形、30×42mm	
33		手締め0.2N・m程度	無	40	左側	5.71	有	下段ボルト	三角形、40×95mm	
9		通常 50～70N・m	隙間2.0mm	40	左側	3.29	有	下段ボルト	微小片	車両ドア部損傷大
10			隙間1.0mm	40	左側	3.29	有	下段ボルト	微小片	車両ドア部損傷大
25		手締め0.2N・m程度	無	60	左側	3.58	有	下段ボルト	微小片	車両ドア部損傷大
26		トルクレンチ7N・m	無	60	左側	4.15	有	上段ボルト	微小片	
5		通常 50～70N・m	無	40	左側	2.65	無			
6			無	40	左側	2.65	無			
7			無	20	左側	2.65	無			
8			無	40	左側	2.08	無			
19		手締め0.2N・m程度	無	60	左側	1.29	無			
24		トルクレンチ15N・m	無	40	左側	6.77	無			バンタイプ車両を使用
32		手締め0.2N・m程度	無	40	左側	4.36	無			
46		手締め0.2N・m程度	無	20	左側	4.57	無			
47		上段:ゆるみ有り 下段:手締め0.2N・m程度	上段:0.5mm 下段:無	20	左側	4.79	無			
48		上段:ゆるみ有り 下段:手締め0.2N・m程度	上段:0.5mm 下段:無	40	左側	2.86	無			
49		上段:ゆるみ有り 下段:トルクレンチ10N・m	上段:0.5mm 下段:無	40	左側	4.72	無			
50		上段:ゆるみ有り 下段:トルクレンチ10N・m	上段:0.2mm 下段:無	40	左側	3.72	無			
51		上段:ゆるみ有り 下段:トルクレンチ10N・m	上段:2.0mm 下段:無	40	左側	4.43	無			

表 6－3 実車実験結果（継ぎ目部）

実験 No.	衝突箇所	設置条件		衝突 速度 (km/h)	車 両 接 触 位 置	衝突角度 (°)	金属片の付着状況			備考
		締付条件	順目／逆目				付着 有無	付着箇所	形状・幅×長さ	
2	継 目	通常 50～70N・m	逆目	40	左側	—	有	横梁下段	三角形、42×89mm	
4			逆目	40	左側	3.27	有	横梁下段	三角形、60×110mm	
17			逆目	40	右側	2.72	有	横梁上段	三角形、50×87mm	
18			逆目	60	右側	1.43	有	横梁上下段	上:四辺形、60×60mm 下:三角形、68×172mm	上段金属片はガード レール裏側にめり込み
28			逆目	40	右側	3.36	有	横梁下段	三角形、60×180mm	
31			逆目	40	右側	2.43	有	横梁上段	三角形、18×30mm	
43			逆目	40	右側	3.93	有	横梁上下段	上:四辺形、70×40mm 下:三角形、25×47mm	上段金属片はガード レール裏側にめり込み
45			逆目	20	右側	3.08	有	横梁上段	三角形、70×200mm	
1		通常 50～70N・m	逆目	40	左側	—	無			
3			逆目	40	左側	—	無			
29			逆目	40	右側	3.58	無			
30			逆目	40	右側	4.00	無			
34			逆目	40	右側	2.86	無			
35			逆目	40	右側	4.86	無			
36			逆目	40	右側	4.22	無			
37			逆目	40	右側	5.71	無			
38			逆目	40	右側	1.43	無			
39			逆目	40	右側	2.29	無			
40			逆目	40	右側	3.51	無			
42			逆目	40	右側	4.57	無			
44			逆目	40	右側	3.58	無			
41		トルクレンチ10N・m	逆目	40	右側	4.00	無			

表 6－4 実車実験結果（端部）

実験 No.	衝突箇所	設置条件		衝突 速度 (km/h)	車 両 接 触 位 置	衝突角度 (°)	金属片の付着状況			備考
		締付条件	順目／逆目				付着 有無	付着箇所	形状・幅×長さ	
13	終 点 側 端 部	通常 50～70N・m	逆目	40	左側	2.58	無			
14			逆目	40	左側	3.01	無			
16			逆目	40	左側	2.72	無			
21			逆目	60	左側	3.12	無			スパン2.0m
22			逆目	40	左側	0.85	無			スパン2.0m
15		手締め0.2N・m程度	逆目	40	左側	2.72	無			
23		手締め0.2N・m程度	逆目	40	左側	4.59	無			スパン2.0m

ボルト部では、22 ケース中 9 ケースで金属片が付着した。このうち 4 ケースは、付着金属片が三角形でその大きさは、幅 2.0cm～4.0cm、長さ 3.5cm～9.5cm であり、全国の直轄国道で発見された金属片を統計的に整理した値と

ほぼ同じ形状のものが付着することが確認できた。また、金属片が付着した 9 ケースの付着場所の内訳は、上段のボルト部が 3 ケース、下段のボルト部が 6 ケースであった。

一方、継ぎ目部では、22 ケース中 8 ケースで金属片が付着した。付着した金属片は大半が三角形でその大きさは、幅 1.8cm～7.0cm、長さ 3.0cm～20.0cm であり、継ぎ目部についても、全国の直轄国道で発見された金属片を統計的に整理した値とほぼ同じ形状のものが付着することが確認できた。また、金属片が付着した場所は、継ぎ目部の上段が 5 ケース、下段が 5 ケースであり、うち 2 ケースは上段と下段の両方に付着した。

端部では、7 ケース全てで付着の再現ができなかった。

3) 考察

金属片の発生率

防護柵に金属片が付着したのは、ボルト部の実験では 22 ケース中 9 ケースであるが、付着した 9 ケースのうち 5 ケースは手締め状態、2 ケースは隙間を 1.0mm 又は 2.0mm 設けたものであり、平常の状態と言えるのは 2 ケースであった。従って、平常の状態での発生率は、7 ケース中 2 ケースで付着していることから約 30% である。一方、継ぎ目部の実験では 22 ケース中 8 ケースで付着し、発生率は約 40% である。

このように、車両が防護柵のボルト部に接触又は継ぎ目部に逆目の状態で接触することにより金属片が付着することは確認できたが、いずれの場合も接触すれば必ず金属片が発生するわけではない。

ボルトの締め付け条件と付着の関係

ボルトを通常のレンチ (50～70N・m) で、隙間が無い状態で締め付けたケースでは、金属片は一度も付着しなかった。

一方、ボルトを手締め (0.2N・m 程度) にしたケースでは、8 ケース中 5 ケースで付着した。

更に、ボルト部に 1.0mm、又は 2.0mm の隙間をつかって締め付けたケースでは、車両ドア部の損傷は大きかったが、防護柵には微小片しか付着しなかった。

また、ボルトをゆるませることにより、0.2mm、0.5mm、2.0mm の隙間をつくったケースでは、金属片は一度も付着しなかった。

このことから、ボルトを通常のレンチで締め付けて実験を行った場合、及び隙間を設けて実験した場合には、金属片が付着しにくい傾向があることが分かった。

接触速度と付着金属片の形状の関係

継ぎ目部の場合、接触速度が速いと付着金属の長さが長くなる傾向が見られた。一方、ボルト部の場合には、接触速度と付着金属片の長さとの関係

は確認できなかった。

4) 防護柵に金属片が付着するメカニズム

防護柵の継ぎ目部に金属片が付着した実験ケースについて、防護柵の継ぎ目部を上方から高速度カメラ(1コマが1/1000秒)で撮影した映像から、防護柵に金属片が付着する現象を詳細に分析すると以下のとおりであった。

まず、車両のフェンダー部分が防護柵に接触することによって、車両のフェンダー部分がへこみ、その結果、前面のドアパネルがフェンダー部分よりも外側に飛び出した状態になり、車両のフェンダー部分と前側のドアパネルとの間にわずかな段差が発生する。

車両が引き続き防護柵を外側に押しながら走行するため、防護柵の継ぎ目部にわずかな隙間が発生する。

(今回、撮影されたケースにおいては、最大隙間は約2.19mmであった。) 継ぎ目部のわずかな隙間が発生している状態において、車両のフェンダー部分と前側のドアパネルとの段差部分が、その隙間の間に引っかかる。前側のドアパネルが、その隙間の間に押し込まれていき、それと同時にドアパネルに、切り欠きが発生していく。

防護柵の継ぎ目部の間に、これ以上ドアパネルが入らなくなった瞬間からドアパネルは継ぎ目部分を起点として折り返されながら車両から引きちぎられていく。

ドアパネルは、折り返されながら順次引きちぎられ続けていく。その際、ドアパネルには、後ろ向きの引張力だけではなく、外側に折り返えそうとするモーメントが作用するために、ドアパネルの切り込みの両端では中心に向かって斜め方向に力が作用するため、生成される金属片の幅は順次小さくなっていく。

最終的に両側の破断面が合流して三角形の金属片が形成される。

一方、ボルト部については、金属片が付着する際に防護柵と車両のドアパネルが密着している関係で、継ぎ目部のような映像が得られなかったが、金属片の発生メカニズムは基本的には継ぎ目部と同じような現象が発生しているものと考えられる。

5) まとめ

実験結果より、付着金属片は、「車両が防護柵に接触して、車体がボルトの頭又は継ぎ目に引っかかることにより、車体の一部が引きちぎられ、防護柵に付着する。」というメカニズムにより発生することが確認された。

また、高速度カメラで撮影した映像から、金属片が付着する詳細なメカニズムが解明された。

7. ガードレール清掃車による金属片の向きの変転に関する実験

1) 目的

金属片の付着状況調査の結果より、ボルト部に付着していたものは大半(約90%)が順方向になっているのに対し、継ぎ目部に付着していたものは、順方向が52%、逆方向が48%とほぼ半々であった。

表7-1 金属片の付着方向と付着場所の関係

	順方向	逆方向	その他	小計
ボルト部	2,427 (90.0%)	204 (7.6%)	66 (2.4%)	2,697 (100%)
継ぎ目部	886 (51.5%)	819 (47.6%)	15 (0.8%)	1,720 (100%)

付着金属片が自動車の接触により発生するものであるとすれば、金属片は自動車の進行方向と同じ向きに付着しなければならない、継ぎ目部は通常順目に設置されていることを考えれば、多くは逆方向に付着するはずである。このことから、継ぎ目部に付着する金属片は、当初は逆方向に付着するものの、その後いくつかは何らかの要因によって、金属片の向きが反転するものと推定される。

金属片が反転する要因として考えられるものとしては、

- ・再度、別の車両が金属片に衝突して金属片の向きが変わった。
- ・金属片が付着した際に、ドライバーが金属片を取り除こうとして向きを変えた。
- ・道路の維持管理作業で向きが変わる事象が生じた。(ガードレール清掃車等)

などが考えられる。

ガードレール清掃車もその要因の一つとして考えられることから、ガードレール清掃車により金属片が反転する可能性があることを確認するための実験を行った。

2) 方法

実験場所

国道17号 熊谷バイパスの行田市持田地先
中央分離帯側ガードレール

実験方法

ガードレールに付着金属片に見立てた自動車板金用の金属片を、図 7 - 1、表 7 - 2 のようにボルト部に 3 個、継ぎ目部に 2 個付着させ、ガードレール清掃車を通常の清掃時のように、ブラシ押しつけ力 30kgf、清掃速度約 6km/h で走行させた。

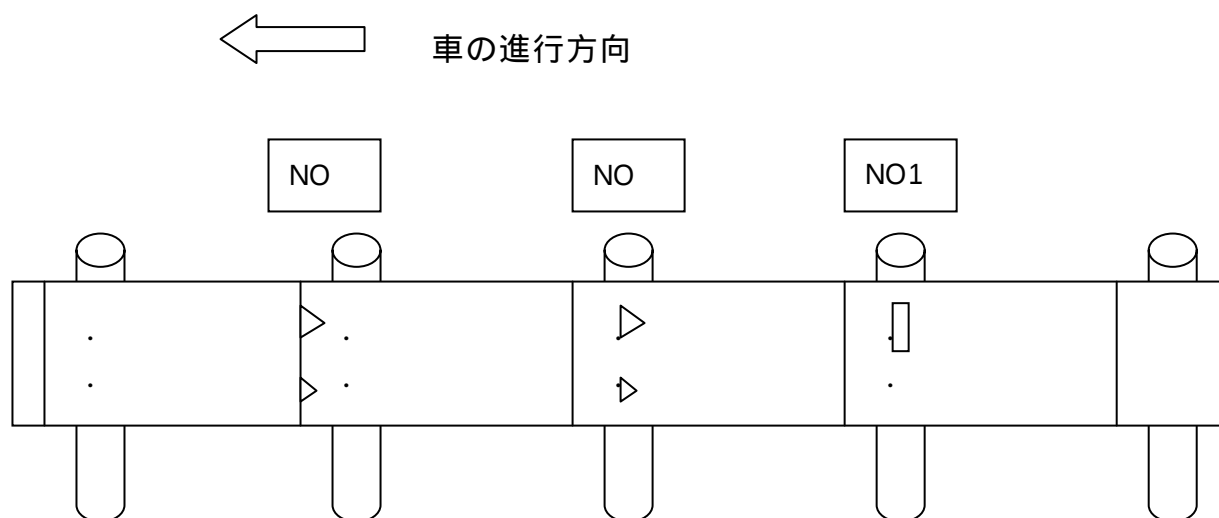


図 7 - 1 金属片の設置位置

表 7 - 2 実験で用いた金属片の設置状況

番号	位置		金属片の向き	金属片の大きさ	
				長さ	幅
NO1	ボルト部		突出	18 cm	4.5cm
NO2	上段	ボルト部	逆方向	18 cm	5.0cm
	下段	ボルト部	逆方向	9 cm	5.0cm
NO3	上段	継ぎ目	逆方向	18 cm	5.0cm
	下段	継ぎ目	逆方向	9 cm	5.0cm

使用したガードレール清掃車の概要

○ 性能

清掃速度	0.5 ~ 6.0km/h
清掃可能範囲（車両～ガードレール間隔）	350 ~ 850mm
対象ガードレール（地上高）	600mm、800mm

ブラシ寸法・材質	φ 500 × H600mm・ホリフ 珪 麟
ブラシ回転数	600rpm (標準)
ブラシ押し付け力 (自動モード時)	約 30kgf
水タンク容量	1,125 ℓ
洗剤タンク容量	375 ℓ

○車両諸元

全 長	6,750mm
全 幅 (回送時)	2,260mm
〃 (作業時最大)	3,100mm
全 高 (回送時)	2,700mm
〃 (作業時最大)	3,100mm
機関出力	154kw
乗車定員	2 名

○作業装置

清掃装置、水タンク、散水装置で構成され、運転者が清掃可能範囲内で運転すれば、清掃ブラシが自動的にガードレールに追従し、一定の接触圧力で清掃を行う機構になっている。清掃装置のスライド・旋回機構により、左右両側のガードレールの清掃が可能である。



写真 7 - 1 実験に使用したガードレール清掃車と作業装置

3) 結果

実験の結果、表 7 - 3 に示すように、一部の金属片で向きが反転するものがあり、ガードレールの清掃車により金属片の向きが反転する可能性があることが分かった。

表 7 - 3 ガードレール清掃車稼働後の金属片の状態

番号	位置		状態の変化
No. 1	ボルト部		突出 → 順方向へ
No. 2	上段	ボルト部	逆方向 → 順方向へ (金属片向きの反転有り)
	下段	ボルト部	金属片向きの反転なし
No. 3	上段	継ぎ目	金属片向きの反転なし
	下段	継ぎ目	金属片向きの反転なし



清掃前



清掃後

写真 7 - 2 実験により反転した金属片（清掃前と清掃後）

8 . 金属片の視認性実験

1) 目的

防護柵に付着している金属片を通常の道路管理で実施しているパトロール車による巡回で、どの程度発見できるのかを把握するために視認性に関する実験を行った。実験は、通常の巡回パトロールと同様の様態で、助手席から防護柵に任意に設けた金属片が視認できるかどうかを把握するものである。

2) 方法

- 実験場所 国道 4 号 郡山バイパス 下り側側道

- 実験日時 平成 17 年 6 月 17 日(金)

14 時 30 分 ~ 15 時 25 分 天候:晴れ

及び 17 時 20 分 ~ 17 時 53 分 天候:曇り

- 金属片

防護柵に金属片様の試験片（幅 3cm×長さ 6cm の三角形の紙製）を任意に設け、パトロール車の助手席に同乗した被験者が、試験片を視認できるかどうかを三段階で調査する。

（○：視認できる、△：色がわかる程度、×：視認できない）

なお、試験片の色はさび色と灰色の 2 種類について、防護柵に平行に設置した場合と防護柵に突出させて設置した場合の 2 タイプについて行った。

- 走行速度

パトロール車の走行速度は、60km/h、40km/h、20km/h の 3 種類行った。

- 留意事項

被験者には試験片の設置場所は予め伝えていない。

被験者には試験片の視認以外の点検項目は設けていない。

3) 結果

表 8 - 1 に示すとおり、金属片が防護柵に平行に付着している場合は、速度が 20km/h でも視認できないことがわかった。また、金属片が突出している場合でも、走行速度が 40km/h 以上の場合は、金属片を視認することはできないことがわかった。また、走行速度が 40km/h 以下の場合でも、金属片の色や付着の仕方によって視認できない場合が見受けられた。なお、今回の実験は天候が晴れ又は曇りの日中時であり、雨天時や黄昏時には更に視認性が悪くなるものと想定される。

表 8 - 1 視認性実験結果

時間	天候	被験者	金属片の色	走行速度					
				20km/h		40km/h		60km/h	
				突出	平行	突出	平行	突出	平行
14:30～14:45	晴れ	パトロール員①	さび色	○	×	○	×	×	×
"	"	"	灰色	×	×	×	×	×	×
14:50～15:05	"	パトロール員②	さび色	△	×	○	×	△	×
"	"	"	灰色	○	×	○	×	×	×
15:07～15:25	"	パトロール員③	さび色	○	×	△	×	×	×
"	"	"	灰色	○	×	×	×	×	×
17:20～17:30	曇り	パトロール員①	さび色	○	×	○	×	×	×
"	"	"	灰色	×	×	△	×	×	×
17:33～17:40	"	パトロール員②	さび色	○	×	○	×	△	×
"	"	"	灰色	○	×	○	×	×	×
17:43～17:53	"	パトロール員③	さび色	○	×	○	×	×	×
"	"	"	灰色	×	×	×	×	×	×

4) 視認性に関する考察

付着していた金属片の大きさの平均は、継ぎ目に付着しているもので幅 5.5cm、長さ 11.3cm、ボルト部に付着しているもので幅 3.5cm、長さ 6.9cm であった。

静止状態の場合、通常視力者（視力 1.0 の者）は視野角が $1' = 2.9 \times 10^{-4} \text{rad}$ の大きさのものまで認識できるとされている。このことから、ボルト部に付着する平均的な大きさの金属片（長さ 6.9cm）が防護柵にほぼ平行に付着していた場合に、通常視力者が静止した乗用車の助手席から認識出来る距離を計算すると約 20m になる。つまり、20m 以内に近づいてはじめて、金属片の存在をようやく認識できることになる。

また、乗用車が時速 20km/h（ $=5.6\text{m/s}$ ）で走行する場合、金属片が認識されてから約 4 秒で前方から側方まで移動することになる。防護柵の支柱が 4 m 間隔で設置されている場合、継ぎ目部とボルト部がそれぞれ 4 m ごとに設けられていることから、20m の間に継ぎ目部は上下で計 10 箇所、ボルト部は各々 6 箇所計 30 箇所あり、これら 40 個全ての箇所における金属片の付着の有無をこの 4 秒の間に認識することは、人間の動体視力からみて非常に困難であると思われる。

このことは、本実験の結果、金属片が防護柵と平行に付着していた場合、走行速度 20km/h でも発見できなかった結果とも一致するものである。

9 . 金属片の由来に関する関係機関の調査結果等

1) 愛知県の事例

平成 17 年 6 月 3 日 愛知県建設部道路維持課からの聞き取りにより、金属片は車の一部であった事例が判明

事故発生日時 平成 15 年 8 月 8 日午後

事故発生場所 愛知県豊川市馬場町

(主要地方道東三河環状線上【愛知県管理】)

事故内容 ガードレールの継ぎ目に金属片によって、自転車に乗った通行者が重傷を負った。

警察の鑑識結果

金属片は乗用車の鉄板と判明。(車体のどの箇所かは不明)

2) ホットラインステーションへの情報提供の事例

「10 年ほど前、1 車線道路の山道を 30k/ m 前後で走行中、右側ドアをガードレールとほぼ平行に擦った。車を止めて確認したところ、ドアが三角形に剥ぎ取られていた。ガードレールを確認したところ剥ぎ取られたドアが継ぎ目に挟まっていた。取ろうとしたが中々取れなかったことを良く覚えている。」との情報提供の事例がある。

3) 自動車板金業等からの情報提供の事例

6 月 6 日に「社団法人日本自動車整備振興会連合会」及び「日本自動車車体整備協同組合連合会」に調査協力を依頼。6 月 8 日までの報告として、調査対象として選定した 574 事業者のうち、96 事業者で過去に入庫ありとの情報。その後約 1 ヶ月の間で、宮城県(3 件)、沖縄県(1 件)、長崎県(1 件)で金属片を剥ぎ取られた又は剥ぎ取られたと思われる車両を扱ったとの情報あり。

4) 自動車保険会社からの聞き取り

聞き取り調査を行った結果は、次のとおり。

- ・調査員として 20 年以上現場を担当したが見たことがない。社内の他の調査員にも聞いたが同様であった。
- ・自動車の外板は 0.6 ~ 0.8mm。輸入車の外板は 0.8mm 程度、厚くても 1mm 程度。トラックの外板は 0.8mm ~ 1.0mm 程度。
- ・ガードレールの高さを勘案すると、トラックではないと思われる
- ・メカニズムについてはフェンダー部分をガードレールに押しつけながら進み、ドア部分とフェンダー部分に段差が生じて、ドア部分の金属片が剥がされ刺さり込むと思われる。
- ・車両が原因であれば、ガードレールに傷は必ず残る。肉眼ではなくルーペを用いるとよいと思われる。
- ・当社に持ち込まれる事例はあるが、稀である。

5) 自動車メーカーからの聞き取り

聞き取り調査の結果は次のとおり。

【乗用車・トラックとも 0.65～1.0mm 程度の板厚を使用】

板厚	フェンダー部分	0.65～1.0mm
	ドア部分	0.65～1.0mm
	トランク部分	0.65～1.0mm

10．付着金属片の発生原因

直轄国道で発見された金属片 4,537 個（6 月 14 日時点）について、付着状況調査によりその特徴を調査した結果から、防護柵に接触痕跡が有る（約 82%）、金属片の破断面が粗い（約 95%）、形状が三角形（約 81%）、金属片の厚さが自動車に用いられる鋼材に一致（約 75%）など、その多くに自動車に由来すると考えられる共通の特徴があることが分かった。

また、材料分析からは、大宮国道管内で発見された 51 個、全国から抽出した 40 個、現場の状況から材料分析が必要と判断された 11 個の金属片は全て材質が自動車に用いられる鋼材や車両付帯部品であり、大半は自動車に由来するものであることが分かった。このため自動車に由来するもの以外の金属片が存在する可能性について詳細に検討する観点から抽出した 11 個の金属片についてさらに材料分析を行ったところ、10 個は自動車鋼板又は車両付帯部品、残る 1 個は視線誘導標の取り付け金具であり、自動車に由来するものではなかったが、明らかに故意につけたものではなかった。このように材料分析の結果も、ほぼ全てが自動車に由来するものであると考えられるものであった。

さらに、実車実験からは、車両が防護柵に接触して、車体がボルトの頭又は継ぎ目部に引っかかることにより、車体の一部が引きちぎられ、防護柵に付着する現象が再現され、自動車により付着金属片が発生することが確認された。

以上の、本委員会で実施した各種調査結果、実験結果から総合的に判断すると、付着金属片はほぼ自動車に由来するものであると断定できる。

11. 今後の対応

1) 道路構造と金属片付着の関係

金属片の付着状況調査から道路構造と金属片付着数の関係を改めて整理すると、線形別付着割合は多い順に直線部（約 64%）、右カーブ（約 21%）、左カーブ（約 14%）であり、縦断勾配は 0～±2%の平坦に近い箇所（約 68%）に多かった。また、沿道状況別では平地（約 50%）、山地（約 26%）に多く見られ、D I D（人口集中地区）を含む市街地は比較的少なかった。また、事故密度（死傷事故件数／道路延長）や事故率（死傷事故件数／死傷者数）が高い区間に金属片が比較的多く付着していた。

また道路構造と金属片付着の関係を、防護柵延長 1kmあたりの付着個数（発生密度）で整理すると、縁石の無い場合は縁石の有る場合に比べて約 2 倍に、路肩幅員が 0.5～0.75mの区間の発生密度が 0.75m以上の区間の約 3 倍になっていた。また、縦断勾配が大きくなるほど、付着密度が低下する傾向があり、直線部分はカーブよりも高いなど、いくつかの道路構造の違いによって発生密度にある程度の差は見られた。

しかし、路肩幅員が狭い箇所の発生密度は比較的高いが、路肩幅員が広い箇所でも付着金属片が少なからず発見されているなど、道路構造に焦点を当てた分析からは付着金属片の発生箇所を絞り込めるような傾向を見出すことは出来なかった。

2) 今後の対応

今回発見された付着金属片の大きさは、比較的小さなものが多数ではあったが、車道を利用する歩行者や自転車があるところでは負傷する事故が発生する可能性があることから、今後の対応について、以下のとおりとすべきである。

まず、自動車を防護柵に接触させる事故を起こし金属片を付着させた原因者が、早急にその情報を道路管理者等に通報すること等により撤去すべきことを周知すべきである。

次に、道路管理者は現行の道路巡回について、従来の車両通行の安全確保に加え、歩行者及び自転車の通行環境の安全に注視して点検することを基本とし、歩行者や自転車の利用状況に応じて、定期的に歩道や車道側の自転車通行帯の点検も行うなど、金属片発見のための工夫が必要であると考えられる。そして、緊急点検で把握された情報が、今後の対応を考えていく上で有益になりうる点に留意すべきである。

さらに、道路管理者の適切な点検の実施に加え、市民の協力により金属片の発見・撤去を進めることが不可欠であると考えられることから、市民からの通報による協力を期待するとともに、関係機関は市民からの情報をきちんと活用できるよう情報収集のための窓口設置や市民への情報窓口の周知などの環境整備の充実に努めるべきである。

また、今後、金属片の付着しにくい防護柵の構造に関する研究がなされることを要望するところである。

なお、防護柵の設置方法について、過去に暫定2車線供用を行っていた箇所などで本来進行方向に滑らかに防護柵を接続すべきものが逆に設置されている例が極わずかであるが見受けられたことから、このような箇所では設置状況を再確認し適切な改善措置を行うべきである。

参 考 資 料

1．調査の目的・内容	
1 - 1 防護柵の設置状況	参考資料 1 - 1
1 - 2 基本的な用語の定義	参考資料 1 - 2
1 - 3 車両の種別とガードレールの高さとの関係	参考資料 1 - 3
1 - 4 防護柵への付着金属片の原因に関する報道	参考資料 1 - 4
2．金属片の付着状況調査	
2 - 1 防護柵への付着金属片に関する調査票の記載要領	参考資料 2 - 1
2 - 2 直轄データに基づく金属片の特性	参考資料 2 - 2
2 - 3 大宮国道管内付着金属片調査図	参考資料 2 - 3
3．金属片の材料分析	
3 - 1 大宮国道管内の金属片の写真	参考資料 3 - 1
3 - 2 全国の付着金属片の材料分析のサンプル抽出の考え方	参考資料 3 - 2
3 - 3 全国からサンプル抽出した金属片の写真	参考資料 3 - 3
3 - 4 外観から自動車とは考えにくいと判断された金属片の再確認結果	参考資料 3 - 4
3 - 5 車両と推定されるが確定できないものと材料分析が必要と判断したもの	参考資料 3 - 5
3 - 6 材料分析を行った金属片の特徴	参考資料 3 - 6
3 - 7 ガードレール表面に設置する視線誘導標(テリニター)	参考資料 3 - 7
3 - 8 金属金具類の成分分析結果	参考資料 3 - 8
4．現地調査	
4 - 1 現地調査	参考資料 4 - 1
5．室内実験	
5 - 1 室内実験結果	参考資料 5 - 1
6．実車実験	
6 - 1 実車実験結果	参考資料 6 - 1
7．金属片の視認性実験	
7 - 1 金属片の視認性に関する考察	参考資料 7 - 1

1. 調査の目的・内容

1－1 防護柵の設置状況

防 護 柵 の 設 置 状 況

● 全国の車両用防護柵の設置延長（平成15年4月1日現在）

17.2万km（車両用防護柵 のべ延長）

[内訳]

直轄国道	1.8万km
補助国道	1.7万km
都道府県道	5.2万km
市町村道	8.4万km

（参考）「ガードレール」タイプの出荷割合

（※鋼製防護柵協会ヒアリング）

	ガードレール	ガードパイプ
最近3ヵ年合計	13,900km	1,170km

（平成14～16年度）

※ガードレールの構成比：約9割

● ガードレールの継ぎ手箇所数の推定値（標準：4m）

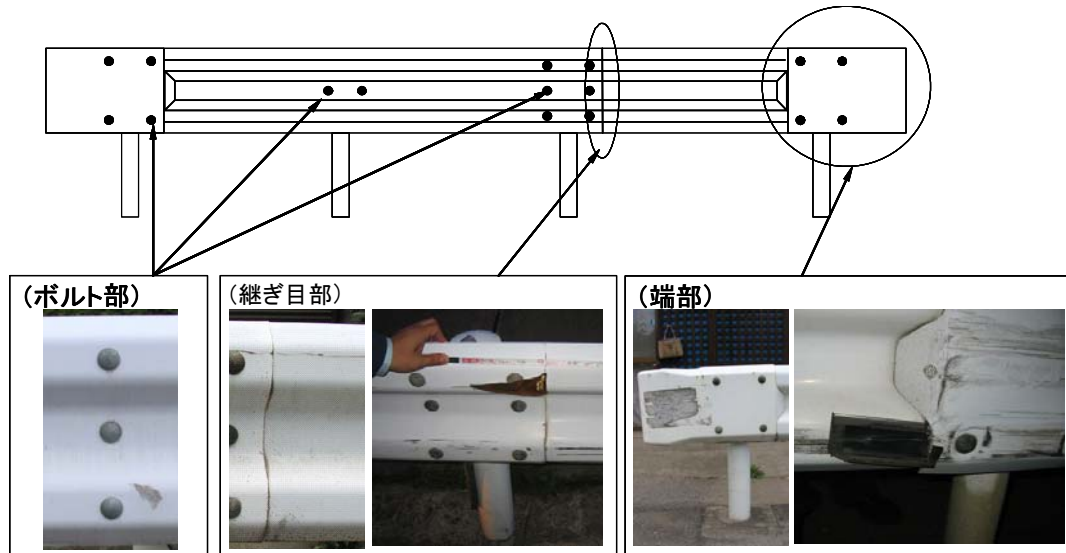
$17.2\text{万km} \times 0.92 = 15.8\text{万km}$

$15.8\text{万km} \div 4\text{m} = 3,950\text{万箇所}$

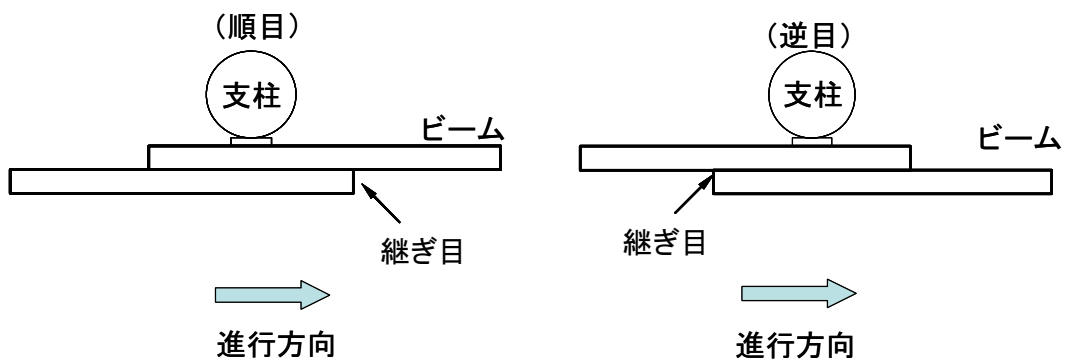
1－2 基本的な用語の定義

基本的な用語の定義

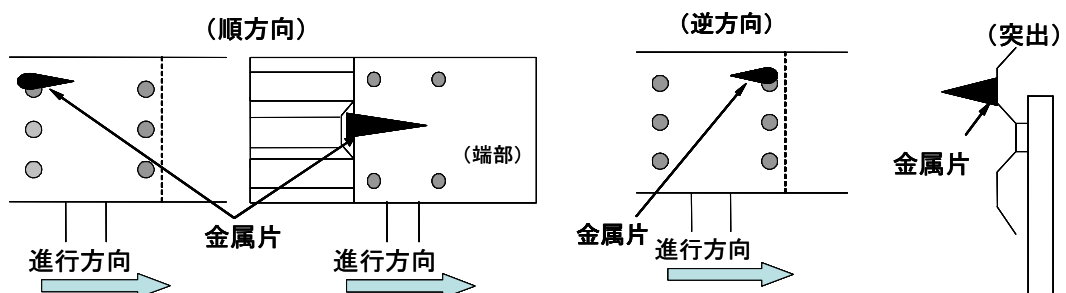
金属片が付属する場所「ボルト部」、「継ぎ目部」、「端部」の定義



ガードレールの接手部「順目」、「逆目」の定義

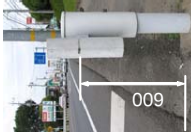


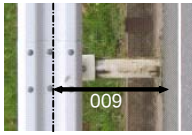
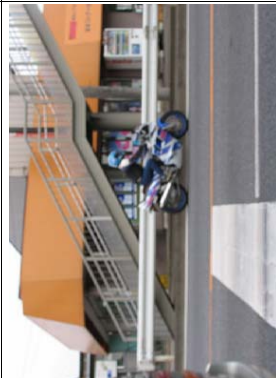
金属片の付着形態「順方向」、「逆方向」、「突出」の定義



1－3 車両の種別とガードレールの高さとの 関係

車両の種類とガードレールの高さとの関係

車種	①大型トラック（10t）	②バス	③トラック（4t）	④ワゴン車	⑤普通乗用車
ビーム高さ 600mm 					
ビーム高さ 800mm 					

車種	⑥軽自動車	⑦二輪車	⑧原付	⑨自転車	⑩歩行者
ビーム高さ 600mm 					
ビーム高さ 800mm 					

1－4 防護柵への付着金属片の 原因に関する報道

防護柵への付着金属片の原因に関する報道

6月3日(金)朝刊で報道された原因(推測等を含む)の可能性

車体の一部

- ガードレールに接触した車体の一部

故意

- いたずら等(ガードレールのねじを開け、つなぎ目に挟み込んだ形跡があった)

残存金具等

- 反射板の取付金具の一部
- 看板等の取付金具の一部
- 設置工事で使われ撤去されずに残った断片
(業者から引き渡しを受ける際にチェックするので、気付かないはずがない)
- ねじ締め作業で使った金属片
- 古い道路標識の固定金具の一部

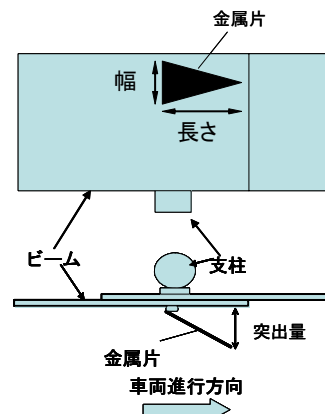
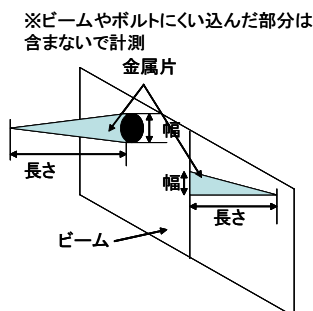
2. 金属片の付着状況調査

2－1 防護柵への付着金属片に関する 調査票の記載要領

防護柵への付着金属片に関する調査票の記載要領

共通記入要領（重要）： 金属片1つにつき1行を記入
数値には単位を記入しない
数字、記号は半角で記入
分からない場合は「不明」と記入
9－14以外の項目は記載要領に示すもの以外の表現（例. 少し〇〇、やや〇〇）
を付加して記入しないで下さい

1. 整備局名、県名、事務所名、出張所名：（例. 関東、埼玉、大宮国道、浦和）
2. 路線名： 路線番号を「R〇」と記入、バイパス等は当該路線が特定できる様に記入
- 3－1. 通し番号： 各事務所を通して整理している番号を記入
- 3－2. 番号： 各事務所で整理している番号（枝番号を可とする）を記入
4. 地先名： 市・郡から番地までを記入（例. さいたま市中央区桜木町4-477-2）
5. センサス都道府県・支庁指定市コード： 道路交通センサスの都道府県・支庁指定市コードを記入（調査票のセンサスコード表を参考）
6. センサス調査単位区間番号： 道路交通センサスの調査単位区間番号を記入
7. 距離標： 少数第二位まで記入（単位：km）
8. 上り・下り： 「上り」もしくは「下り」と記入
9. 金属片の特徴
 - 9－1. 大きさ（長さ）： 長さを記入（単位：mm）（下図参照）
 - 9－2. 大きさ（幅）： 幅を記入（単位：mm）（下図参照）
 - 9－3. 突出量： 金属片の先端から防護柵面までのおおよその距離を記入（単位：mm）（下図参照）



9-4. 形状 : 形状を記入(例. 三角、台形、長方形、棒状)

9-5. 材質 : 材質を記入(例. 鉄、アルミ、プラスチック)

9-6. 磁石試験 : 金属片が磁石に引っ付く場合は「付く」、引っ付かない場合は「付かない」と記入

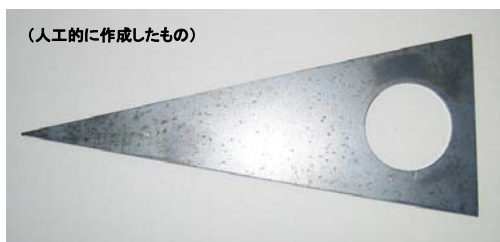
9-7. 厚さ : 金属片の平均的な厚さを小数第三位まで記入(単位: mm)(厚さに関しては特に重要であるため、必ずマイクロメータにより計測する)

9-8. 錆の有無 : 錆の有無を「有」もしくは「無」で記入

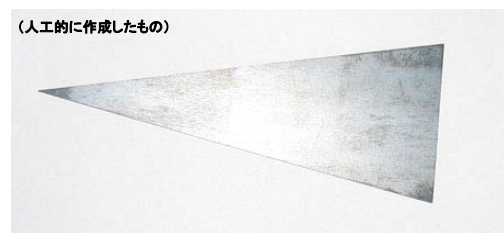
9-9. 塗料の有無 : 金属片に塗料があるかどうかを「有」もしくは「無」で記入

『9-10～9-14は車の衝突以外の原因(故意に付けられたもの・看板の支柱として付けられたもの等)の可能性についても調査することを目的とする』

9-10. 穴の有無 : 金属片に穴が開いているかどうかを「有」もしくは「無」で記入



穴の有無:「有」



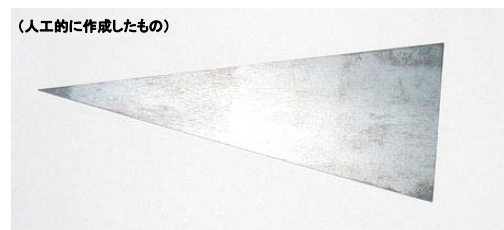
穴の有無:「無」

9-11. 面の凹凸 : 金属片の大部分が平な面で形成されている場合は「平面」、曲がったり、凸凹している面で形成されている場合は「曲面」と記入(下図参照)

9-12. 破断面の状態: 金属片の破断面が、引きちぎられたように波打っていたり、ギザギザになっている場合は「荒い」、人工的に作られた様に滑らかな場合は「滑らか」と記入(下図参照)



面の凹凸:「曲面」 ・ 破断面の状態:「荒い」



面の凹凸:「平面」 ・ 破断面の状態:「滑らか」

9－13．ボルトの跡（ボルト部、端部ボルト部に付着した場合のみ）： 金属片のボルトに当たっていた部分が、潰されて形成された場合は「潰し」と記入、人工的に切り取ったように形成された場合は「切り取り」と記入、（下図参照）



ボルトの跡：潰し



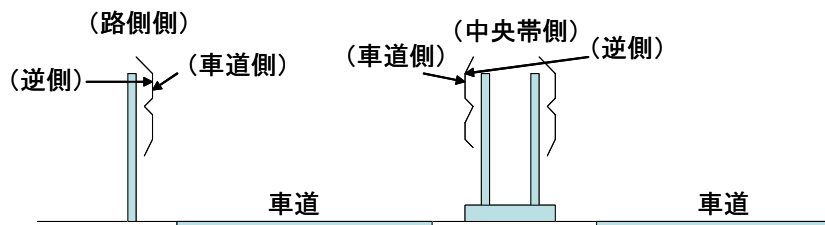
ボルトの跡：切り取り

9－14．車の衝突以外の原因と思われるものについては、その状況を記入（例．金属片に針金が巻き付いている、デリネータが破損したものが付着したと思われる）

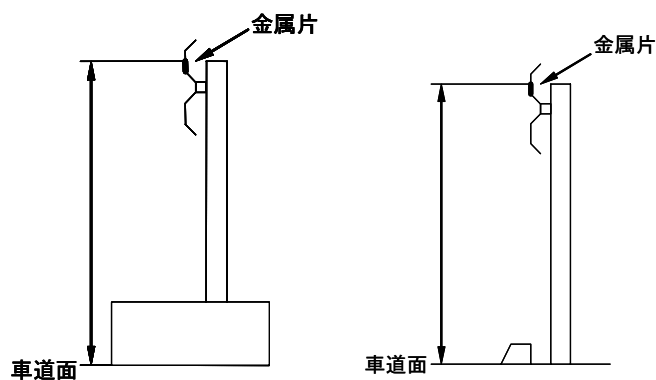
10．金属片の付着状況

10－1．防護柵の位置： 金属片が付着していた防護柵の位置を「路側側」および「中央帯側」で記入（下図参照）

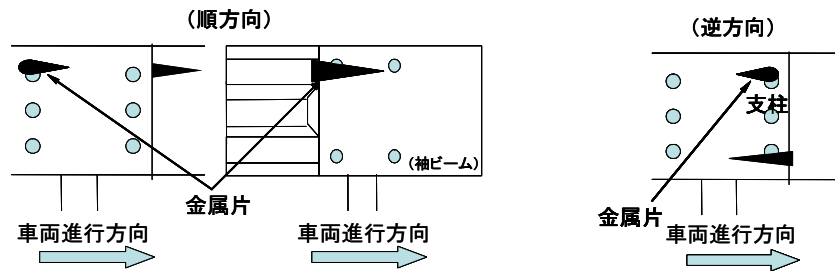
10－2．防護柵の面： 金属片が付着していた面を「車道側」と「逆側」で記入（下図参照）



10－3．車道面からの高さ： 車道面から金属片の中央部までの高さを記入（単位：cm）（下図参照。）



10-4. 状態 : 金属片の折れ曲がっている方向を「順方向」「逆方向」で記入する（下図参照）

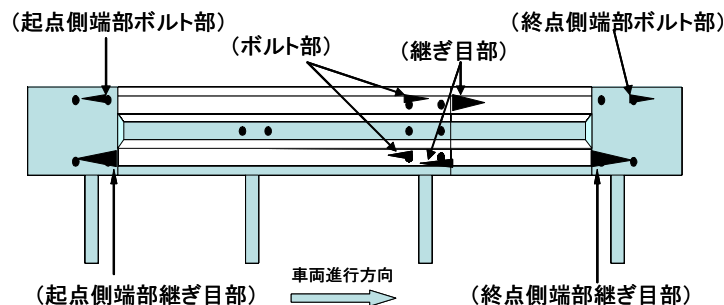


11. 金属片が付着していた防護柵の状態

11-1. 種類 : 防護柵の種類を「ガードレール」「ガードパイプ」「ガードケーブル」「ボックスビーム」「橋梁用ビーム型防護柵」のいずれかで記入（カナ半角入力）

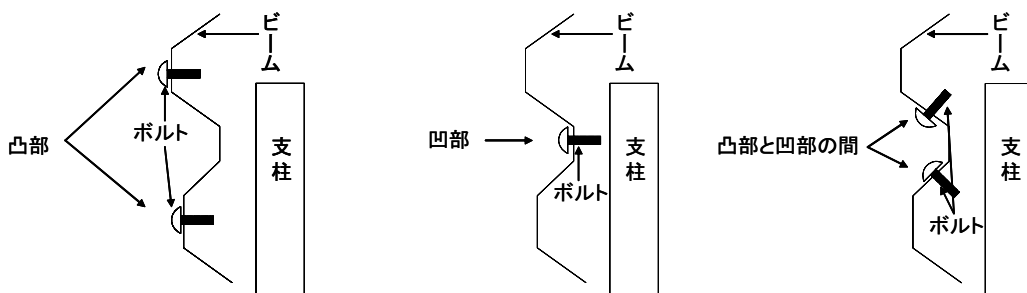
11-2. こすった or ぶつかった形跡の有無 : 「有」もしくは「無」で記入、「有」の場合、可能ならば痕跡の長さを記入（単位：cm）（例. 有(800)）

11-3. 付着場所 : 金属片が付着した場所を「ボルト部」「継ぎ目部」「起点側端部継ぎ目部」「終点側端部継ぎ目部」「起点側端部ボルト部」「終点側端部ボルト部」「その他：〇〇」のいずれかで記入（下図参照）「その他」の場合具体的な場所を示す（例. その他:支柱）



11-4. ボルトの頭の形状 : 「角がある」もしくは「丸い」で記入

11-5. 付着位置 : 付着位置を記入（下図参考）（例. 凸部、凹部、凸部と凹部の間）



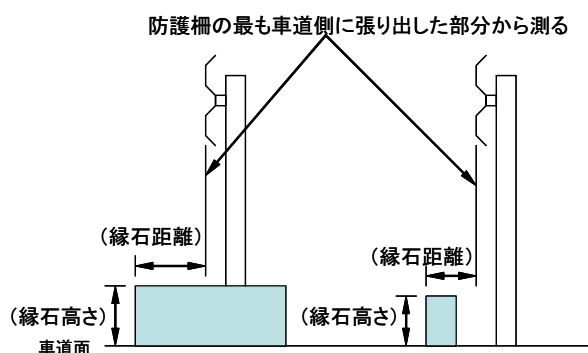
1 1－6．支柱間隔 ： 防護柵の支柱間隔を記入（単位：m）

1 1－7．道路付属物の有無 ： 金属片が付着していた防護柵の前後に、付属物が設置してある場合は「有」、無い場合は「無」と記入。「有」の場合は付属物の種類を記入する（例．有(デリネータ)）

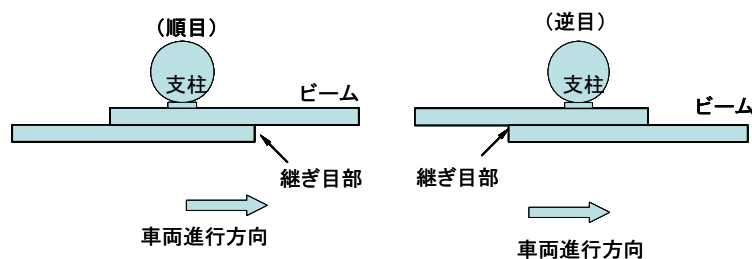
1 1－8－1．縁石等の有無 ： 車道と防護柵の間、もしくは防護柵の真下に縁石が有る場合は「有」、無い場合は「無」と記入、（アスカーブも「有」とする）

1 1－8－2 縁石等高さ（1 1－8－1 で有の場合回答） ： 車道面からの縁石の高さを記入（単位：cm）（下図参照）

1 1－8－3 縁石等距離（1 1－8－1 で有の場合回答） ： 縁石の車道側側面から防護柵の車道前側面までの距離を記入（単位：cm）（下図参照）



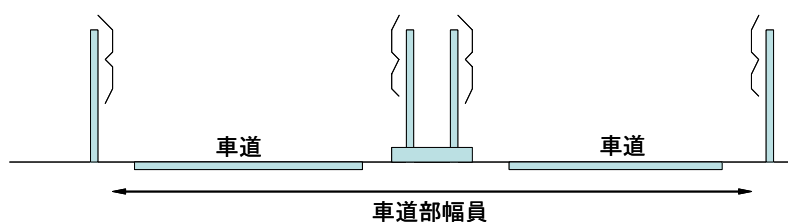
1 1－9．ガードレールの継ぎ目部の順目・逆目 ： 「順目」もしくは「逆目」で記入（下図参照）



1 2．道路状況と周辺状況

1 2－1．道路の区分 ： （例．本線、ランプ、交差点、橋梁）

1 2－2．車道幅員 ： 車道幅員（下図参照）を少数第一位まで記入（単位：m）



1 2－3. 路肩幅員 : 路肩幅員を記入(単位:m)

1 2－4. 車線数 : 車線数を記入

1 2－5. 歩道の有無 : 「有」もしくは「無」で記入(片側に有れば「有」と記載)

1 2－6. 道路線形 : 「直線」「右カーブ」「左カーブ」で記入(曲率半径 1000m 以上の場合は直線とみなす)(カーブの方向は、金属片が付着した防護柵の直近車線の車両進行方向から見たものを記入)

1 2－7. 縦断勾配 : 縦断勾配を%単位で記入(下りの場合は必ず「-」を付ける、上りは何も付けない)(金属片が付着した防護柵の直近車線の車両進行方向から見たものを記入)

1 2－8. 中央分離帯の有無 : 「有」もしくは「無」で記入、(ここでいう中央分離帯とは、上下線が物理的に分離されたもので、ポストコーンやチャッターバーのみが設けられているものなどは「無」と記入)

1 2－9. 沿道状況 : 「DID」「その他の市街部」「平地部」「山地部」のいずれかで記入

1 2－10. 防護柵接触事故履歴の有無 : 防護柵への衝突事故履歴について「有」「無」「不明」で記入

1 3. 所在または貸出先 : 現時点での金属片の所在を記入

1 4. 記入者 : 記入者名を記入

※写真番号が変わる場合 : 概略調査時(H17.6.7 提出)と写真番号が変わる場合、または新たな金属片データを追加した場合は、右端の列(BD 列)に新たな写真番号を入力。また、新たな写真番号を入力した場合は、写真についても提出する(写真のファイル名のつけ方、写真のサイズ調整は、概略調査時(H17.6.7 提出)と同様に行う)

2－2 直轄データに基づく金属片の特性

直轄データに基づく金属片の特性

直轄国道において、防護柵への金属片の付着状況、付着していた箇所、道路条件等について整理した結果、以下の特徴が示された。

1. 全体的特徴

- ①ガードレールへの付着がほとんど（約 98%）
- ②ボルト部（約 61%）、継ぎ目部（約 32%）、端部（約 7%）の順に多い
- ③路側側への付着がほとんど（約 97%）

2. 金属片の特徴

- ①金属片の平均的な大きさは、継ぎ目部では幅 5cm 前後、長さ 10cm 前後
ボルト部では 3.5cm 前後、長さ 7cm 前後
金属片の幅は、継ぎ目部では凸部の幅、ボルトではボルト頭の直径が影響しているものと推察
- ②突出量は、5cm 未満の突出量が約 77%を占めるが、25cm を超える突出量も 0.1%程度存在
- ③形状は、三角形が約 81%を占め、その他長方形、台形なども見られる
- ④鉄がほとんど（約 92%）、その他はアルミ、プラスチックなど
- ⑤厚さは、0.8～1.0mm を中心（約 30%）として 0.2～2.2mm に分布、2.3mm を超えるものも僅かに存在
- ⑥ほとんどに錆が発生（約 95%）
- ⑦塗料が認められるものと認められないものの割合は半々
ボルト部の金属片で塗料が認められないものが比較的多い
- ⑧破断面は粗いものがほとんど（約 95%）

3. 付着状況

- ①高さは 70～80cm（約 40%）を中心として、50cm～100cm に分布
- ②付着箇所に車両接触痕のあるもの（約 82%）、ないもの（約 14%）

4. 道路構造・線形との関係

- ①歩道のある箇所（約 53%）、ない箇所（約 47%）

- ②直線部が多く（約 64%）、次いで右カーブ（約 21%）、左カーブ（約 14%）
- ③中央分離帯のない箇所がほとんど（約 91%）
- ④平地（約 50%）、山地（約 26%）が多く、DID を含む市街地で少ない
- ⑤0 ～ ± 2 %の平坦か平坦に近い箇所が多い（約 68%）

5. 事故発生状況との関連

- ①事故密度（死傷事故件数/道路延長）が高い区間に金属片が多く付着
- ②事故率（死傷事故件数/走行台キロ）が高い区間に金属片が多く付着
- ③致死率（死者数/死傷者数）が低い区間に金属片が多く付着
- ④重傷者率（重傷者数/死傷者数）との関係では特徴なし

6. 道路状況との関連

- ①平面曲線半径との関係では、金属片付着箇所はカーブ区間より直線区間の方が多い。左カーブより右カーブ区間に多く付着
- ②縦断勾配が小さい（平坦に近い）区間に金属片が多く付着
- ③路肩幅員が 0.5～0.75m の区間に金属片が多く付着
- ④中央帯が設置されていない区間に大半の金属片が付着

7. 交通状況との関連

- ①交通量が多い区間に金属片が多く付着
- ②昼夜率が高い（夜間交通量の割合が高い）区間に金属片が多く付着
- ③大型車混入率（大型車交通量/全車交通量）が低い区間に金属片が多く付着
- ④混雑度（交通量/交通容量）が高い区間に金属片が多く付着
- ⑤混雑時旅行速度（ラッシュ時間帯の旅行速度）が低い区間に金属片が多く付着
- ⑥指定最高速度が低い区間に金属片が多く付着

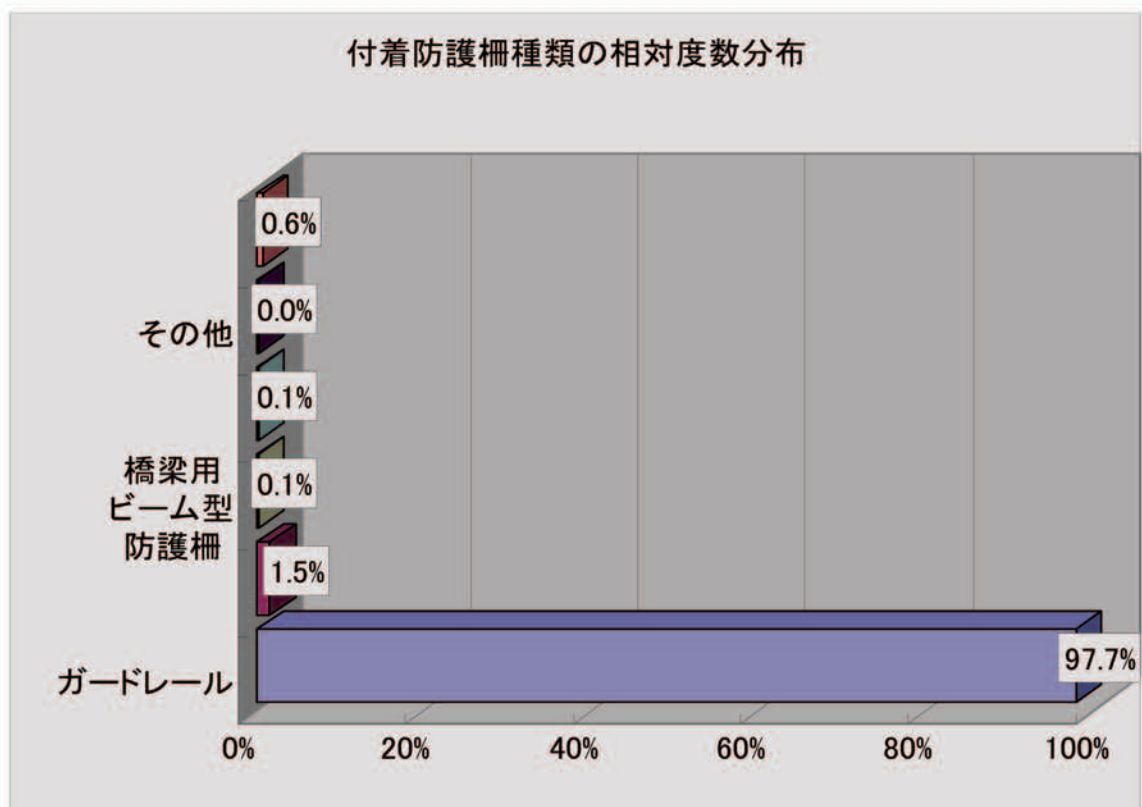
8. 道路構造と付着密度

- ①縁石の無い場合は縁石の有る場合に比べて金属片の付着密度が約 2 倍
- ②直線部分はカーブよりも発生密度が高い

1. 金属片の付着場所

【金属片が付着していた防護柵の種類】 n=4537

カテゴリー	ガードレール	ガードパイプ	橋梁用 ビーム型 防護柵	ガードケーブル	その他	不明	合計
実則度数	4432	67	5	5	2	26	4537
相対度数	97.7%	1.5%	0.1%	0.1%	0.0%	0.6%	100.0%

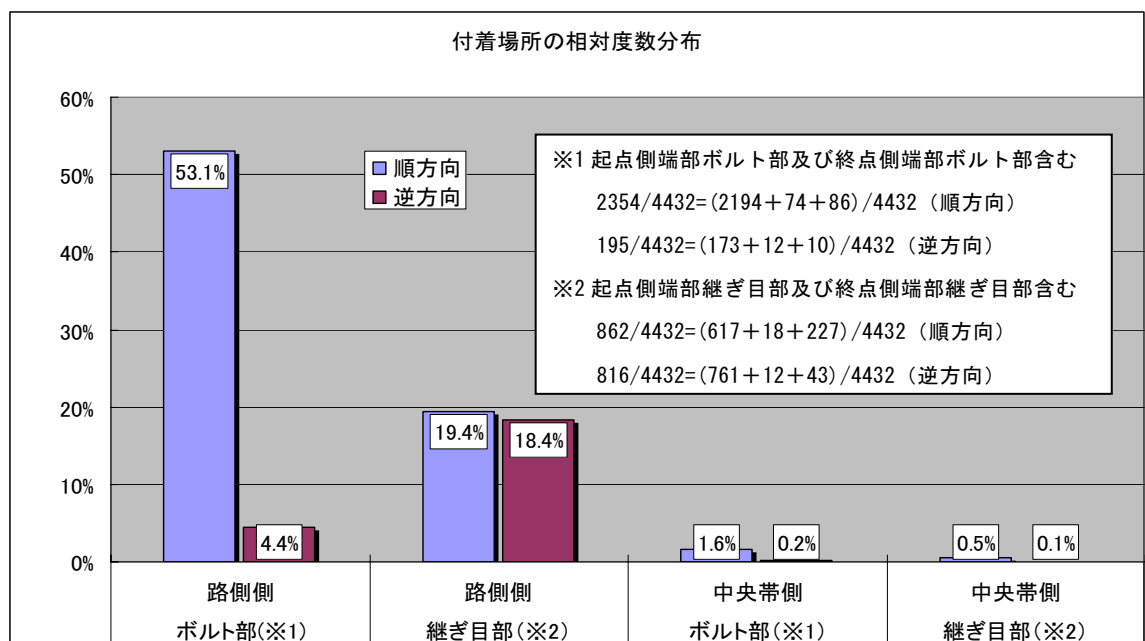


⇒ 金属片の多くはガードレールに付着している（約 98%）。ガードレール以外に付着した金属片に関しては別途分析を行う。

以下の分析は、ガードレールに付着した金属片を対象にして行った。

【付着場所】 n=4432

		付着状態				計	%
		順方向	逆方向	その他	不明		
ボルト部	中央帯側	69	9	1	0	79	1.8%
	路側側	2194	173	5	50	2422	54.6%
	不明	0	0	0	4	4	0.1%
継ぎ目部	中央帯側	15	3	0	0	18	0.4%
	路側側	617	761	3	6	1387	31.3%
	不明	0	0	0	0	0	0.0%
起点側端部ボルト部	中央帯側	2	0	1	0	3	0.1%
	路側側	74	12	1	1	88	2.0%
	不明	0	0	0	0	0	0.0%
起点側端部継ぎ目部	中央帯側	1	0	0	0	1	0.0%
	路側側	18	12	0	1	31	0.7%
	不明	0	0	0	0	0	0.0%
終点側端部ボルト部	中央帯側	2	0	0	0	2	0.0%
	路側側	86	10	1	2	99	2.2%
	不明	0	0	0	0	0	0.0%
終点側端部継ぎ目部	中央帯側	8	0	2	0	10	0.2%
	路側側	227	43	1	2	273	6.2%
	不明	0	0	0	0	0	0.0%
その他・不明	中央帯側	0	0	0	0	0	0.0%
	路側側	5	1	0	9	15	0.3%
	不明	0	0	0	0	0	0.0%
計	中央帯側	97	12	4	0	113	2.5%
	路側側	3221	1012	11	71	4315	97.4%
	不明	0	0	0	4	4	0.1%
合 計		3318	1024	15	75	4432	100.0%



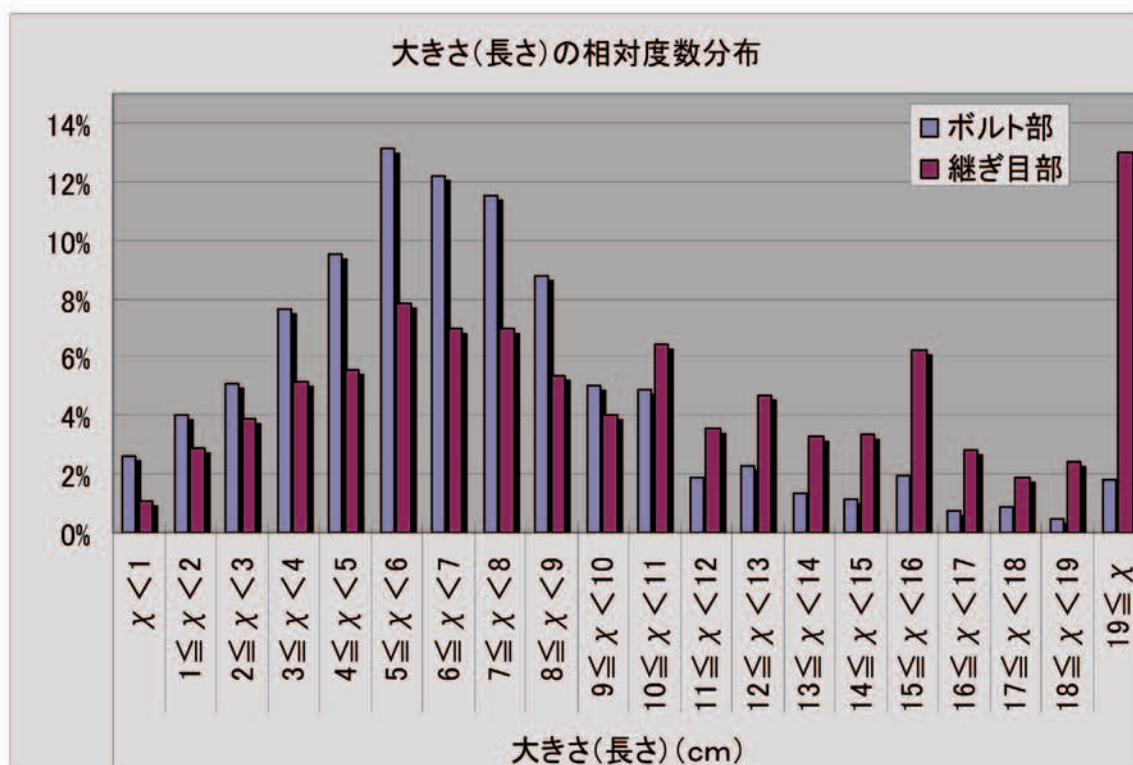
⇒ 金属片の付着場所は、路側側のボルト部が多い (58.8%)

2. 金属片の特徴

【大きさ（長さ）】 n=4417

		大きさ(長さ) (cm)						
		全体	5未満	5以上 10未満	10以上 15未満	15以上 20未満	20以上	不明
付 着 場 所	全体	4417	1099	1902	677	368	240	131
		100.0%	24.9%	43.1%	15.3%	8.3%	5.4%	3.0%
	ボルト部	2697	779	1366	311	116	40	85
		100.0%	28.9%	50.6%	11.5%	4.3%	1.5%	3.2%
	継ぎ目部	1720	320	536	366	252	200	46
		100.0%	18.6%	31.2%	21.3%	14.7%	11.6%	2.7%

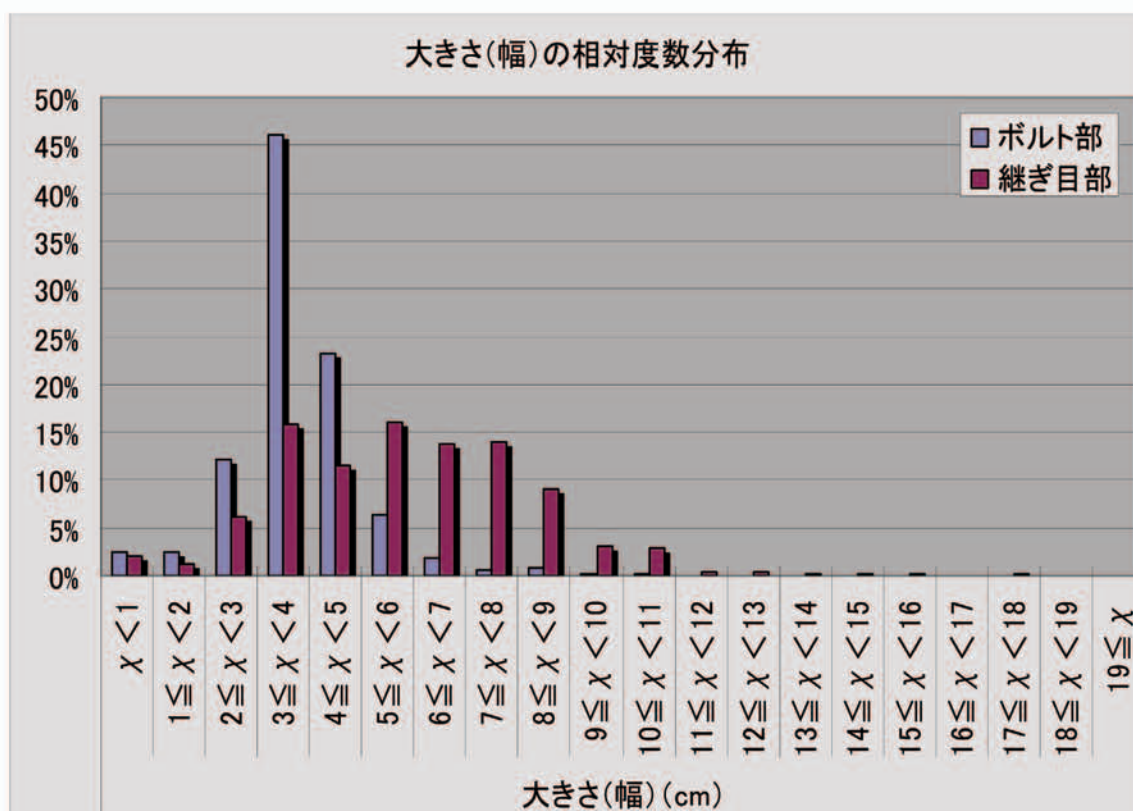
単位 : cm	全体	ボルト部	継ぎ目部
件 数	4417	2697	1720
平 均	8.61	6.90	11.28
標準偏差	6.99	4.45	9.08



【大きさ（幅）】 n=4417

		大きさ(幅)(cm)						
		全体	2.5未満	2.5以上 5.0未満	5.0以上 7.5未満	7.5以上 10.0未満	10.0以上	不明
付 着 場 所	全体	4417	423	2543	915	309	91	136
		100.0%	9.6%	57.6%	20.7%	7.0%	2.1%	3.1%
	ボルト部	2697	307	2027	234	31	11	87
		100.0%	11.4%	75.2%	8.7%	1.1%	0.4%	3.2%
	継ぎ目部	1720	116	516	681	278	80	49
		100.0%	6.7%	30.0%	39.6%	16.2%	4.7%	2.8%

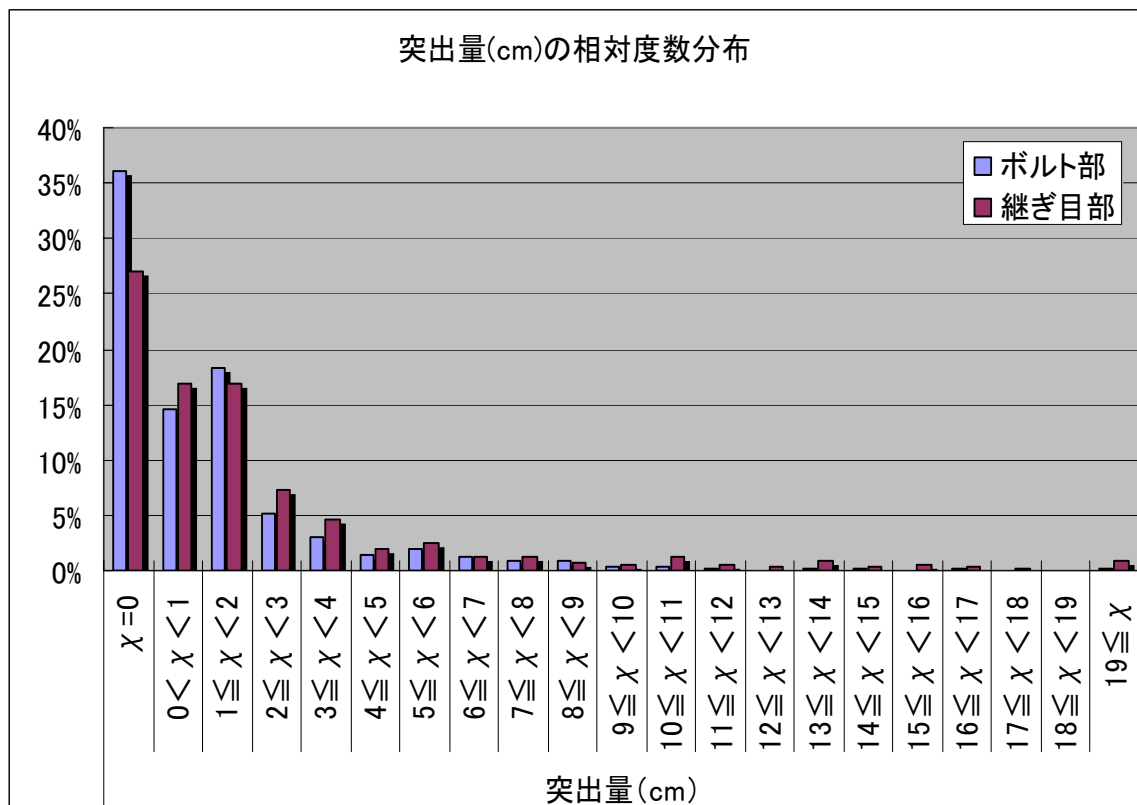
単位:cm	全体	ボルト部	継ぎ目部
件 数	4417	2697	1720
平 均	4.29	3.51	5.52
標準偏差	2.13	1.45	2.43



【突出量】 n=4417

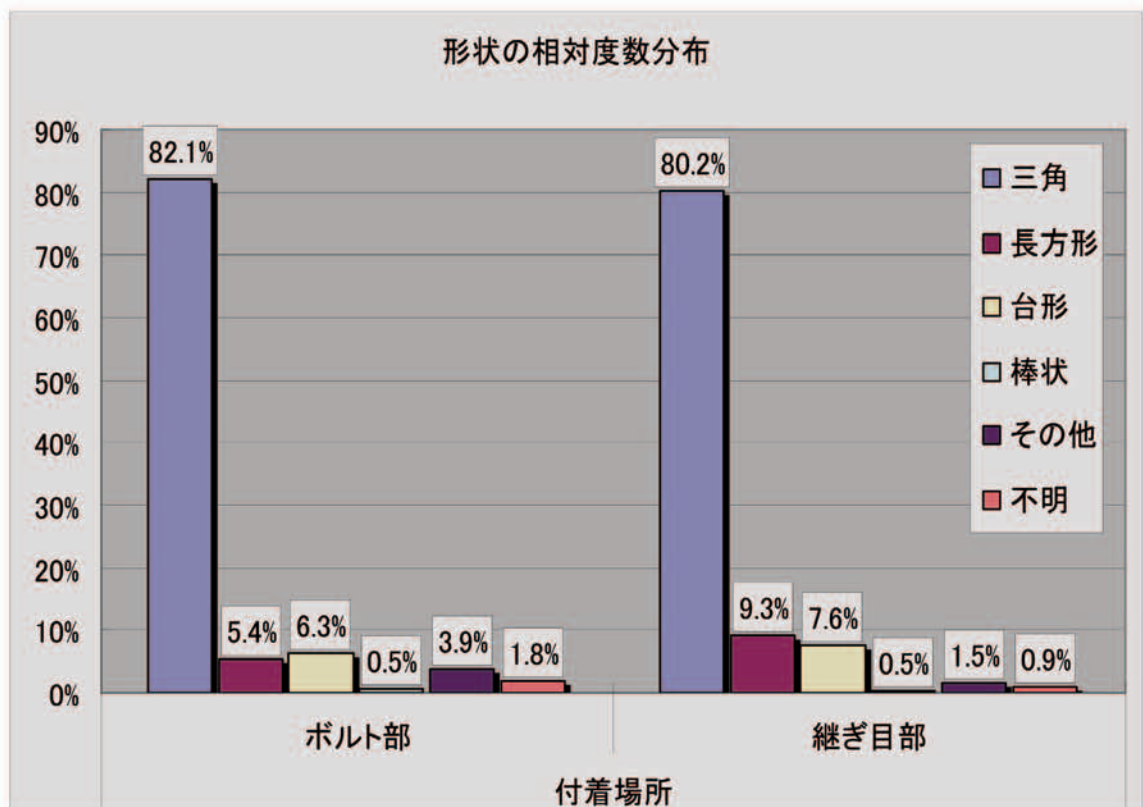
		突出量(cm)									
		全体	0	0より大きく 2.5未満	2.5以上 5未満	5以上 10未満	10以上 15未満	15以上 20未満	20以上 25未満	25以上	不明
付 着 場 所	全体	4,417	1,437	1,687	278	249	76	30	13	6	641
		100.0%	32.5%	38.2%	6.3%	5.6%	1.7%	0.7%	0.3%	0.1%	14.5%
	ボルト部	2697	972	1002	140	145	20	9	4	1	404
		100.0%	36.0%	37.2%	5.2%	5.4%	0.7%	0.3%	0.1%	0.0%	15.0%
	継ぎ目部	1720	465	685	138	104	56	21	9	5	237
		100.0%	27.0%	39.8%	8.0%	6.0%	3.3%	1.2%	0.5%	0.3%	13.8%

単位:cm	全体	ボルト部	継ぎ目部
件 数	4417	2697	1720
平 均	1.58	1.24	2.11
標準偏差	3.16	2.42	3.99



【形状】 n=4417

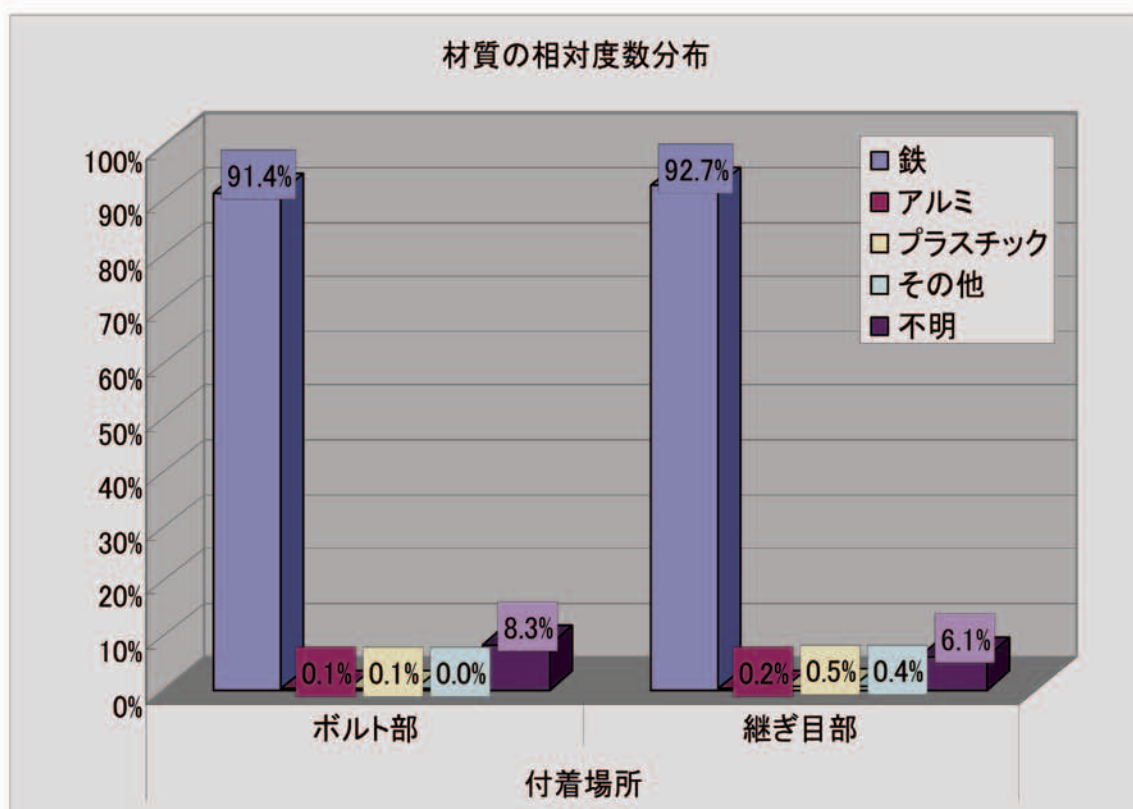
		形状						
		全体	三角	長方形	台形	棒状	その他	不明
付 着 場 所	全体	4417	3592	306	302	21	132	64
		100.0%	81.3%	6.9%	6.8%	0.5%	3.0%	1.4%
	ボルト部	2697	2213	146	171	13	106	48
		100.0%	82.1%	5.4%	6.3%	0.5%	3.9%	1.8%
	継ぎ目部	1720	1379	160	131	8	26	16
		100.0%	80.2%	9.3%	7.6%	0.5%	1.5%	0.9%



【材質】 n=4417

		材質					
		全体	鉄	アルミ	プラスチック	その他	不明
付 着 場 所	全体	4417	4059	7	13	8	330
		100.0%	91.9%	0.2%	0.3%	0.2%	7.5%
	ボルト部	2697	2464	3	4	1	225
		100.0%	91.4%	0.1%	0.1%	0.0%	8.3%
	継ぎ目部	1720	1595	4	9	7	105
		100.0%	92.7%	0.2%	0.5%	0.4%	6.1%

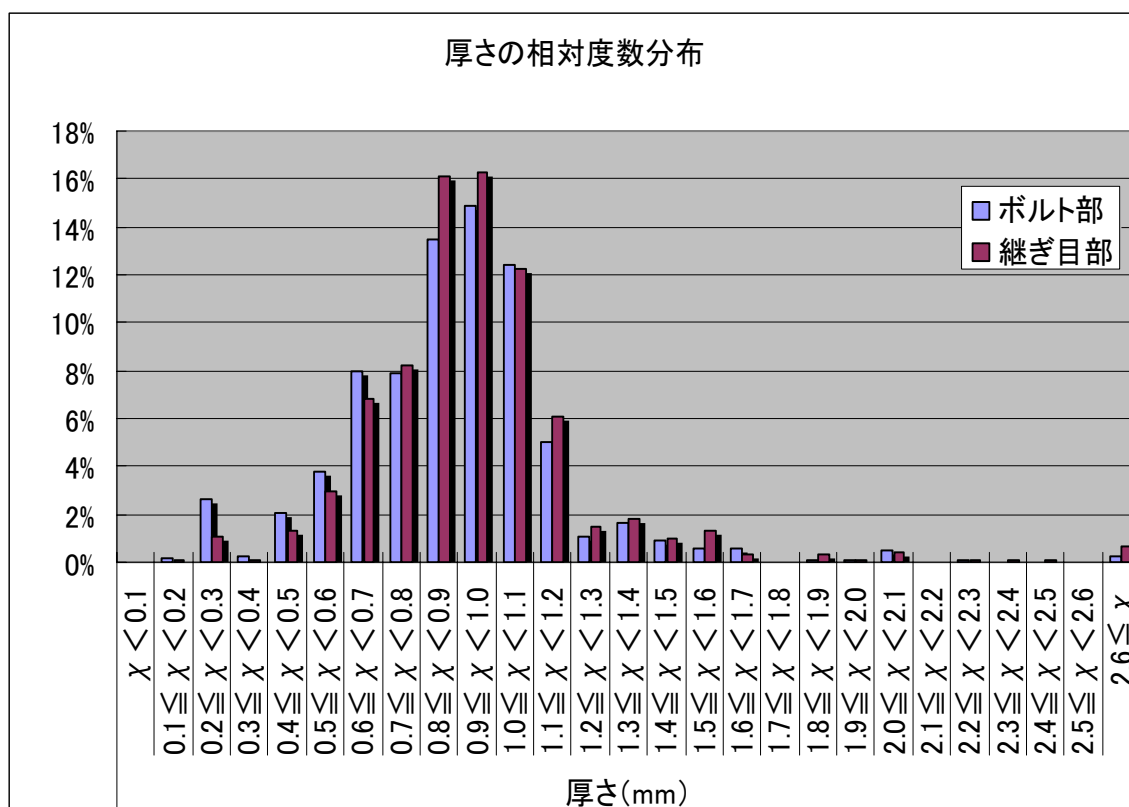
その他:ABS樹脂, FRP, カーボン, ゴム, 鉄・プラスチック, 番線



【厚さ】 n=4417

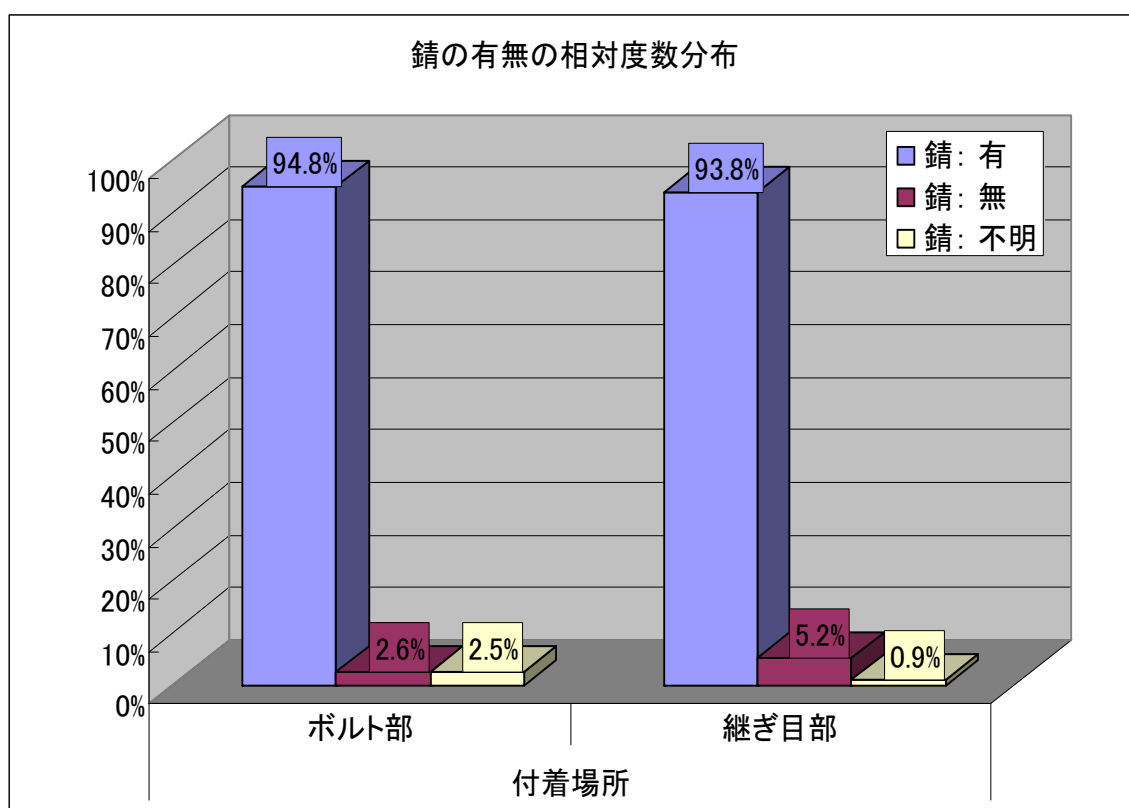
		厚さ(mm)															
		全体	0.2未満	0.2以上 0.4未満	0.4以上 0.6未満	0.6以上 0.8未満	0.8以上 1.0未満	1.0以上 1.2未満	1.2以上 1.4未満	1.4以上 1.6未満	1.6以上 1.8未満	1.8以上 2.0未満	2.0以上 2.2未満	2.2以上 2.4未満	2.4以上 2.6未満	2.6以上	不明
付 着 場 所	全体	4417	6	98	233	688	1322	786	130	80	20	12	22	5	1	18	996
		100.0%	0.1%	2.2%	5.3%	15.6%	29.9%	17.8%	2.9%	1.8%	0.5%	0.3%	0.5%	0.1%	0.0%	0.4%	22.5%
	ボルト部	2697	4	77	159	428	765	471	74	40	15	5	15	3	0	6	635
		100.0%	0.1%	2.9%	5.9%	15.9%	28.4%	17.5%	2.7%	1.5%	0.6%	0.2%	0.6%	0.1%	0.0%	0.2%	23.5%
	継ぎ目部	1720	2	21	74	260	557	315	56	40	5	7	7	2	1	12	361
		100.0%	0.1%	1.2%	4.3%	15.1%	32.4%	18.3%	3.3%	2.3%	0.3%	0.4%	0.4%	0.1%	0.1%	0.7%	21.0%

単位:mm	全体	ボルト部	継ぎ目部
件 数	4417	2697	1720
平 均	0.91	0.89	0.94
標準偏差	0.35	0.34	0.37



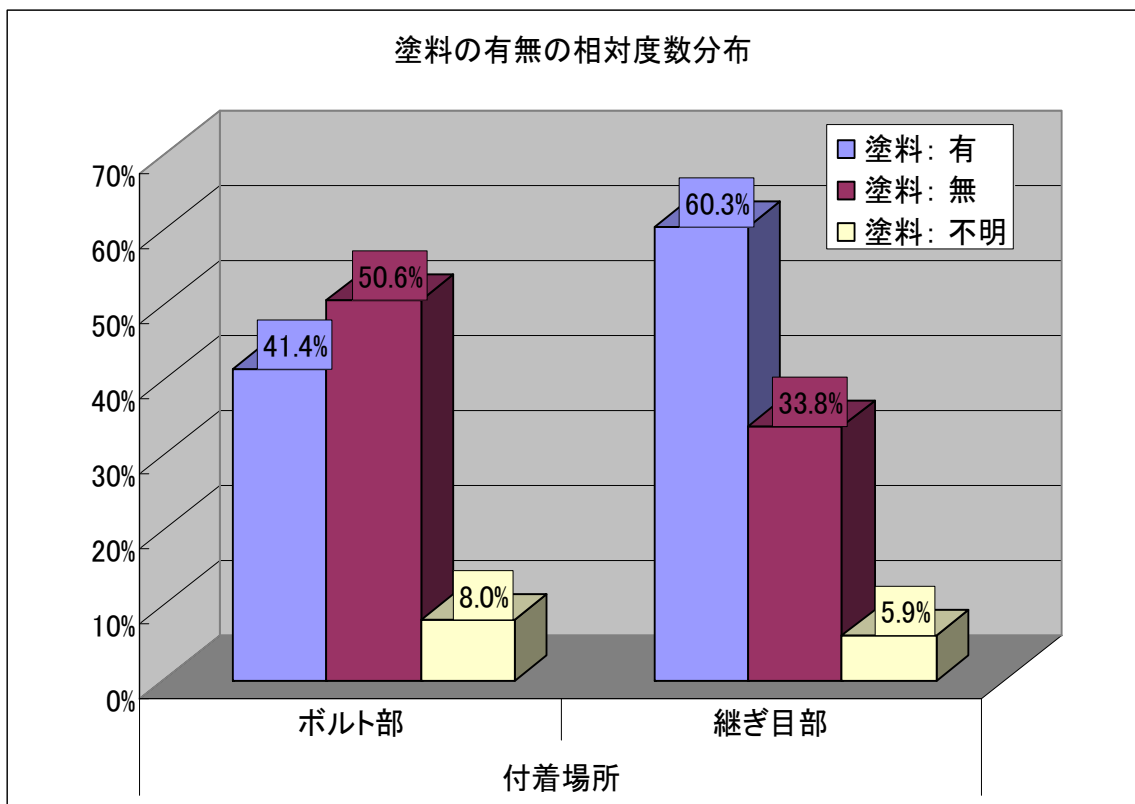
【錆の有無】 n=4417

		錆の有無			
		全体	有	無	不明
付 着 場 所	全体	4417	4172	161	84
		100.0%	94.5%	3.6%	1.9%
	ボルト部	2697	2558	71	68
		100.0%	94.8%	2.6%	2.5%
	継ぎ目部	1720	1614	90	16
		100.0%	93.8%	5.2%	0.9%



【塗料の有無】 n=4417

		塗料の有無			
		全体	有	無	不明
付 着 場 所	全体	4417	2155	1946	316
		100.0%	48.8%	44.1%	7.2%
	ボルト部	2697	1117	1365	215
		100.0%	41.4%	50.6%	8.0%
	継ぎ目部	1720	1038	581	101
		100.0%	60.3%	33.8%	5.9%

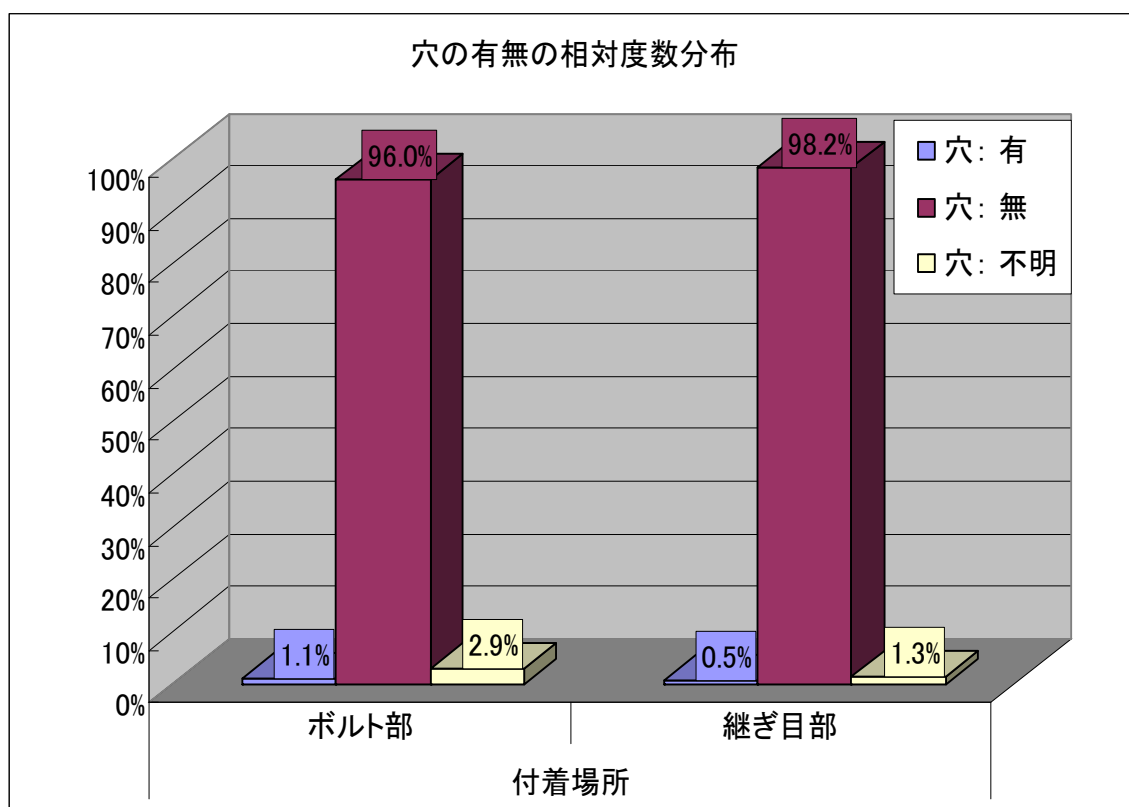


注) 塗料の有無については目視により判断

【穴の有無】 n=4417

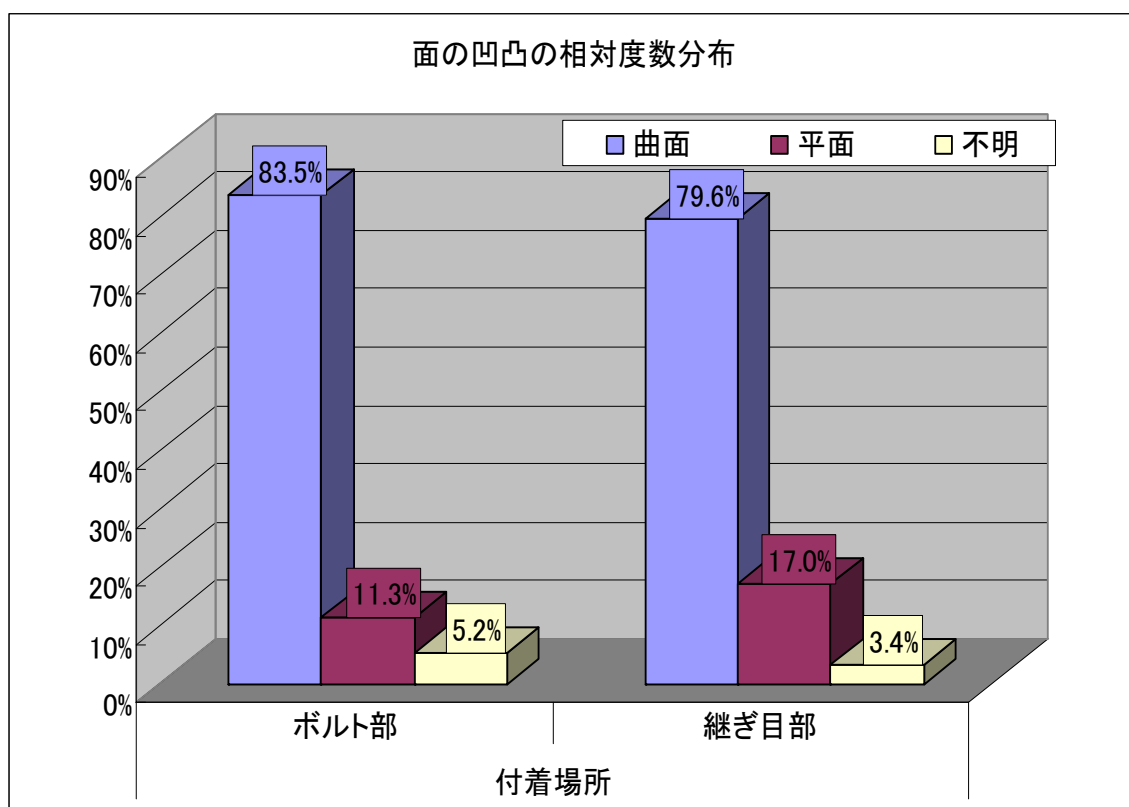
		穴の有無			
		全体	有	無	不明
付 着 場 所	全体	4417	38	4278	101
		100.0%	0.9%	96.9%	2.3%
	ボルト部	2697	29	2589	79
		100.0%	1.1%	96.0%	2.9%
	継ぎ目部	1720	9	1689	22
		100.0%	0.5%	98.2%	1.3%

※その他として、穴が『有』で付着場所が『不明』なものが1件ある。



【面の凹凸】 n=4417

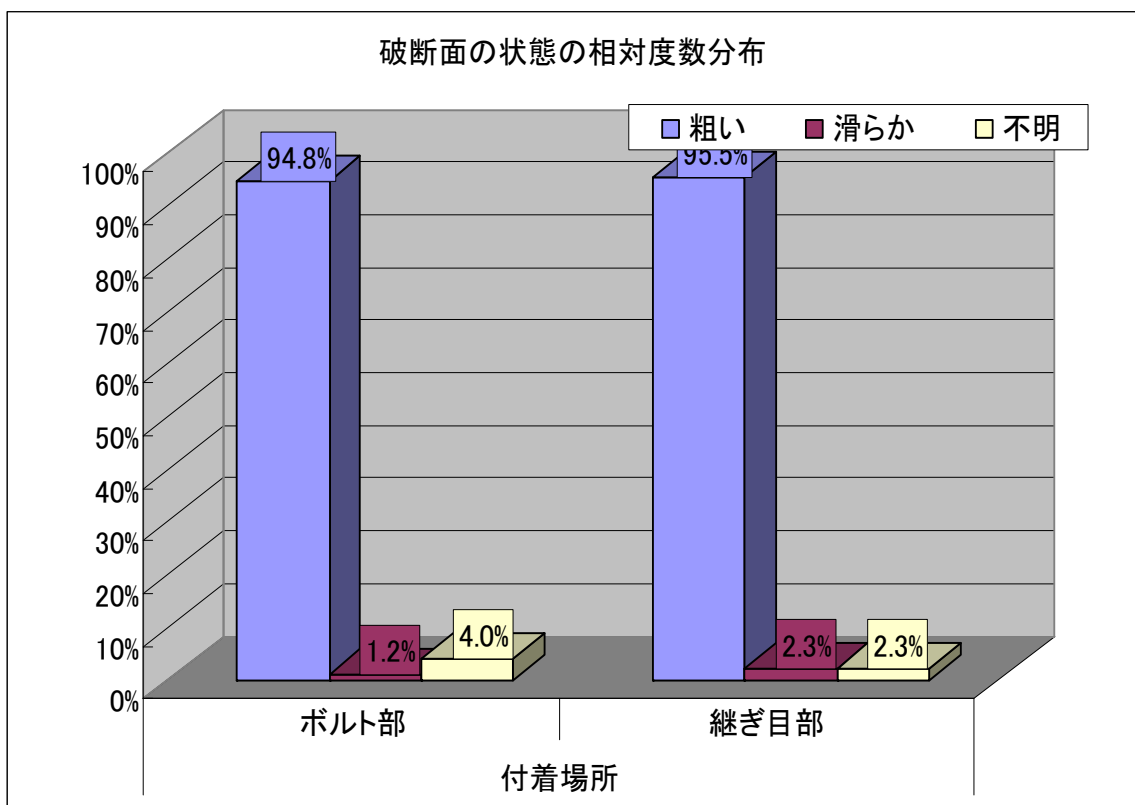
		面の凹凸			
		全体	曲面	平面	不明
付 着 場 所	全体	4417	3621	596	200
		100.0%	82.0%	13.5%	4.5%
	ボルト部	2697	2252	304	141
		100.0%	83.5%	11.3%	5.2%
	継ぎ目部	1720	1369	292	59
		100.0%	79.6%	17.0%	3.4%



【破断面の状態】 n=4417

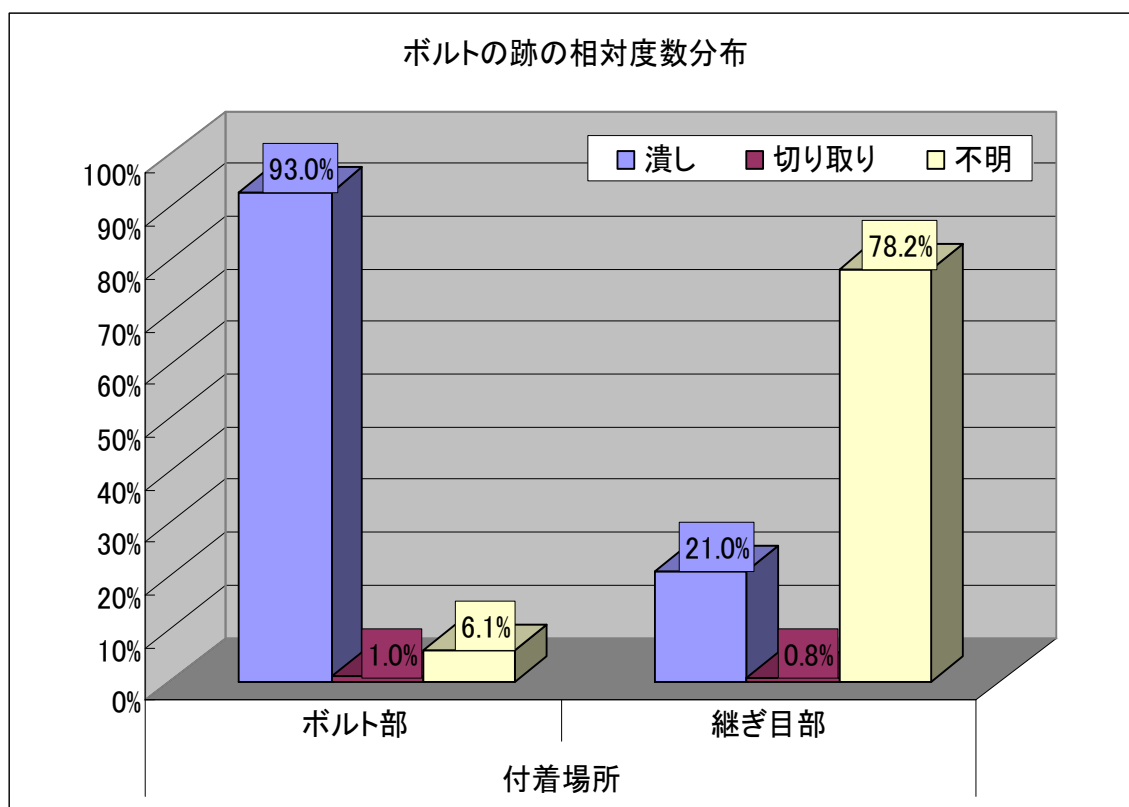
		破断面の状態			
		全体	粗い	滑らか	不明
付 着 場 所	全体	4417	4198	72	147
		100.0%	95.0%	1.6%	3.3%
	ボルト部	2697	2556	33	108
		100.0%	94.8%	1.2%	4.0%
	継ぎ目部	1720	1642	39	39
		100.0%	95.5%	2.3%	2.3%

※その他として、破断面が『滑らか』で付着場所が不明なものが1件ある。



【ボルトの跡】 n=4417

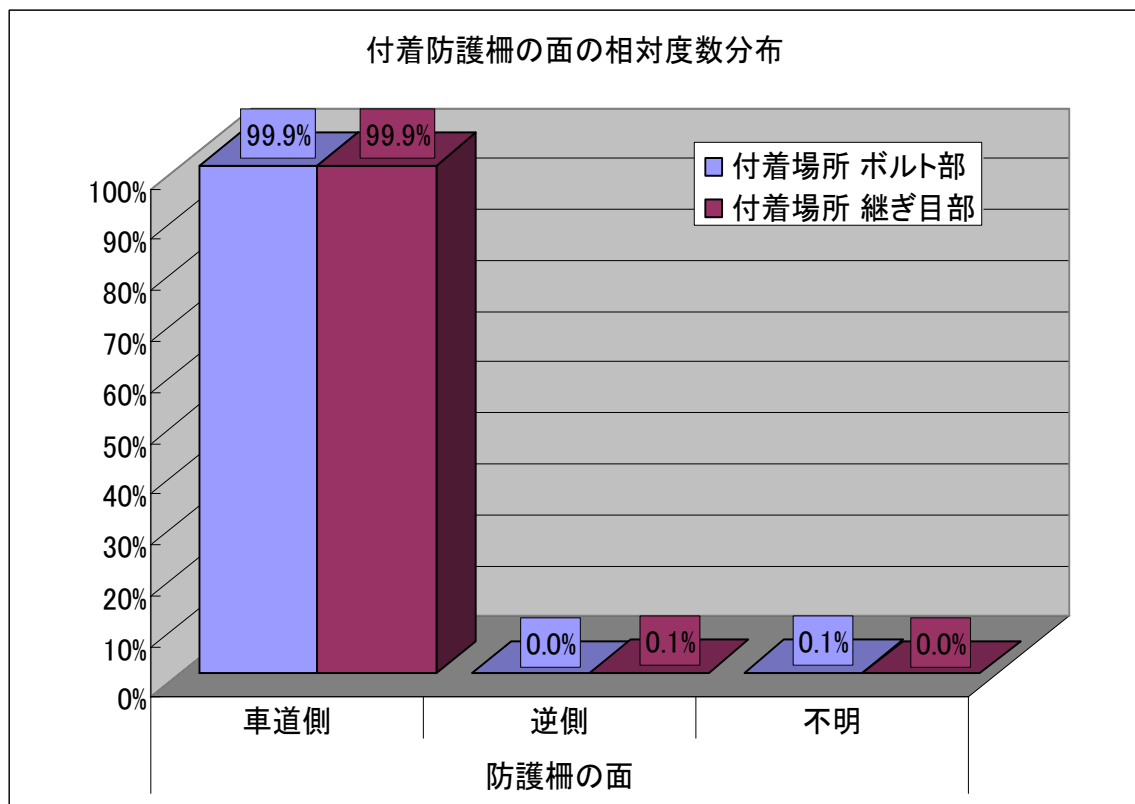
		ボルトの跡			
		全体	潰し	切り取り	不明
付 着 場 所	全体	4417	2868	40	1509
		100.0%	64.9%	0.9%	34.2%
	ボルト部	2697	2507	26	164
		100.0%	93.0%	1.0%	6.1%
	継ぎ目部	1720	361	14	1345
		100.0%	21.0%	0.8%	78.2%



3. 金属片の付着状態

【防護柵の面】 n=4417

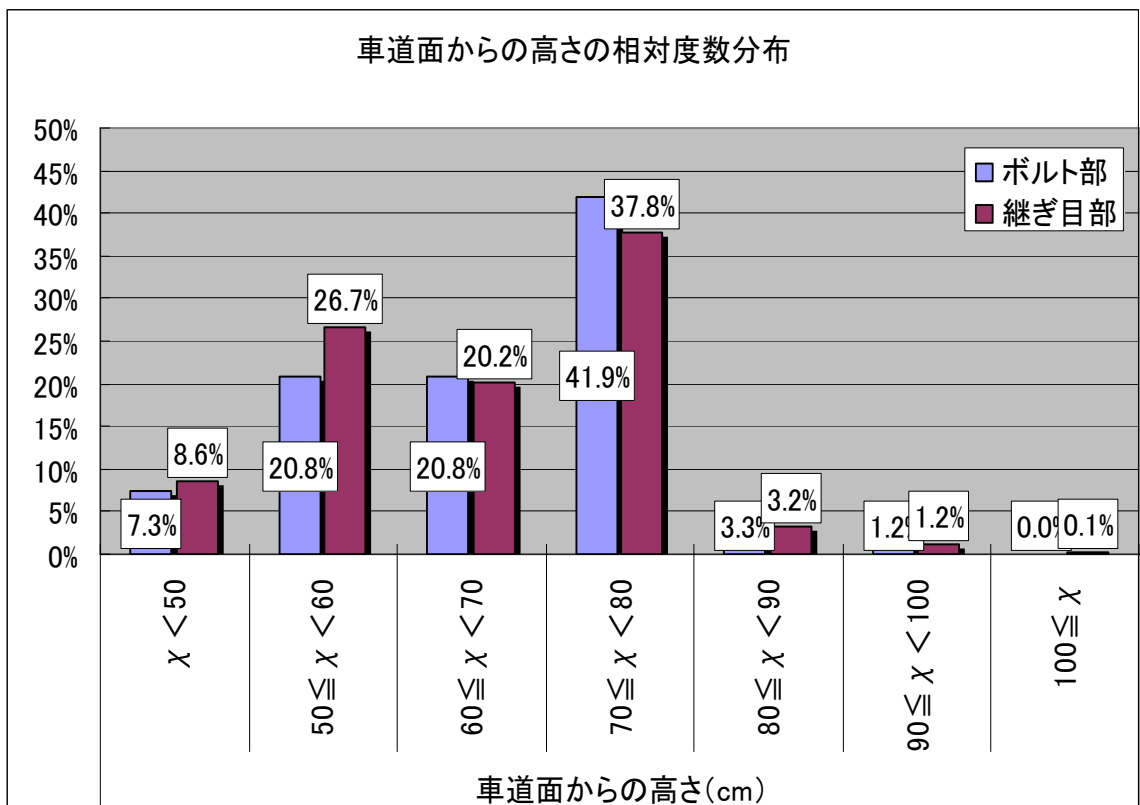
		防護柵の面			
		全体	車道側	逆側	不明
付 着 場 所	全体	4417	4411	2	4
		100.0%	99.9%	0.0%	0.1%
	ボルト部	2697	2693	0	4
		100.0%	99.9%	0.0%	0.1%
	継ぎ目部	1720	1718	2	0
		100.0%	99.9%	0.1%	0.0%



【車道面からの高さ】 n=4417

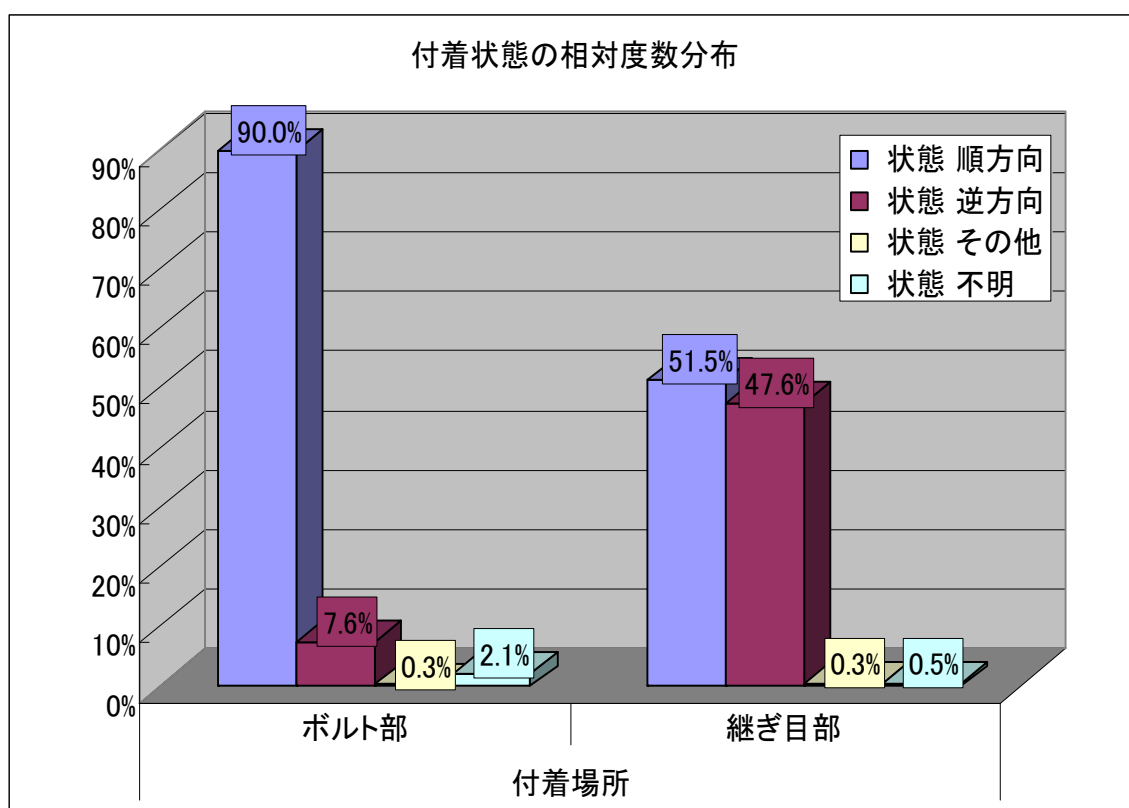
		車道面からの高さ(cm)								
		全体	50未満	50以上 60未満	60以上 70未満	70以上 80未満	80以上 90未満	90以上 100未満	100以上	不明
付 着 場 所	全体	4417	346	1019	908	1780	144	52	3	165
		100.0%	7.8%	23.1%	20.6%	40.3%	3.3%	1.2%	0.1%	3.7%
	ボルト部	2697	198	560	561	1130	89	32	1	126
		100.0%	7.3%	20.8%	20.8%	41.9%	3.3%	1.2%	0.0%	4.7%
	継ぎ目部	1720	148	459	347	650	55	20	2	39
		100.0%	8.6%	26.7%	20.2%	37.8%	3.2%	1.2%	0.1%	2.3%

単位:cm	全体	ボルト部	継ぎ目部
件 数	4417	2697	1720
平 均	63.70	64.24	62.88
標準偏差	10.67	10.39	11.03



【付着状態】 n=4417

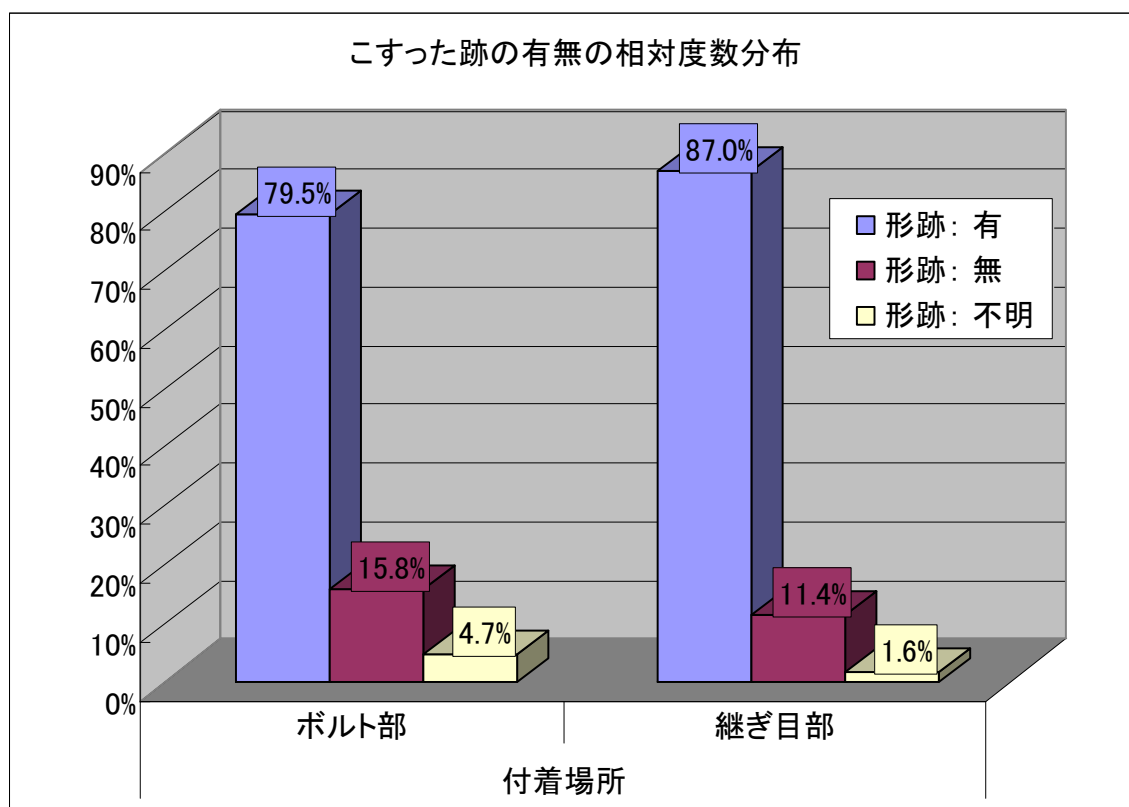
		状態				
		全体	順方向	逆方向	その他	不明
付 着 場 所	全体	4417	3313	1023	15	66
		100.0%	75.0%	23.2%	0.3%	1.5%
	ボルト部	2697	2427	204	9	57
		100.0%	90.0%	7.6%	0.3%	2.1%
	継ぎ目部	1720	886	819	6	9
		100.0%	51.5%	47.6%	0.3%	0.5%



4. 金属片が付着していた防護柵の状態

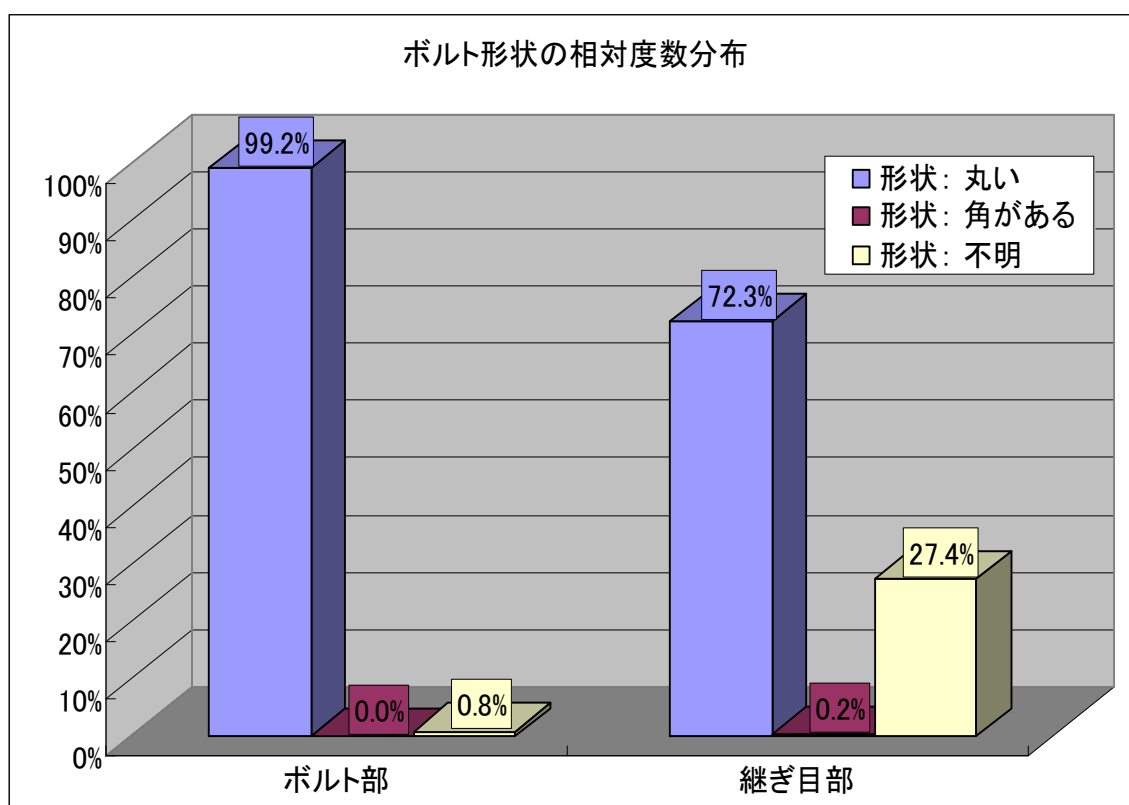
【こすった or ぶつかった形跡の有無】 n=4417

		こすったorぶつかった形跡の有無			
		全体	有	無	不明
付 着 場 所	全体	4417	3641	622	154
		100.0%	82.4%	14.1%	3.5%
	ボルト部	2697	2145	426	126
		100.0%	79.5%	15.8%	4.7%
	継ぎ目部	1720	1496	196	28
		100.0%	87.0%	11.4%	1.6%



【ボルトの形状】 n=4417

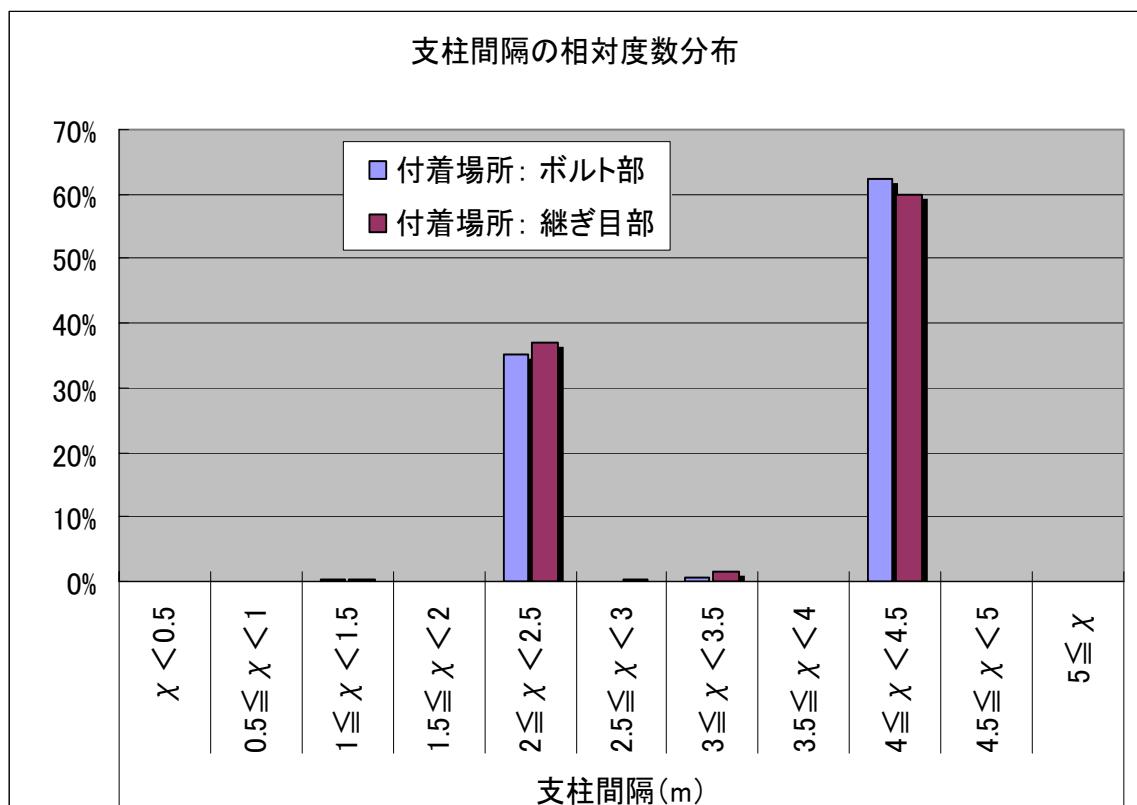
		ボルトの形状			
		全体	丸い	角がある	不明
付 着 場 所	全体	4417	3919	5	493
		100.0%	88.7%	0.1%	11.2%
	ボルト部	2697	2675	1	21
		100.0%	99.2%	0.0%	0.8%
	継ぎ目部	1720	1244	4	472
		100.0%	72.3%	0.2%	27.4%



【支柱間隔】 n=4417

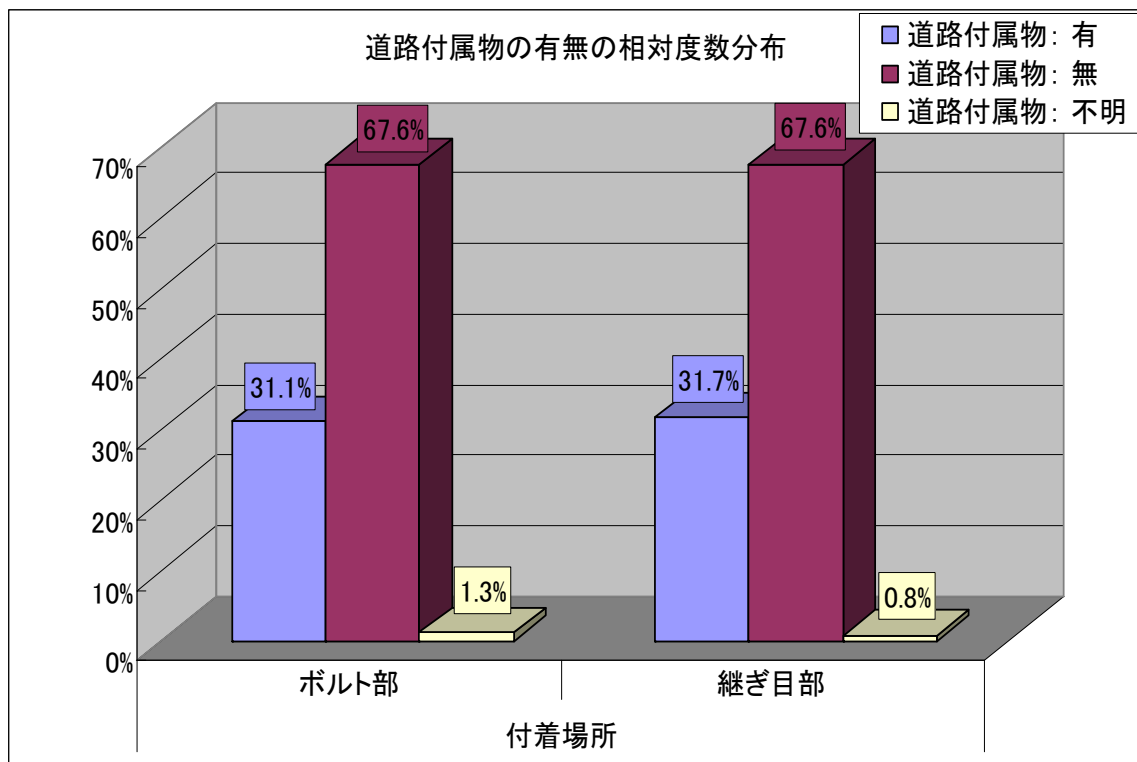
		支柱間隔(m)												
		全体	0.5未満	0.5以上 1.0未満	1.0以上 1.5未満	1.5以上 2.0未満	2.0以上 2.5未満	2.5以上 3.0未満	3.0以上 3.5未満	3.5以上 4.0未満	4.0以上 4.5未満	4.5以上 5.0未満	5.0以上	不明
付 着 場 所	全体	4417	0	1	8	5	1586	4	40	0	2713	0	1	59
		100.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.1%	35.9%	0.1%	0.9%	0.0%	61.4%	0.0%	0.0%	1.3%
	ボルト部	2697	0	0	5	3	948	0	15	0	1683	0	0	43
		100.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.1%	35.2%	0.0%	0.6%	0.0%	62.4%	0.0%	0.0%	1.6%
	継ぎ目部	1720	0	1	3	2	638	4	25	0	1030	0	1	16
		100.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.1%	37.1%	0.2%	1.5%	0.0%	59.9%	0.0%	0.1%	0.9%

単位 : m	全体	ボルト部	継ぎ目部
件 数	4417	2697	1720
平 均	3.25	3.27	3.22
標準偏差	0.97	0.96	0.97



【道路付属物の有無】 n=4417

		道路付属物の有無			
		全体	有	無	不明
付 着 場 所	全体	4417	1385	2985	47
		100.0%	31.4%	67.6%	1.1%
	ボルト部	2697	840	1823	34
		100.0%	31.1%	67.6%	1.3%
	継ぎ目部	1720	545	1162	13
		100.0%	31.7%	67.6%	0.8%

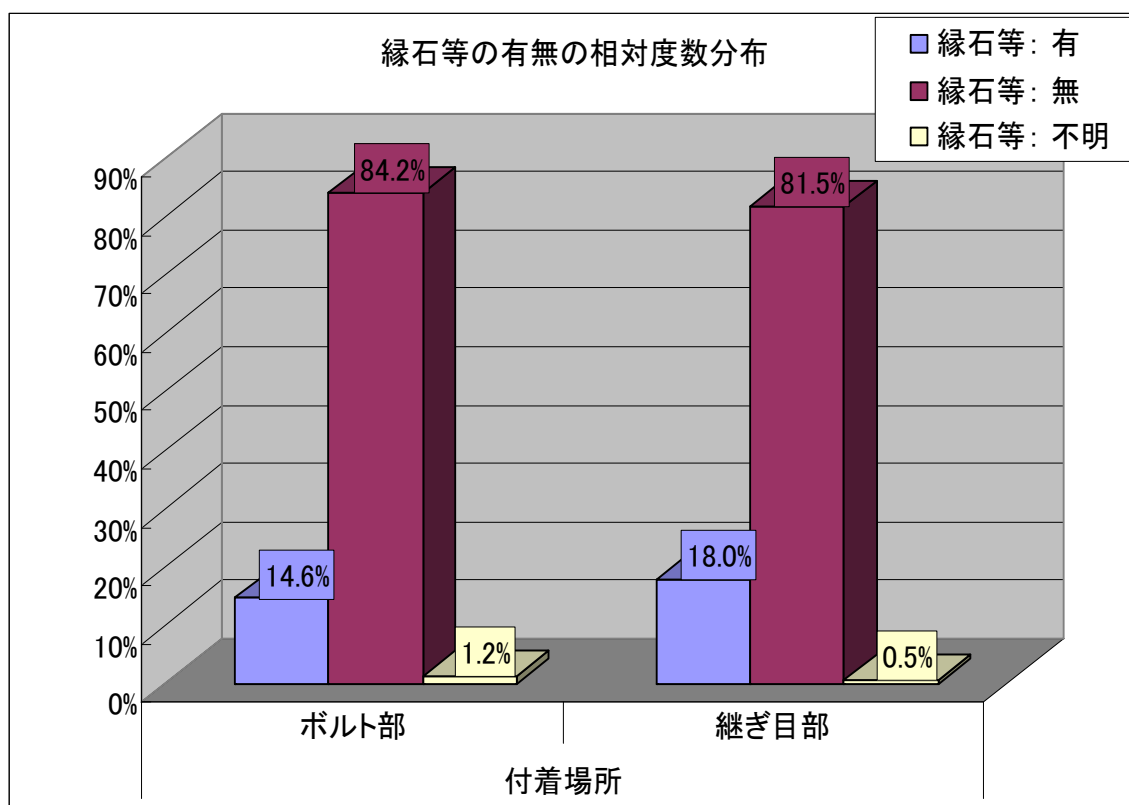


※道路付属物『有』の内訳

	全体	テリネーター	矢印板	距離標	不明
全体	1385	998	14	39	334
ボルト部	840	616	6	24	194
継ぎ目部	545	382	8	15	140

【縁石等の有無】 n=4417

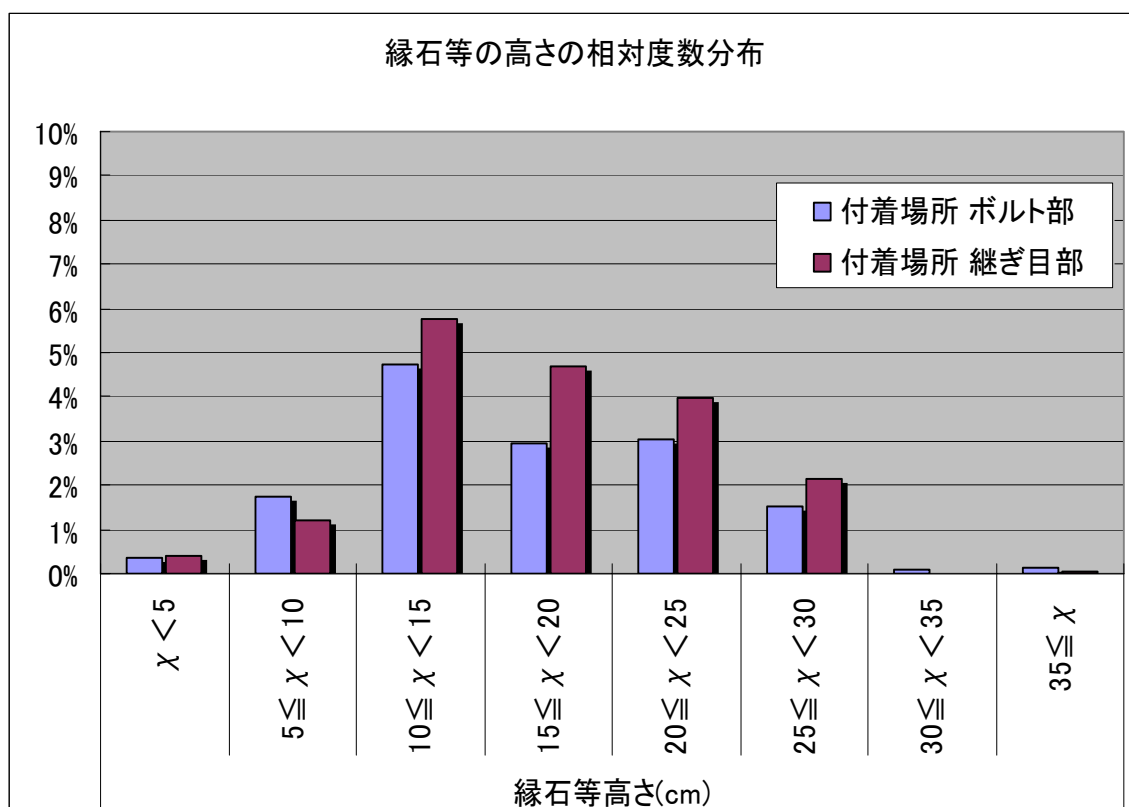
		縁石等の有無			
		全体	有	無	不明
付 着 場 所	全体	4417	703	3672	42
		100.0%	15.9%	83.1%	1.0%
	ボルト部	2697	394	2270	33
		100.0%	14.6%	84.2%	1.2%
	継ぎ目部	1720	309	1402	9
		100.0%	18.0%	81.5%	0.5%



【縁石等の高さ】 n=4417

		縁石等高さ(cm)									
		全体	5未満	5以上 10未満	10以上 15未満	15以上 20未満	20以上 25未満	25以上 30未満	30以上 35未満	35以上	不明
付 着 場 所	全体	4417	17	68	227	161	150	78	3	5	3708
		100.0%	0.4%	1.5%	5.1%	3.6%	3.4%	1.8%	0.1%	0.1%	83.9%
	ボルト部	2697	10	47	128	80	82	41	3	4	2302
		100.0%	0.4%	1.7%	4.7%	3.0%	3.0%	1.5%	0.1%	0.1%	85.4%
	継ぎ目部	1720	7	21	99	81	68	37	0	1	1406
		100.0%	0.4%	1.2%	5.8%	4.7%	4.0%	2.2%	0.0%	0.1%	81.7%

単位: cm	全体	ボルト部	継ぎ目部
件 数	4417	2697	1720
平 均	15.48	15.28	15.73
標準偏差	6.74	7.27	6.02

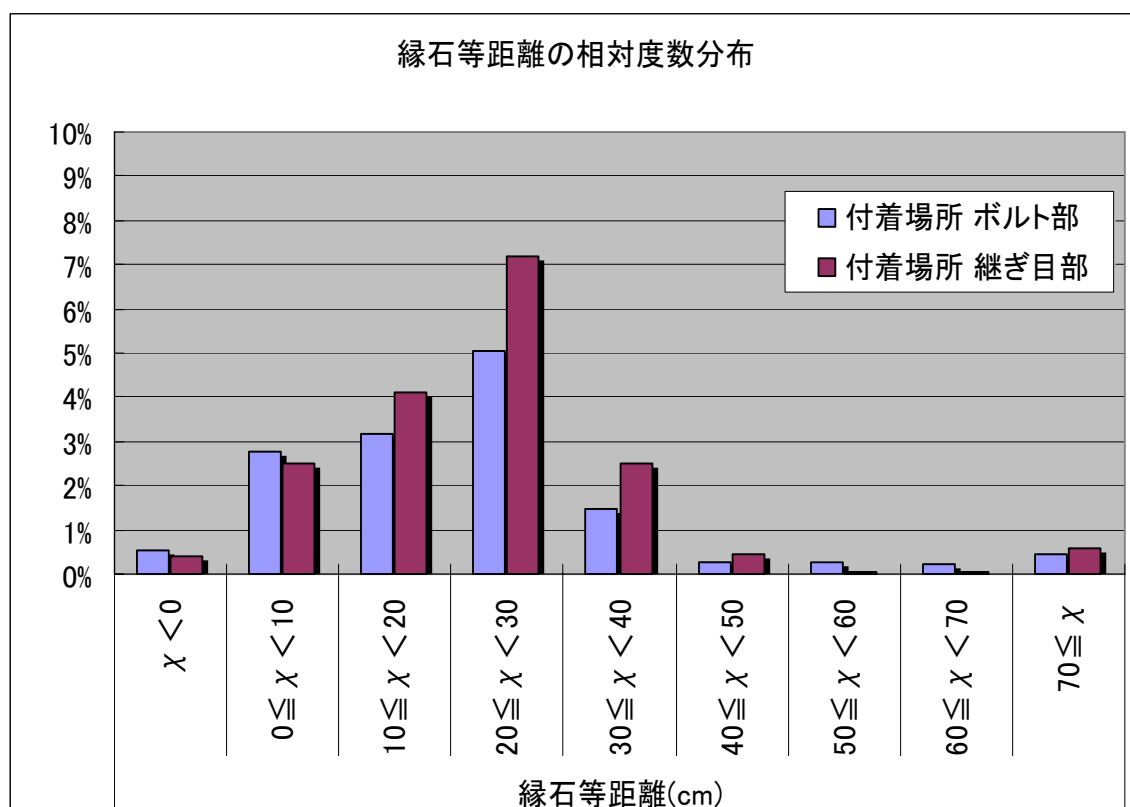


【縁石等の距離】 n=4417

		縁石等距離(cm)										
		全体	0未満	0以上 10未満	10以上 20未満	20以上 30未満	30以上 40未満	40以上 50未満	50以上 60未満	60以上 70未満	70以上	不明
付 着 場 所	全体	4417	22	118	156	260	83	15	8	7	22	3726
		100.0%	0.5%	2.7%	3.5%	5.9%	1.9%	0.3%	0.2%	0.2%	0.5%	84.4%
	ボルト部	2697	15	75	85	136	40	7	7	6	12	2314
		100.0%	0.6%	2.8%	3.2%	5.0%	1.5%	0.3%	0.3%	0.2%	0.4%	85.8%
	継ぎ目部	1720	7	43	71	124	43	8	1	1	10	1412
		100.0%	0.4%	2.5%	4.1%	7.2%	2.5%	0.5%	0.1%	0.1%	0.6%	82.1%

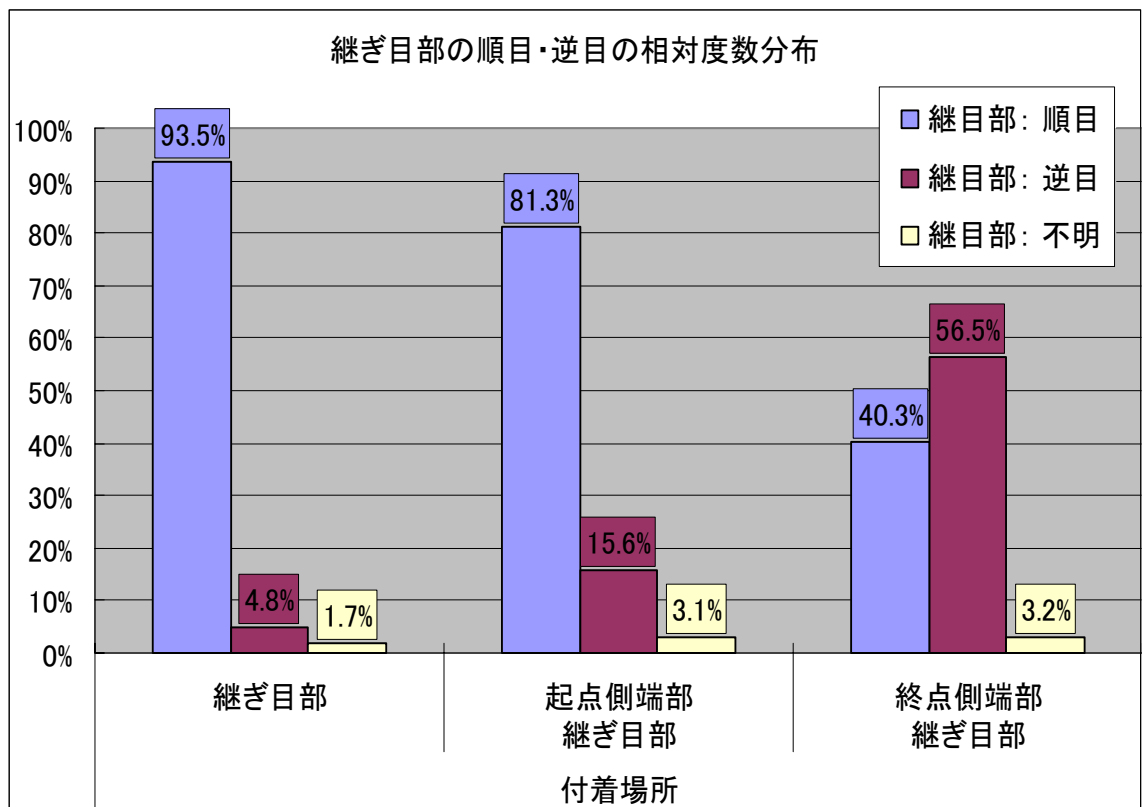
※縁石等の距離はマイナスの値のデータが 22 件ある。

単位: cm	全体	ボルト部	継ぎ目部
件 数	4417	2697	1720
平 均	25.65	25.43	25.93
標準偏差	55.18	61.32	46.51



【継ぎ目の順目・逆目】 n=4417

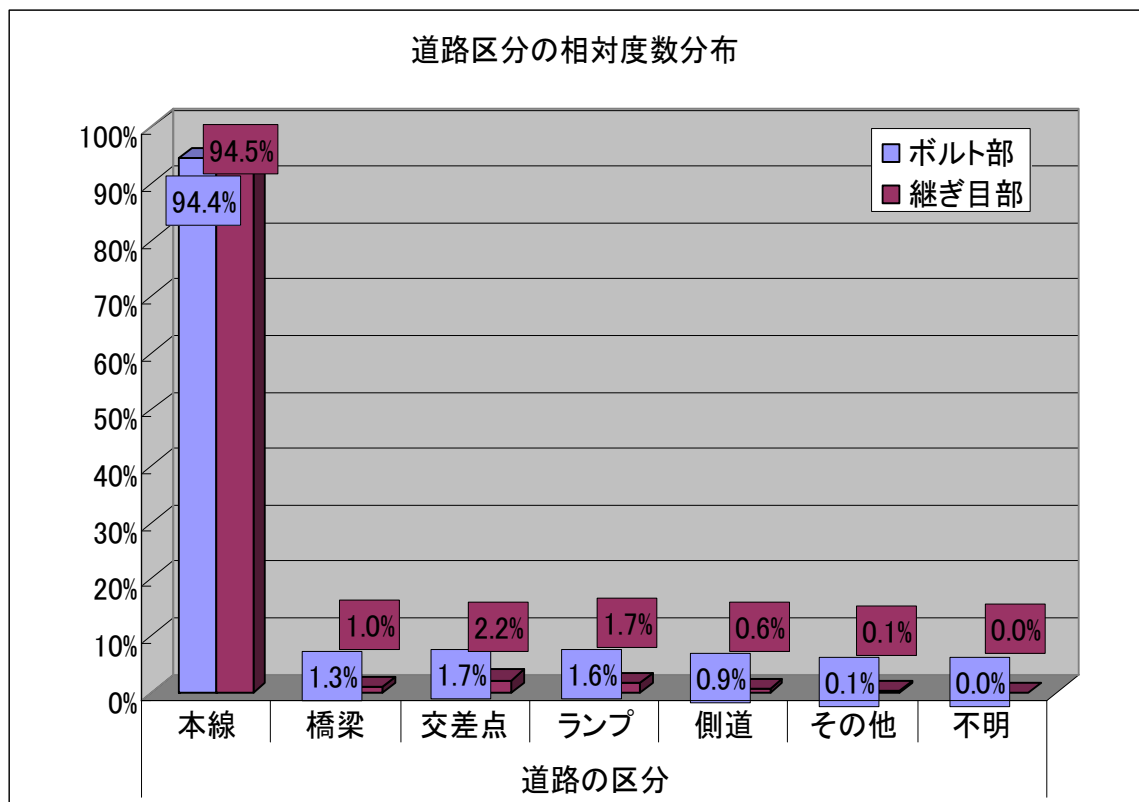
		継ぎ目部の順目・逆目			
		全体	順目	逆目	不明
付 着 場 所	全体	1720	1453	233	34
		100.0%	84.5%	13.5%	2.0%
	継ぎ目部	1405	1313	68	24
		100.0%	93.5%	4.8%	1.7%
	起点側端部 継ぎ目部	32	26	5	1
		100.0%	81.3%	15.6%	3.1%
	終点側端部 継ぎ目部	283	114	160	9
		100.0%	40.3%	56.5%	3.2%



5. 道路状況と周辺状況

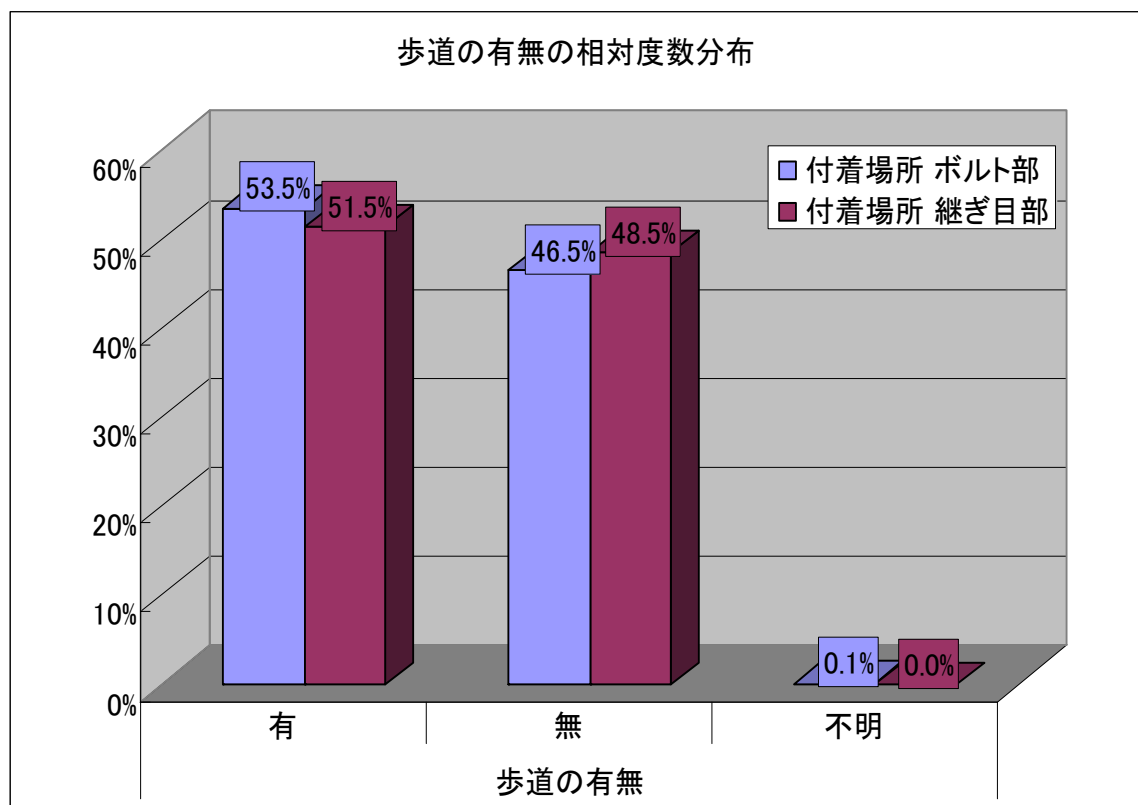
【道路区分】 n=4417

		道路の区分							
		全体	本線	橋梁	交差点	ランプ	側道	その他	不明
付 着 場 所	全体	4417	4172	52	82	71	35	4	1
		100.0%	94.5%	1.2%	1.9%	1.6%	0.8%	0.1%	0.0%
	ボルト部	2697	2547	35	45	42	24	3	1
		100.0%	94.4%	1.3%	1.7%	1.6%	0.9%	0.1%	0.0%
	継ぎ目部	1720	1625	17	37	29	11	1	0
		100.0%	94.5%	1.0%	2.2%	1.7%	0.6%	0.1%	0.0%



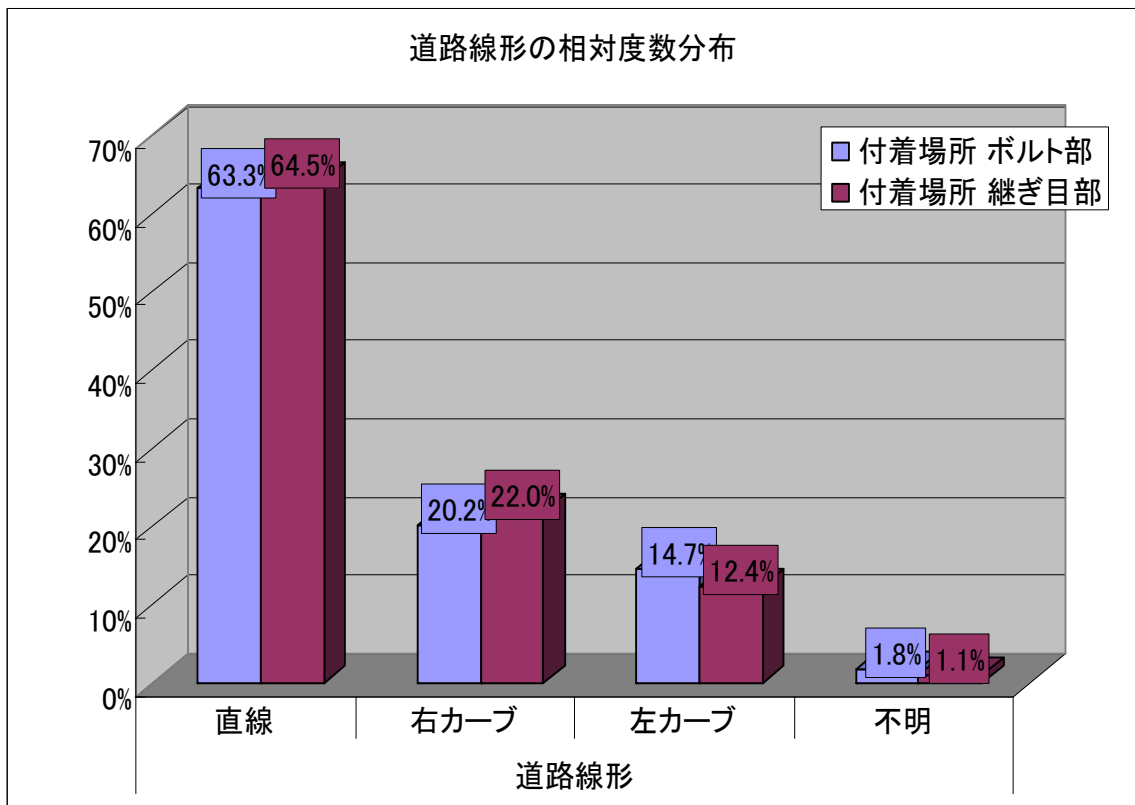
【歩道の有無】 n=4417

		歩道の有無			
		全体	有	無	不明
付 着 場 所	全体	4417	2327	2088	2
		100.0%	52.7%	47.3%	0.0%
	ボルト部	2697	1442	1253	2
		100.0%	53.5%	46.5%	0.1%
	継ぎ目部	1720	885	835	0
		100.0%	51.5%	48.5%	0.0%



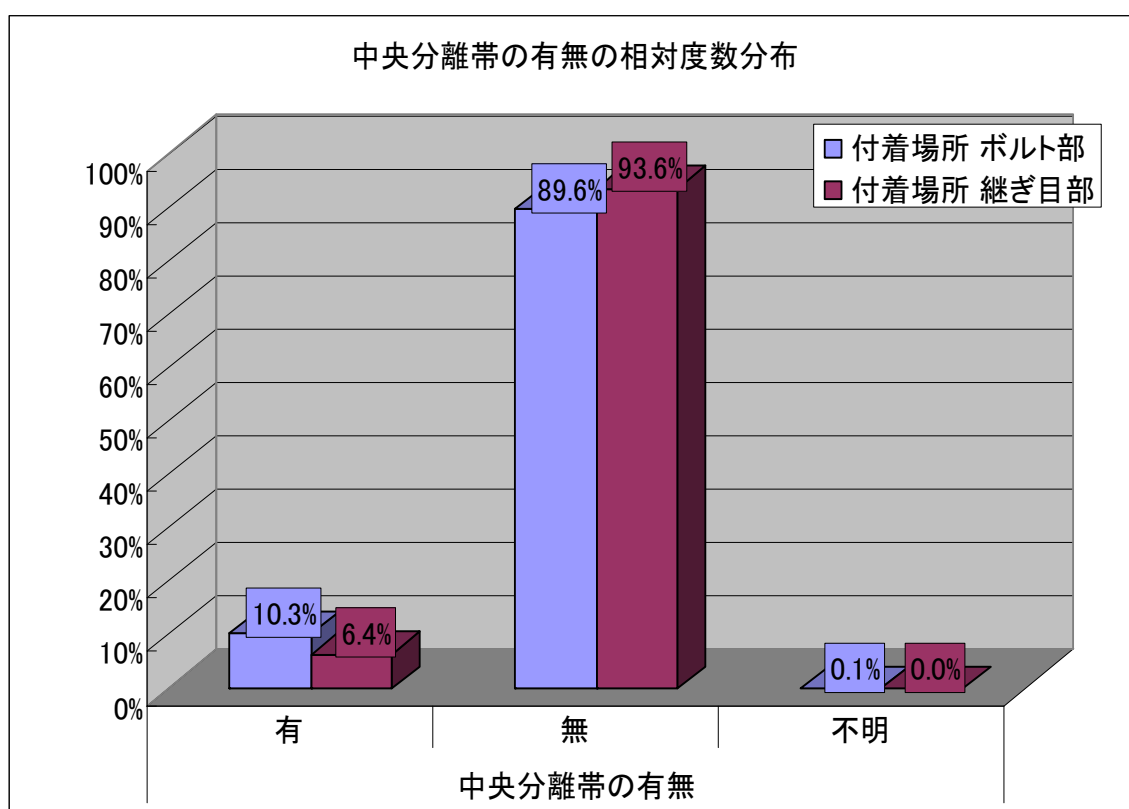
【道路線形】 n=4417

		道路線形				
		全体	直線	右カーブ	左カーブ	不明
付 着 場 所	全体	4417	2816	923	610	68
		100.0%	63.8%	20.9%	13.8%	1.5%
	ボルト部	2697	1706	545	397	49
		100.0%	63.3%	20.2%	14.7%	1.8%
	継ぎ目部	1720	1110	378	213	19
		100.0%	64.5%	22.0%	12.4%	1.1%



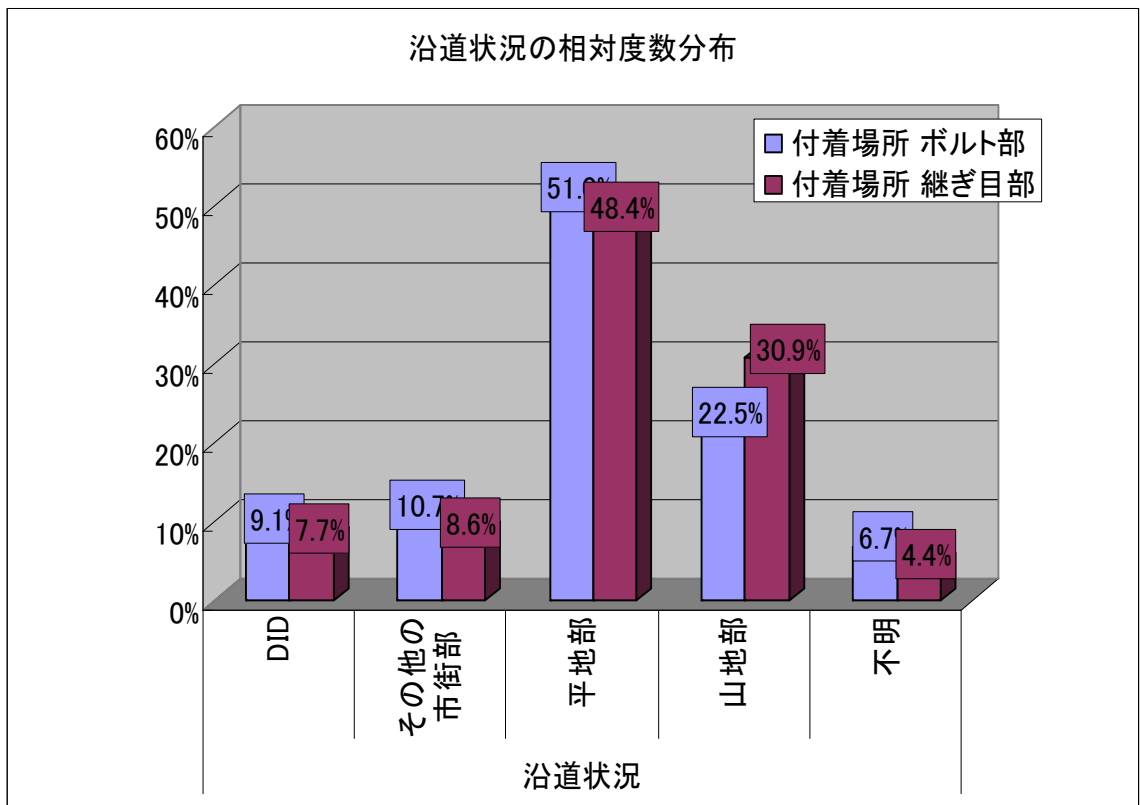
【中央分離帯の有無】 n=4417

		中央分離帯の有無			
		全体	有	無	不明
付 着 場 所	全体	4417	388	4027	2
		100.0%	8.8%	91.2%	0.0%
	ボルト部	2697	278	2417	2
		100.0%	10.3%	89.6%	0.1%
	継ぎ目部	1720	110	1610	0
		100.0%	6.4%	93.6%	0.0%



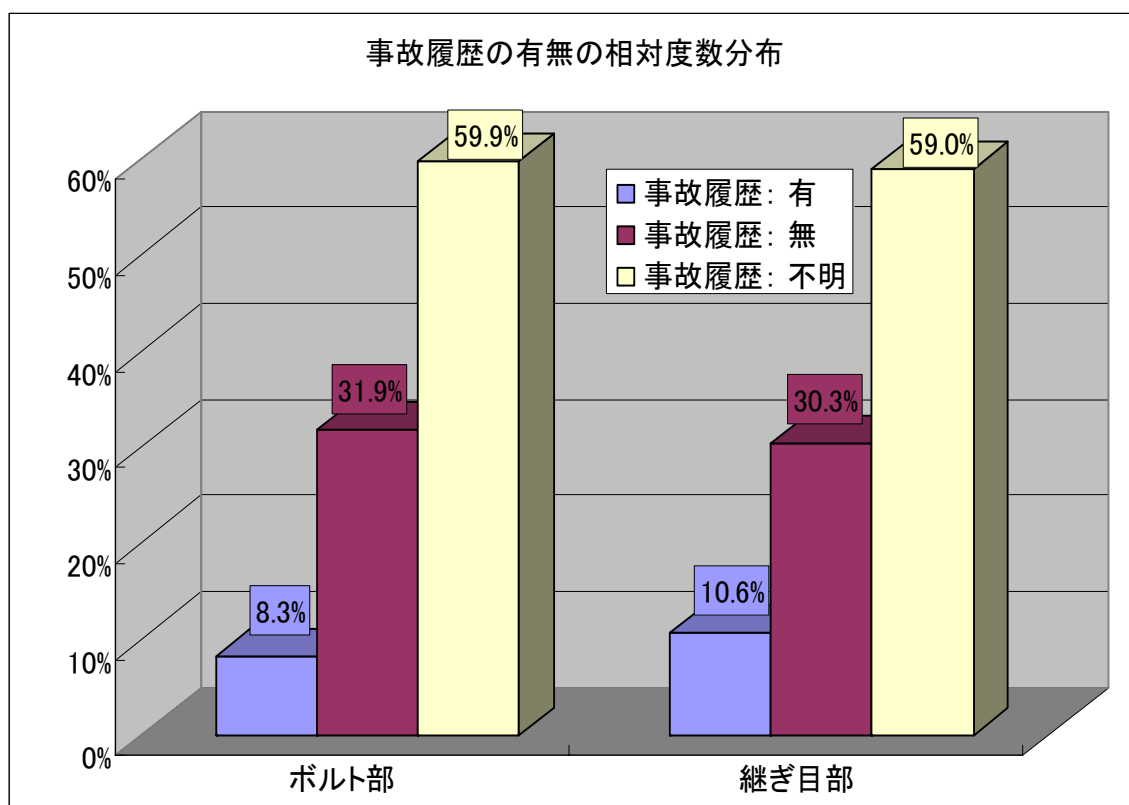
【沿道状況】 n=4417

		沿道状況					
		全体	DID	その他の市街部	平地部	山地部	不明
付着場所	全体	4417	377	436	2209	1138	257
		100.0%	8.5%	9.9%	50.0%	25.8%	5.8%
	ボルト部	2697	245	288	1376	607	181
		100.0%	9.1%	10.7%	51.0%	22.5%	6.7%
	継ぎ目部	1720	132	148	833	531	76
		100.0%	7.7%	8.6%	48.4%	30.9%	4.4%



【防護柵接触事故履歴の有無】 n=4417

		防護柵接触事故履歴の有無			
		全体	有	無	不明
付 着 場 所	全体	4417	406	1381	2630
		100.0%	9.2%	31.3%	59.5%
	ボルト部	2697	223	859	1615
		100.0%	8.3%	31.9%	59.9%
	継ぎ目部	1720	183	522	1015
		100.0%	10.6%	30.3%	59.0%

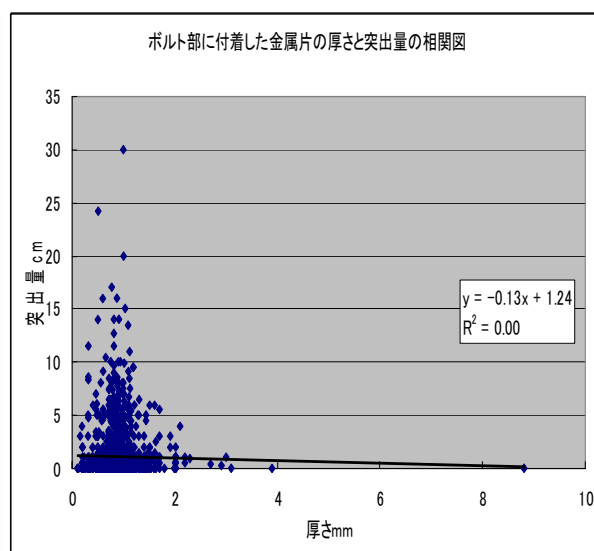
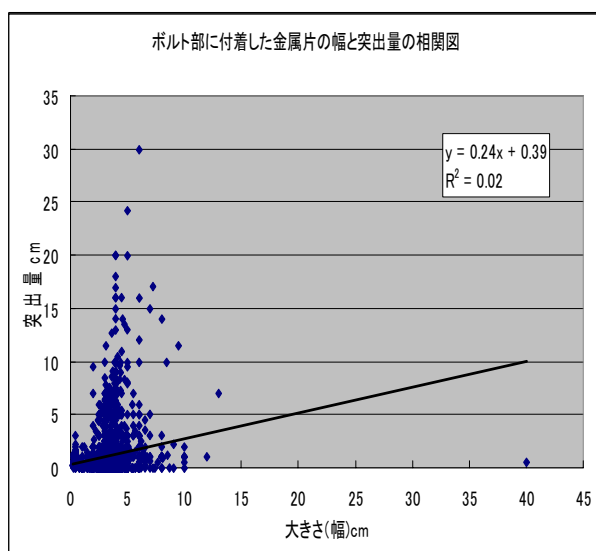
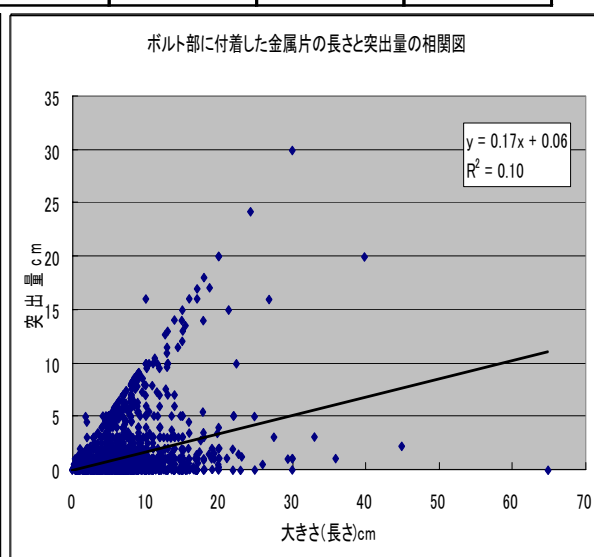
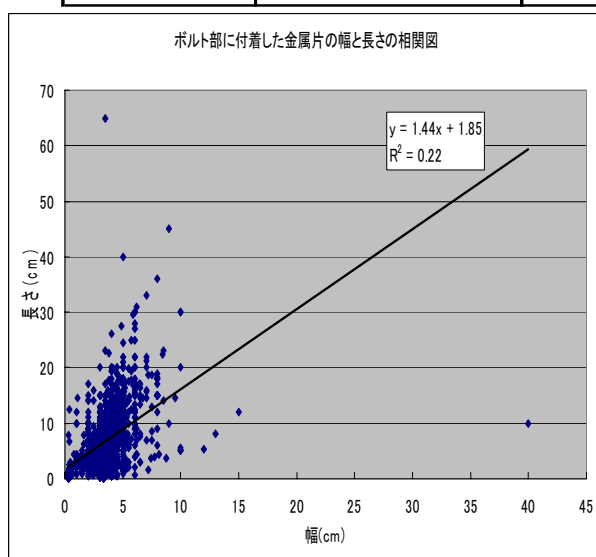


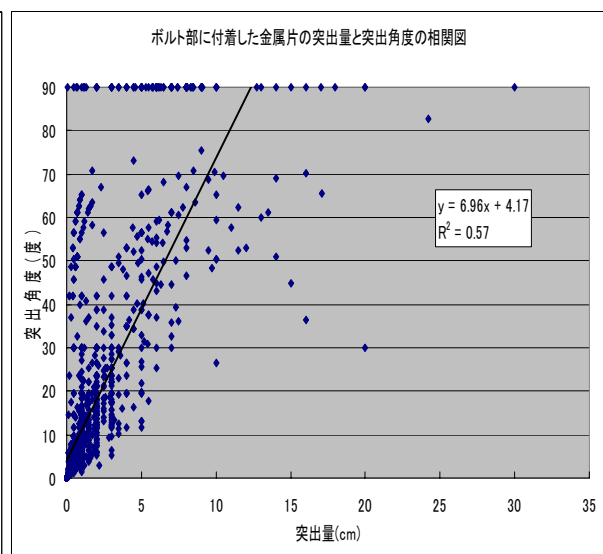
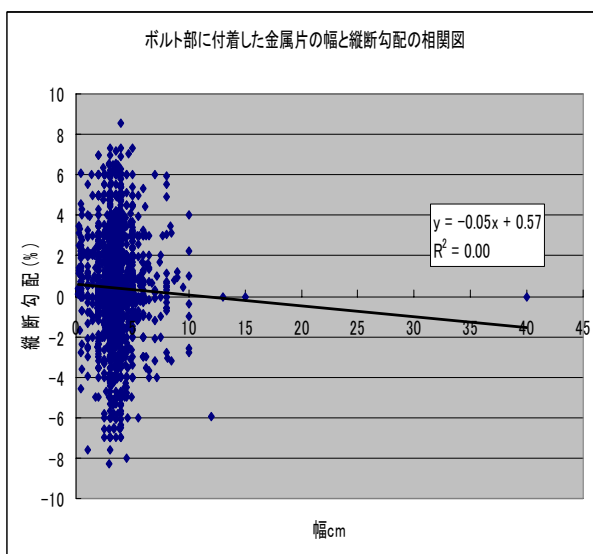
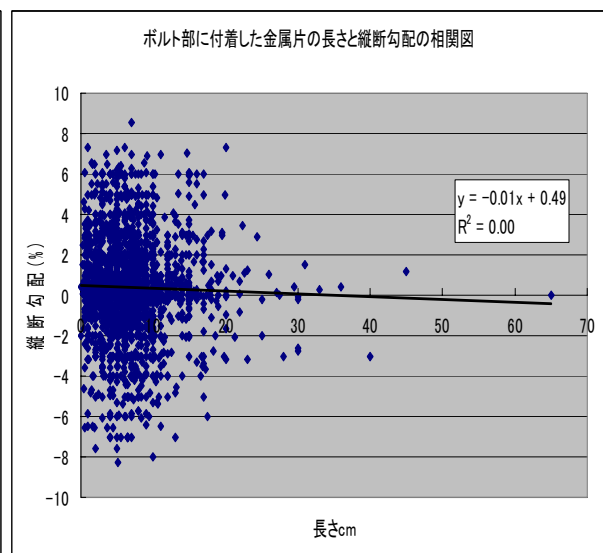
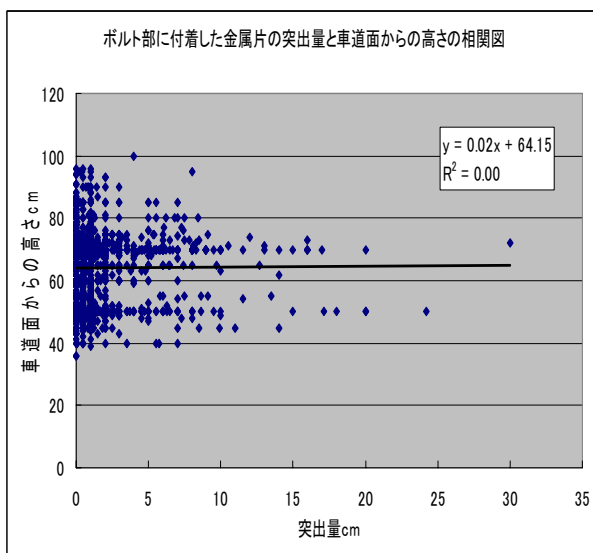
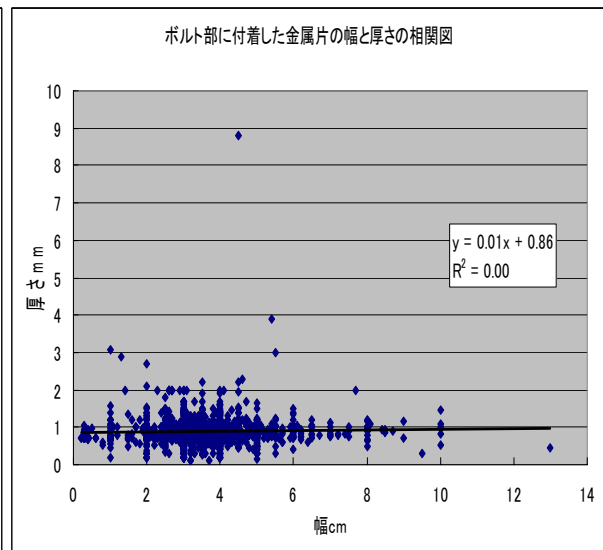
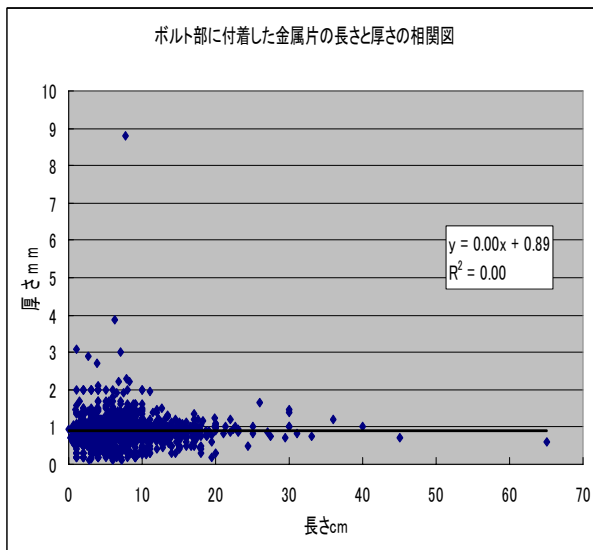
6. 相関分析

調査項目の数値データの中で、関係がある可能性がある項目について相関分析を行った。

【ガードレールのボルト部に付着した金属片】

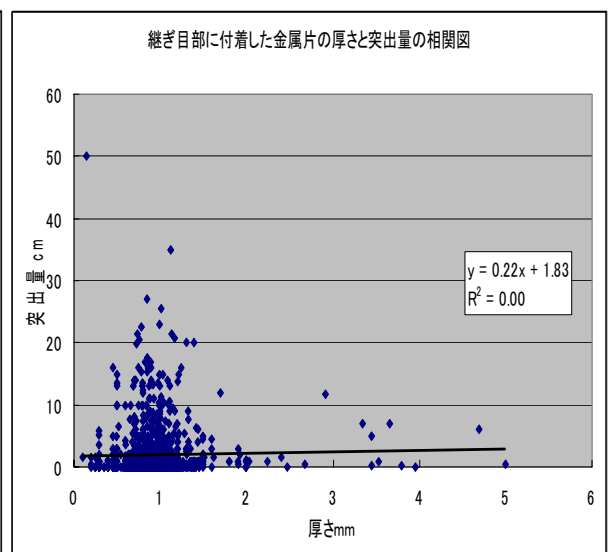
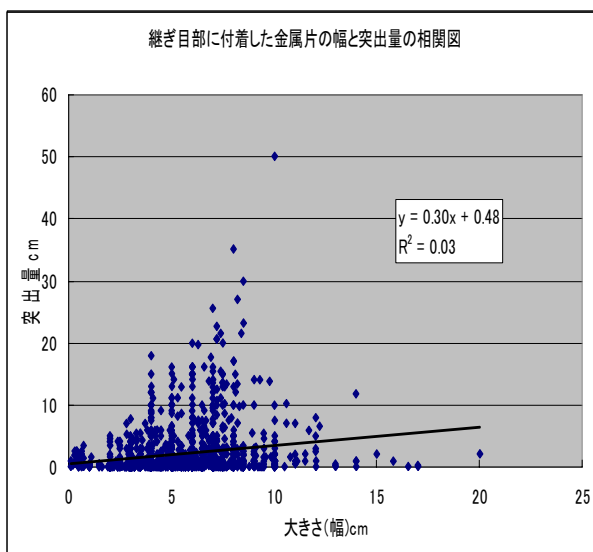
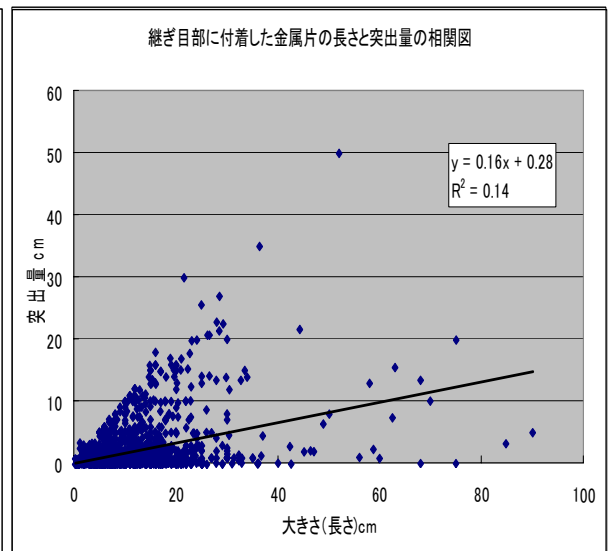
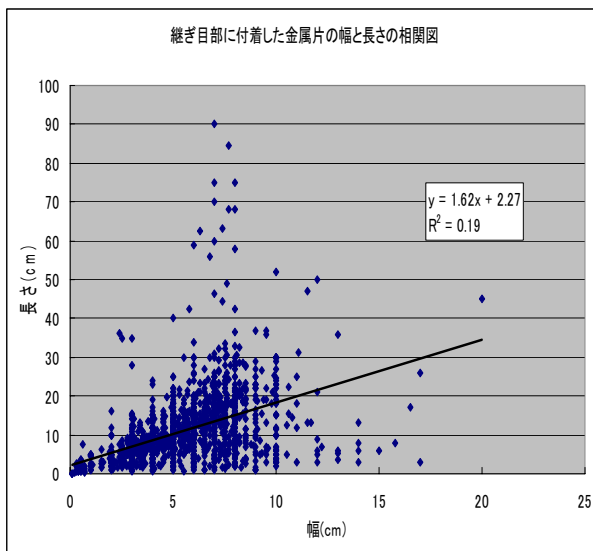
項目 1	項目 2	相 関 係 数	決 定 係 数	p 値	n
大 き さ (長 さ)	大 き さ (幅)	0.469	0.220	< .0001	2608
大 き さ (長 さ)	突 出 量	0.314	0.099	< .0001	2288
大 き さ (幅)	突 出 量	0.145	0.021	< .0001	2285
厚 さ	突 出 量	-0.020	0.000	0.385	1878
大 き さ (長 さ)	厚 さ	0.006	0.000	0.769	2054
大 き さ (幅)	厚 さ	0.036	0.001	0.104	2056
突 出 量	車 道 面 か ら の 高 さ	0.006	0.000	0.787	2224
大 き さ (長 さ)	縦 断 勾 配	-0.028	0.001	0.175	2396
大 き さ (幅)	縦 断 勾 配	-0.034	0.001	0.094	2396
突 出 量	突 出 角 度	0.754	0.568	< .0001	2276

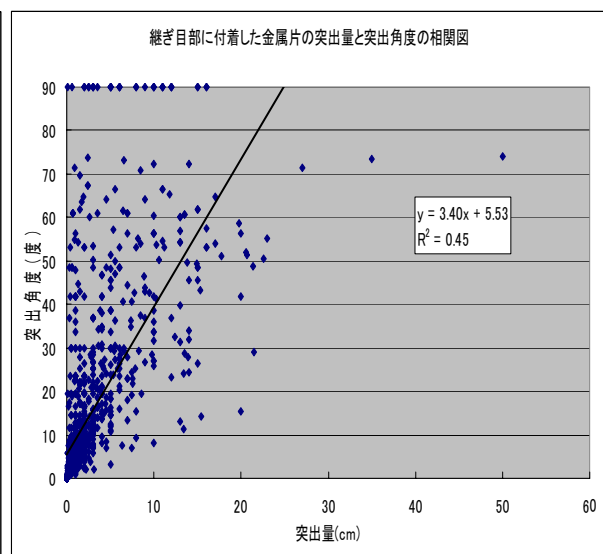
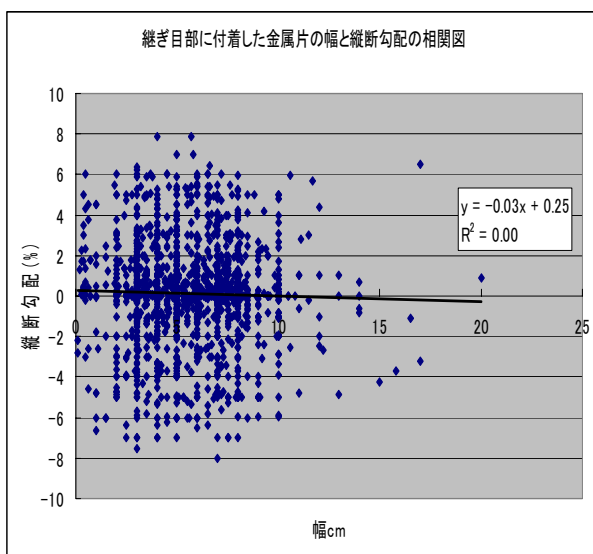
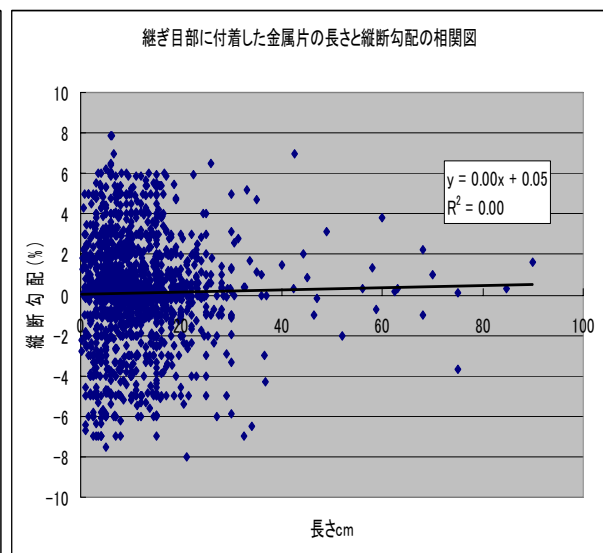
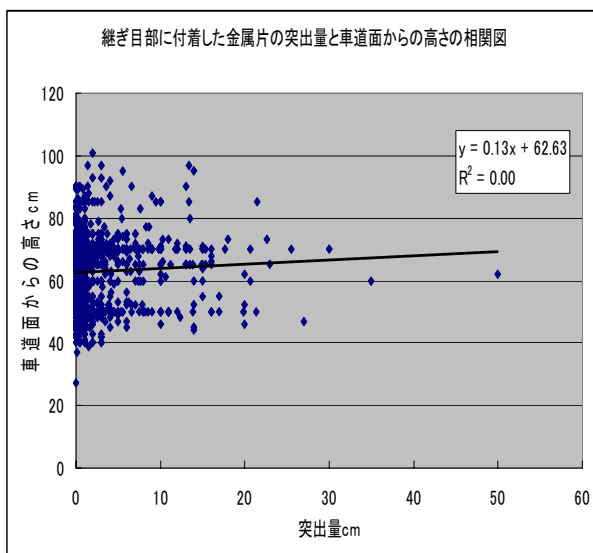
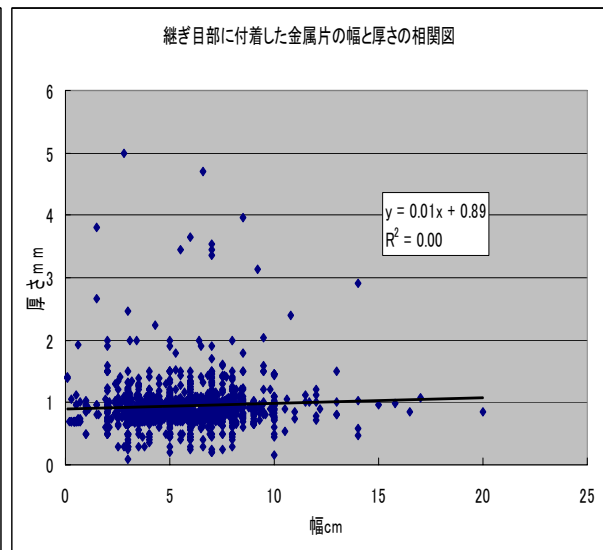
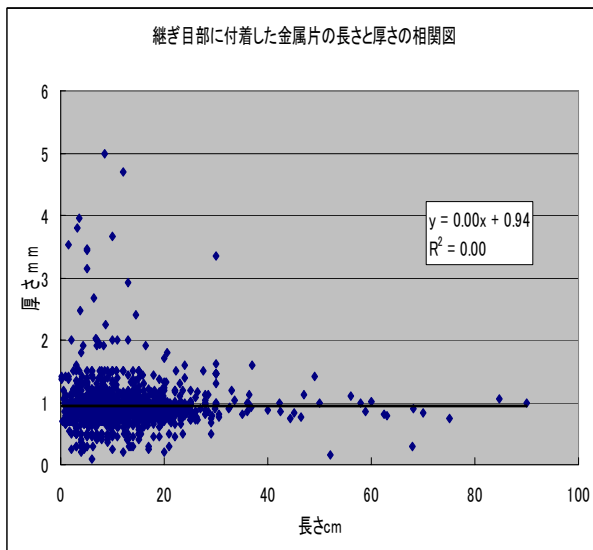




【ガードレールの継ぎ目部に付着した金属片】

項目 1	項目 2	相 関 係 数	決 定 係 数	p 値	n
大 き さ (長 さ)	大 き さ (幅)	0.441	0.194	< .0001	1671
大 き さ (長 さ)	突 出 量	0.376	0.141	< .0001	1473
大 き さ (幅)	突 出 量	0.182	0.033	< .0001	1470
厚 さ	突 出 量	0.020	0.000	0.478	1247
大 き さ (長 さ)	厚 さ	0.000	0.000	0.998	1355
大 き さ (幅)	厚 さ	0.059	0.003	0.030	1355
突 出 量	車 道 面 か ら の 高 さ	0.046	0.002	0.076	1462
大 き さ (長 さ)	縦 断 勾 配	0.018	0.000	0.486	1563
大 き さ (幅)	縦 断 勾 配	-0.025	0.001	0.332	1561
突 出 量	突 出 角 度	0.668	0.447	< .0001	1471

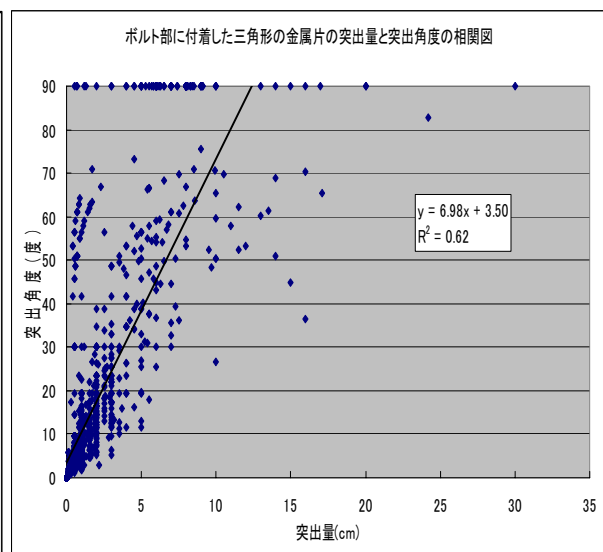
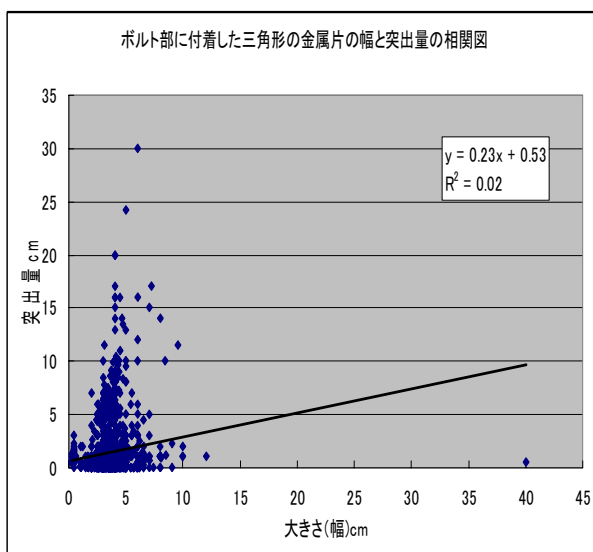
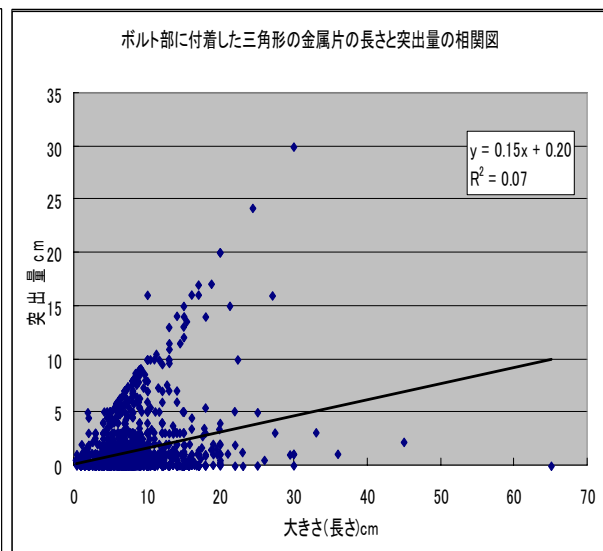
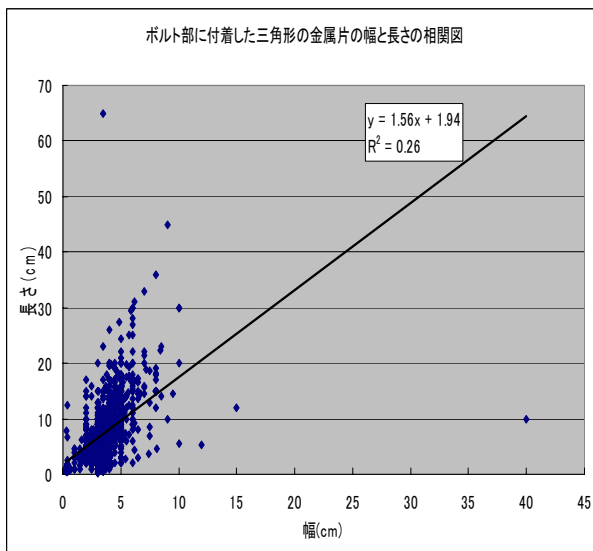




金属片の形状が三角形のものを抽出して、相関分析を行った。

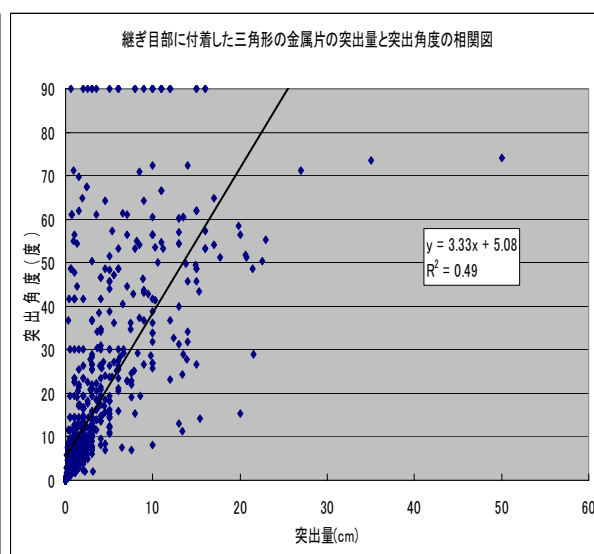
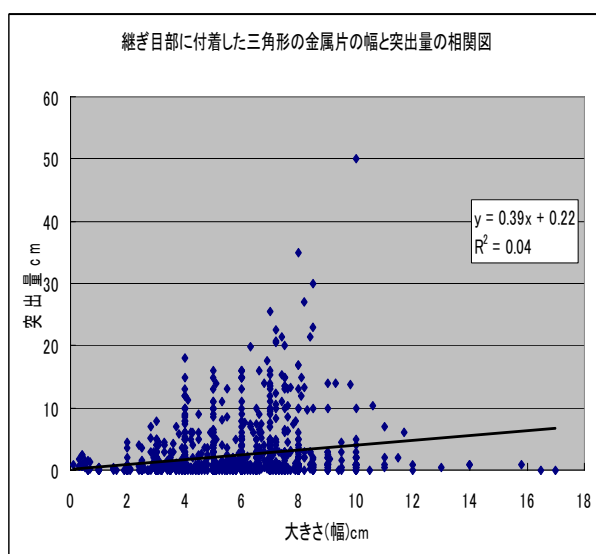
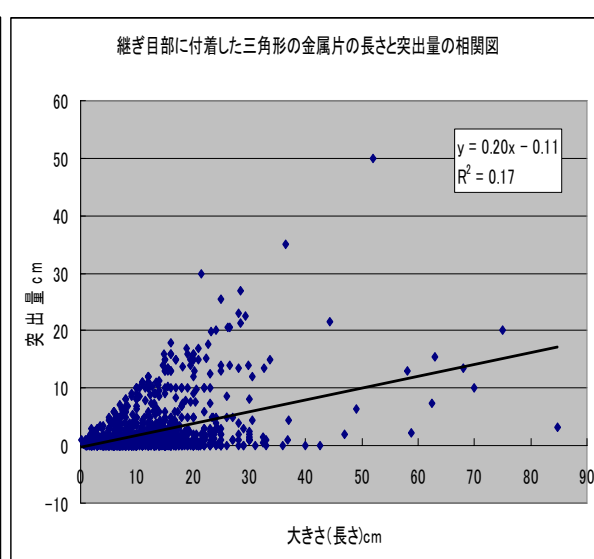
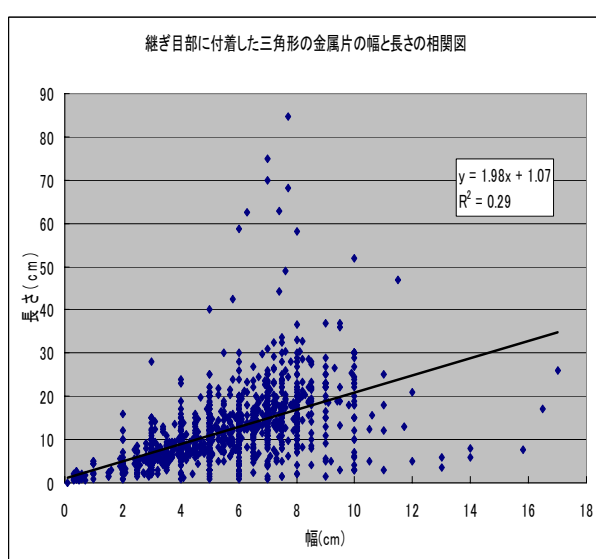
【ガードレールのボルト部に付着した三角形の金属片】

項目 1	項目 2	相関係数	決定係数	p値	n
大きさ(長さ)	大きさ(幅)	0.511	0.261	<.0001	2175
大きさ(長さ)	突出量	0.266	0.071	<.0001	1905
大きさ(幅)	突出量	0.130	0.017	<.0001	1901
突出量	突出角度	0.786	0.617	<.0001	1895



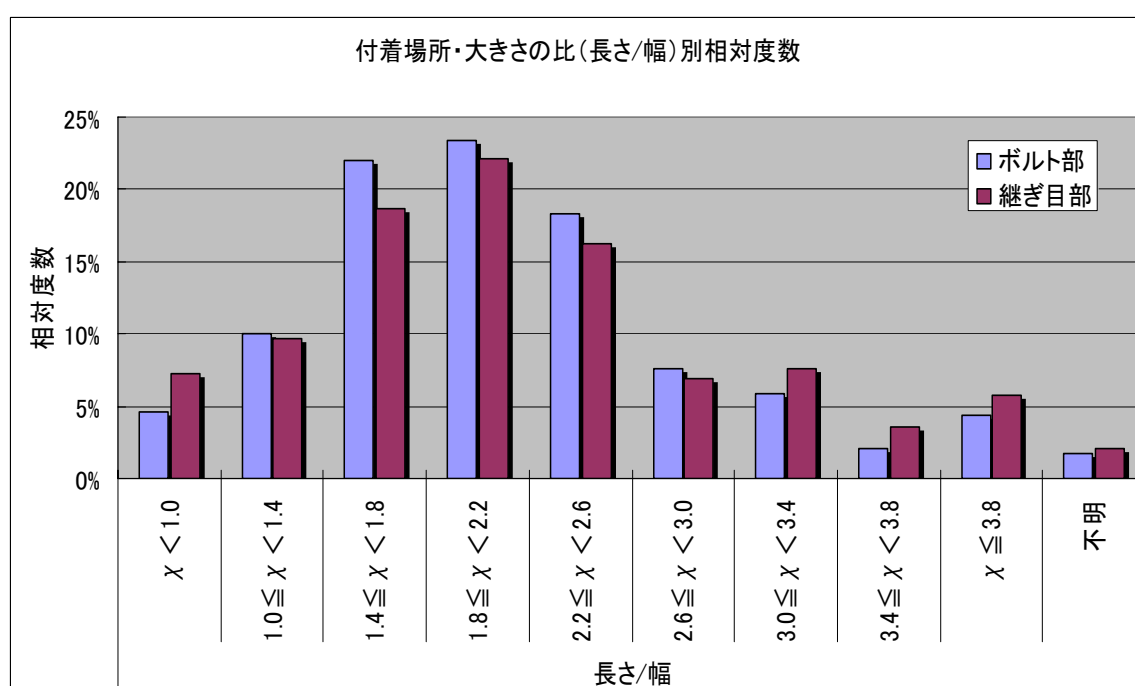
【ガードレールの継ぎ目部に付着した三角形の金属片】

項目 1	項目 2	相関係数	決定係数	p値	n
大きさ(長さ)	大きさ(幅)	0.539	0.291	<.0001	1350
大きさ(長さ)	突出量	0.407	0.166	<.0001	1184
大きさ(幅)	突出量	0.205	0.042	<.0001	1181
突出量	突出角度	0.703	0.494	<.0001	1180



【ガードレールに付着した三角形の金属片の長さ $\times$ 幅の比率】

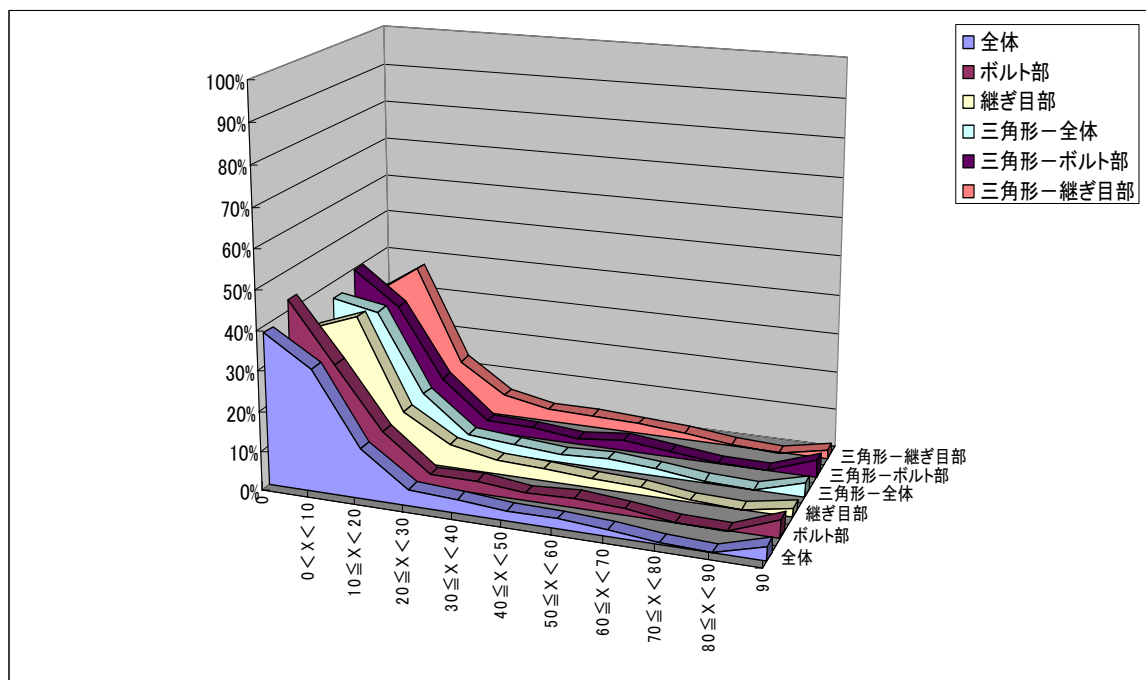
		長さ/幅										
		全体	1.0未満	1.0以上 1.4未満	1.4以上 1.8未満	1.8以上 2.2未満	2.2以上 2.6未満	2.6以上 3.0未満	3.0以上 3.4未満	3.4以上 3.8未満	3.8以上	不明
付 着 場 所	全体	3592	202	355	745	822	629	263	235	97	177	67
		100.0%	5.6%	9.9%	20.7%	22.9%	17.5%	7.3%	6.5%	2.7%	4.9%	1.9%
	ボルト部	2213	102	221	488	517	405	167	130	47	98	38
		100.0%	4.6%	10.0%	22.1%	23.4%	18.3%	7.5%	5.9%	2.1%	4.4%	1.7%
	継ぎ目部	1379	100	134	257	305	224	96	105	50	79	29
		100.0%	7.3%	9.7%	18.6%	22.1%	16.2%	7.0%	7.6%	3.6%	5.7%	2.1%



【ガードレールに付着した金属片の突出角度】

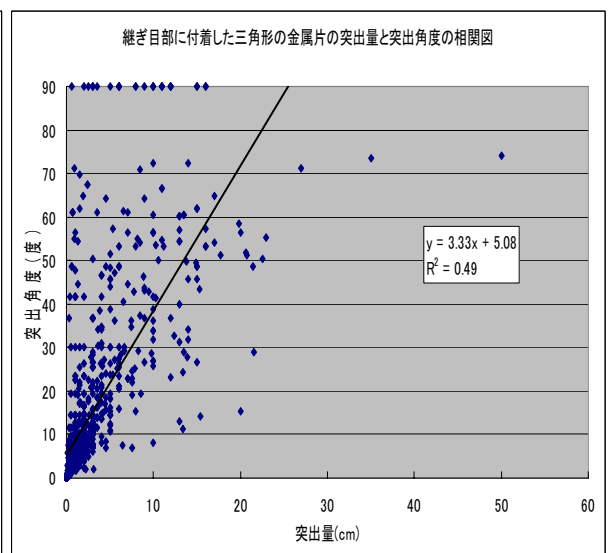
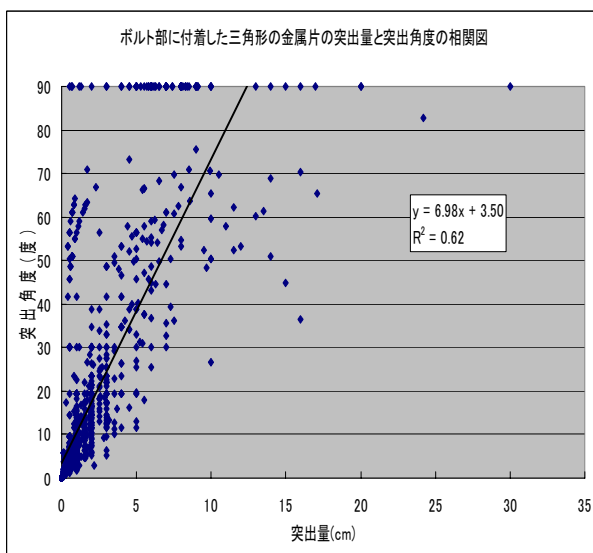
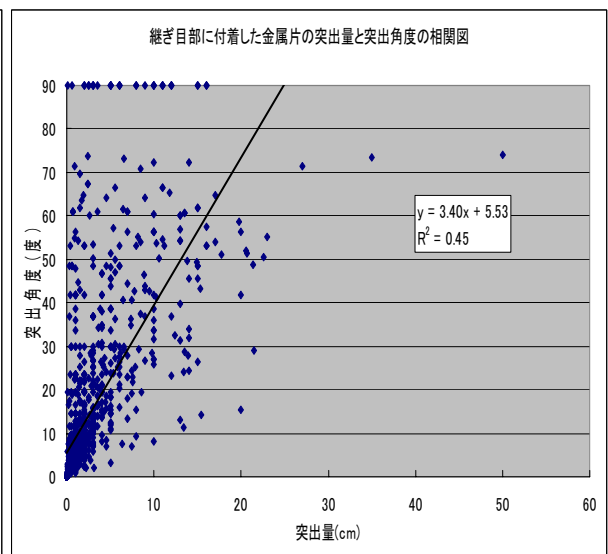
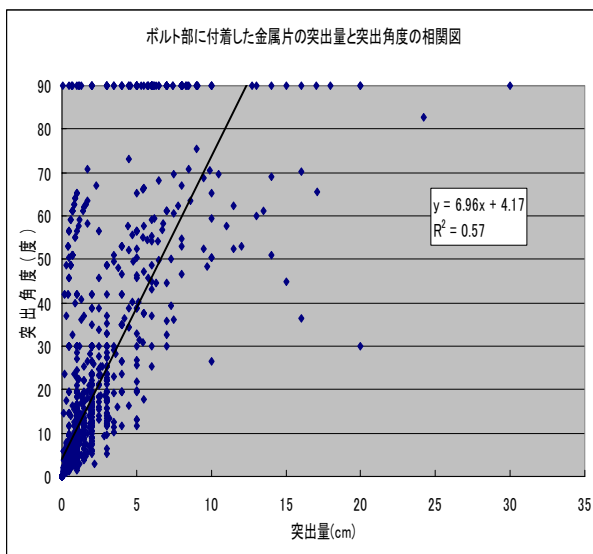
	付着金属片の突出角度(度)											
	0	0<X<10	10≦X<20	20≦X<30	30≦X<40	40≦X<50	50≦X<60	60≦X<70	70≦X<80	80≦X<90	90	全体
全体	1441	1159	473	158	126	89	92	66	15	1	135	3755
	38%	31%	13%	4%	3%	2%	2%	2%	0%	0%	4%	100%
ボルト部	972	631	282	71	73	44	56	38	6	1	102	2276
	43%	28%	12%	3%	3%	2%	2%	2%	0%	0%	4%	100%
継ぎ目部	465	528	188	87	52	45	36	28	9		33	1471
	32%	36%	13%	6%	4%	3%	2%	2%	1%	0%	2%	100%
三角形-全体	1103	1030	405	123	93	67	84	54	13	1	109	3082
	36%	33%	13%	4%	3%	2%	3%	2%	0%	0%	4%	100%
三角形-ボルト部	750	587	245	57	53	30	52	31	6	1	83	1895
	40%	31%	13%	3%	3%	2%	3%	2%	0%	0%	4%	100%
三角形-継ぎ目部	349	443	158	66	39	37	32	23	7		26	1180
	30%	38%	13%	6%	3%	3%	3%	2%	1%	0%	2%	100%

単位:度	全体	ボルト部	継ぎ目部	三角形-全体	三角形-ボルト部	三角形-継ぎ目部
件 数	3755	2276	1471	3082	1895	1180
平 均	12.6	12.7	12.5	12.7	12.7	12.6
標準偏差	21.14	22.14	19.54	21.06	21.97	19.56



【ガードレールに付着した金属片の突出量と角度の相関分析】

付着場所	抽出条件	相関係数	決定係数	p値	n
ボルト部	なし	0.754	0.568	0.000	2276
	三角形	0.786	0.617	0.000	1895
継ぎ目部	なし	0.668	0.447	0.000	1471
	三角形	0.703	0.494	0.000	1180



7. 付着原因に関する分析

【外観から判断して自動車に由来するものとは考えにくい付着金属片】

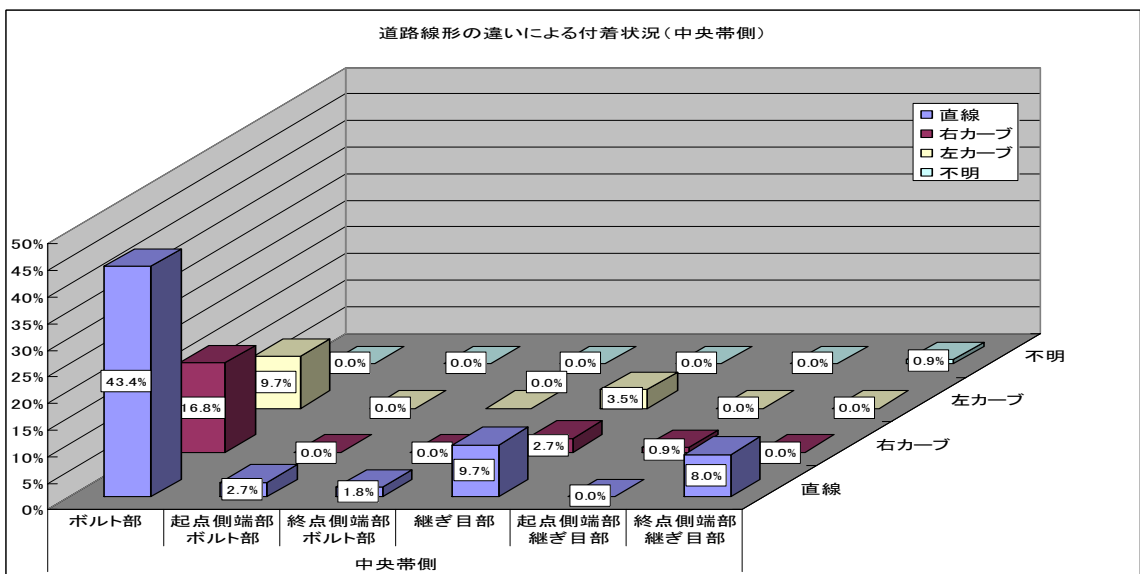
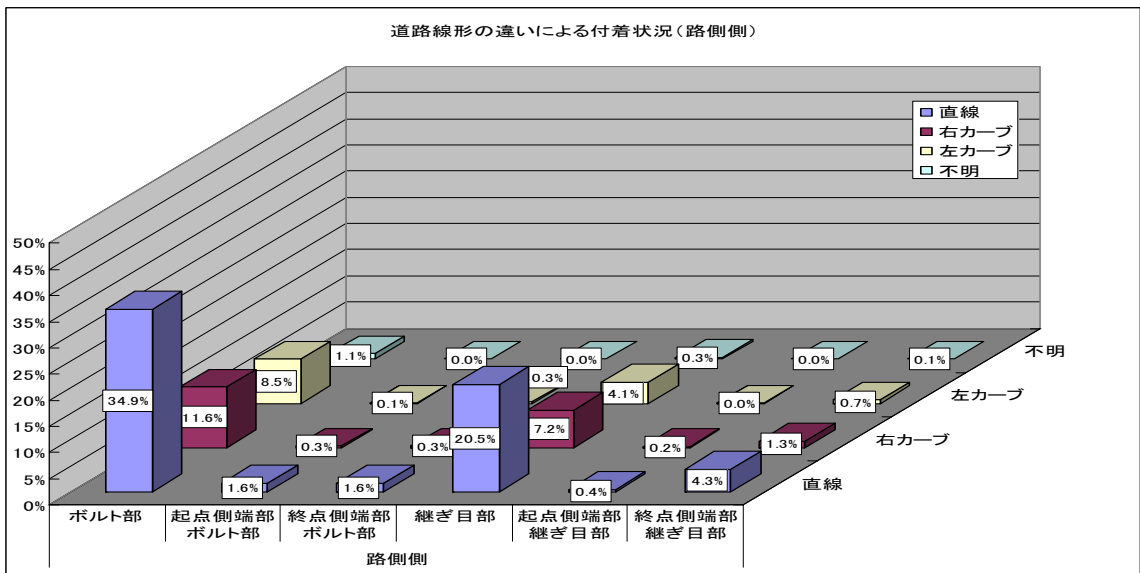
項 目		防護柵種類		金属片合計
		ガードレール	ガードレール以外	
ア	金属片の差し込み側が人工的に加工されているようにみえるもの	79	2	81
イ	破断面が人工的に作られたように滑らかなもの	60 (73)	1	61
ウ	金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しないもの	16 (20)	4	20
エ	中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着しているもの	60 (64)	9	69
オ	その他、現場から特にコメントのあるもの	9 (12)	0	9
合 計		224	16	240

() 内は重複して数えた場合の数

8. 道路構造との関係に関する分析

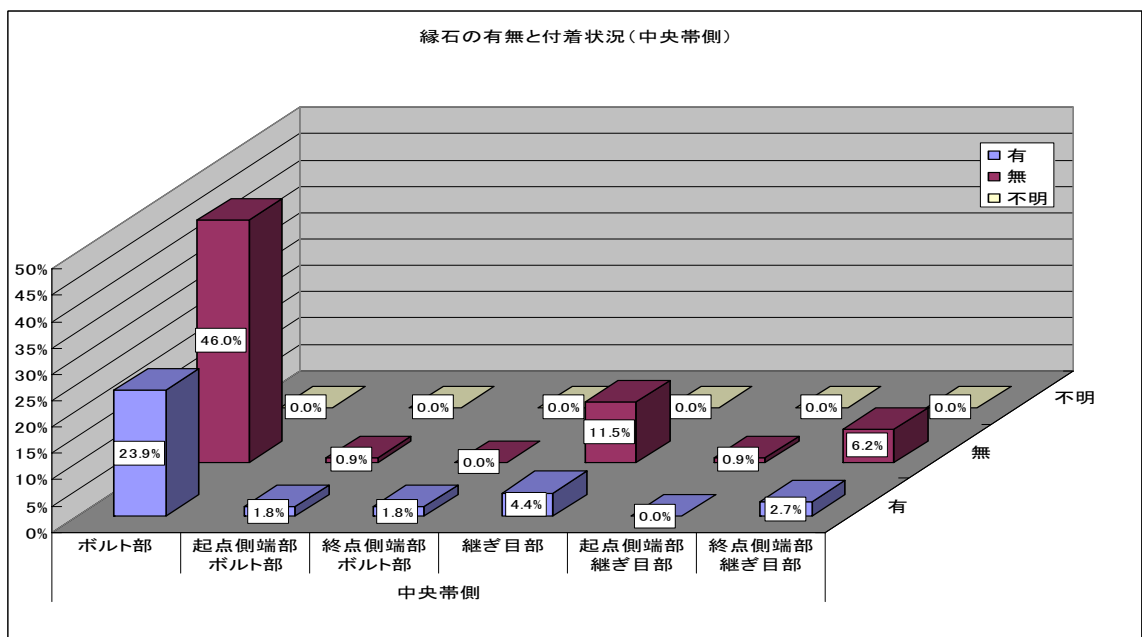
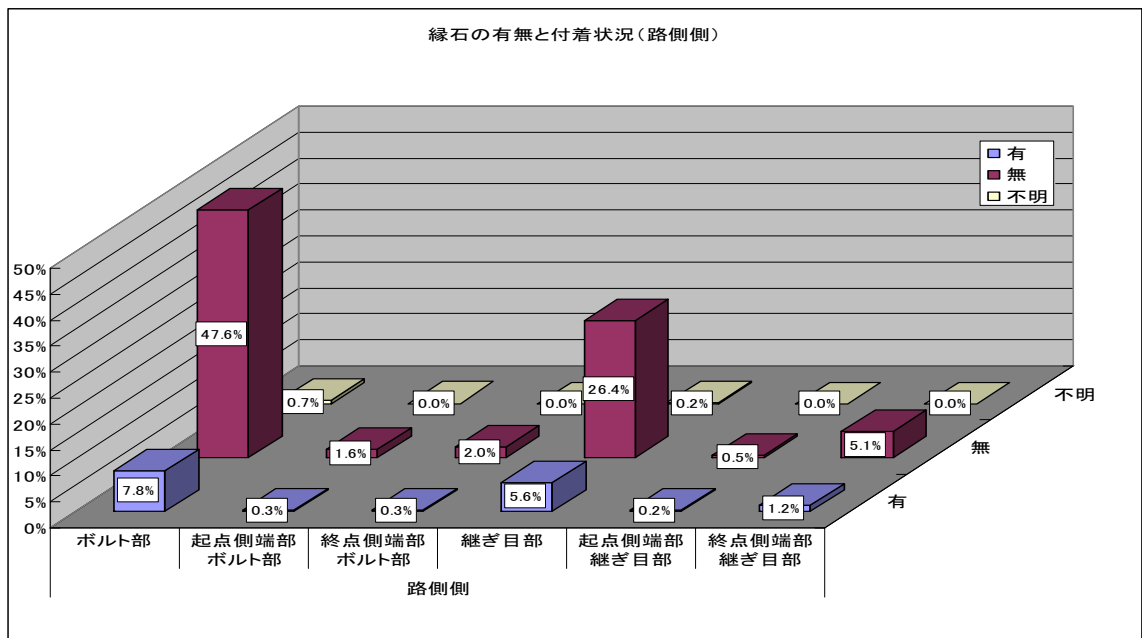
【道路線形の違いによる付着状況】

道路線形	路側側									中央帯側									割合
	ポルト部	起点側端部ポルト部	終点側端部ポルト部	継ぎ目部	起点側端部継ぎ目部	終点側端部継ぎ目部	その他	不明	計	ポルト部	起点側端部ポルト部	終点側端部ポルト部	継ぎ目部	起点側端部継ぎ目部	終点側端部継ぎ目部	その他	不明	計	
直線	1507	71	71	885	19	186		8	2747	49	3	2	11		9			74	63.7%
右カーブ	499	12	15	310	10	54	2	2	904	19			3	1				23	20.9%
左カーブ	368	5	13	177	2	30	2		597	11			4					15	13.8%
不明	48			15		3		1	67						1			1	1.5%
計	2422	88	99	1387	31	273	4	11	4315	79	3	2	18	1	10			113	100.0%
割合	54.7%	2.0%	2.2%	31.3%	0.7%	6.2%	0.1%	0.2%	97.4%	1.8%	0.1%	0.0%	0.4%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	2.6%	
合計	4428																		



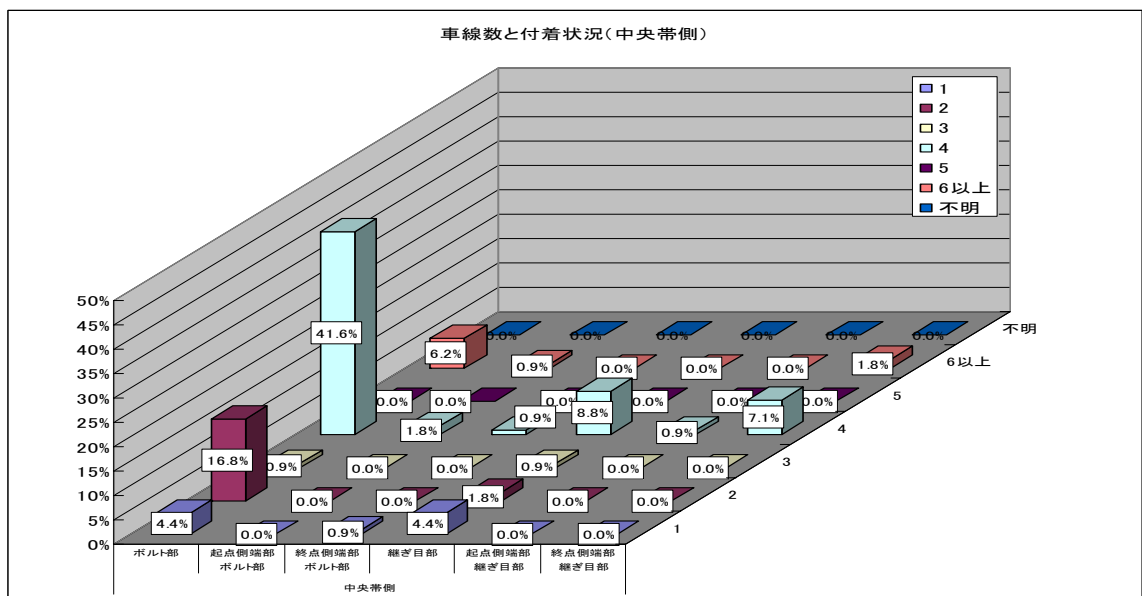
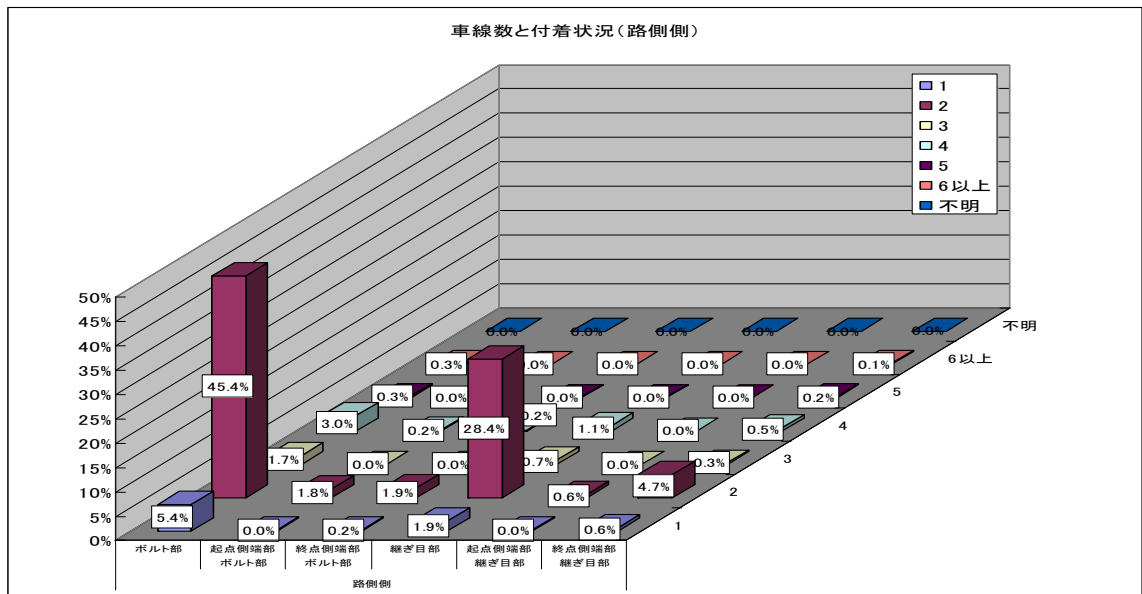
【縁石の有無と付着状況】

縁石等有無	路側側									中央帯側									割合
	ボルト部	起点側端部 ボルト部	終点側端部 ボルト部	継ぎ目部	起点側端部 継ぎ目部	終点側端部 継ぎ目部	その他	不明	計	ボルト部	起点側端部 ボルト部	終点側端部 ボルト部	継ぎ目部	起点側端部 継ぎ目部	終点側端部 継ぎ目部	その他	不明	計	
有	337	15	11	241	8	52	3	2	669	27	2	2	5		3			39	16.0%
無	2056	71	87	1139	22	220	1	9	3605	52	1		13	1	7			74	83.1%
不明	29	2	1	7	1	1			41									0	0.9%
計	2422	88	99	1387	31	273	4	11	4315	79	3	2	18	1	10	0	0	113	100.0%
割合	54.7%	2.0%	2.2%	31.3%	0.7%	6.2%	0.1%	0.2%	97.4%	1.8%	0.1%	0.0%	0.4%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	2.6%	
合計	4428																		



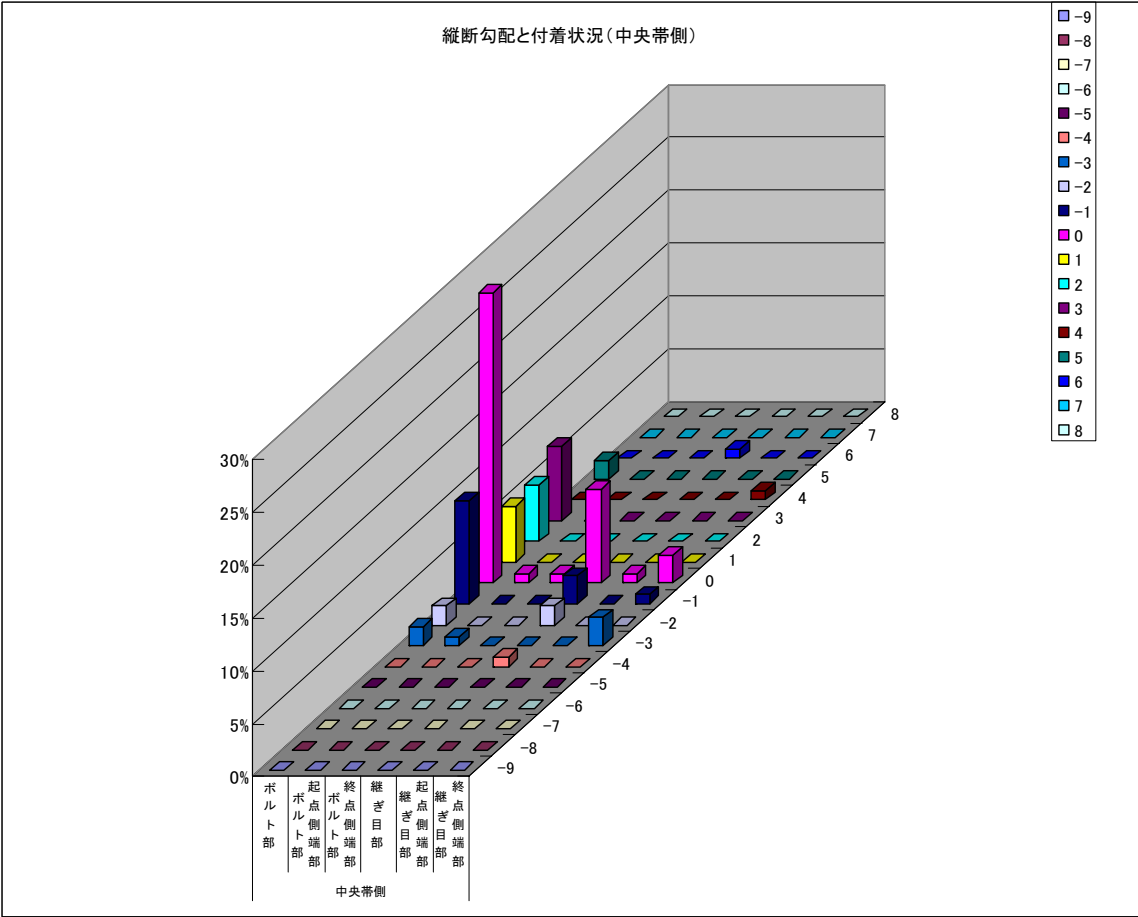
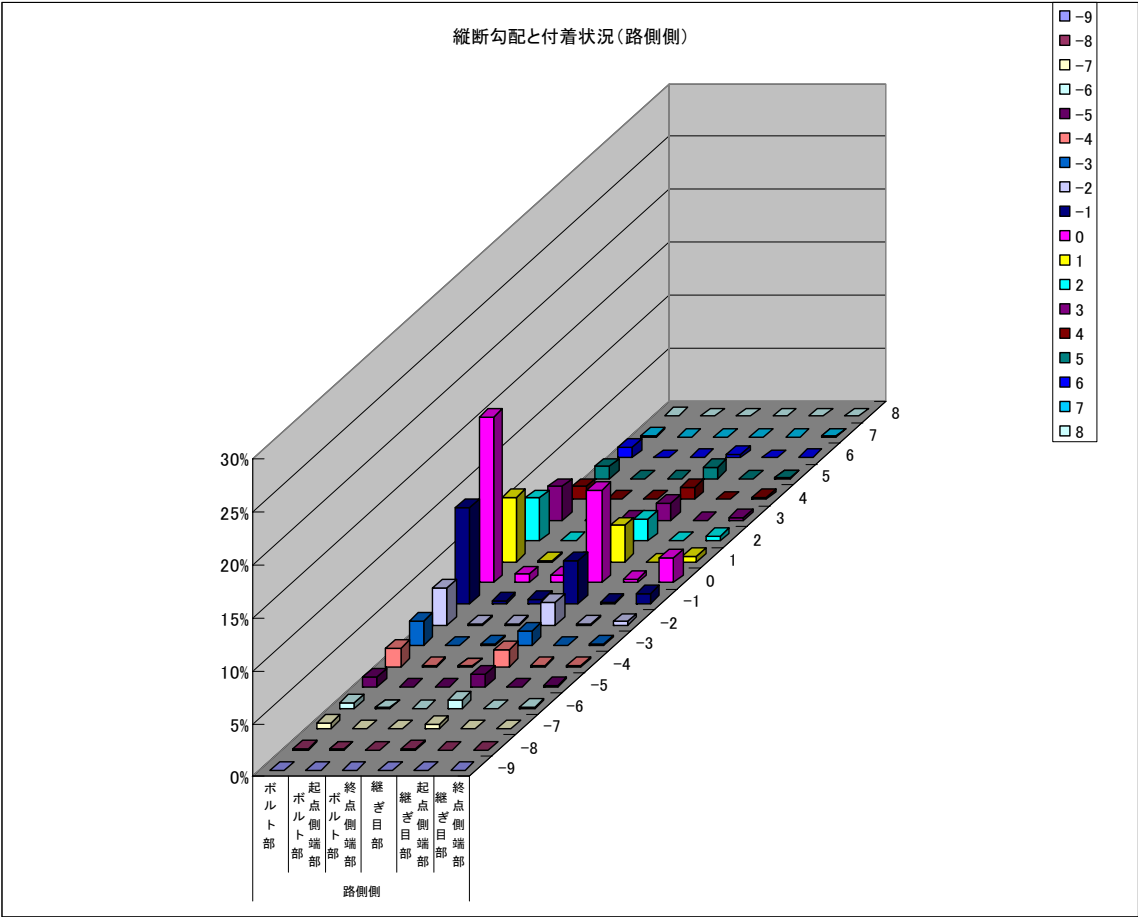
【車線数と付着状況】

車線数	路側側									中央帯側									割合
	ボルト部	起点側端部ボルト部	終点側端部ボルト部	継ぎ目部	起点側端部継ぎ目部	終点側端部継ぎ目部	その他	不明	計	ボルト部	起点側端部ボルト部	終点側端部ボルト部	継ぎ目部	起点側端部継ぎ目部	終点側端部継ぎ目部	その他	不明	計	
1	232	1	7	80	2	25		1	348	5		1	5					11	8.1%
2	1959	78	81	1224	28	204	4	7	3585	19			2					21	81.4%
3	74		1	32		11			118	1			1					2	2.7%
4	131	8	7	47		23		3	219	47	2	1	10	1	8			69	6.5%
5	12	1	2	2		7			24									0	0.5%
6	12		1	1	1	2			17	7	1				1			9	0.6%
7						1			1									0	0.0%
8									0						1			1	0.0%
不明	2			1					3									0	0.1%
計	2422	88	99	1387	31	273	4	11	4315	79	3	2	18	1	10	0	0	113	100.0%
割合	54.7%	2.0%	2.2%	31.3%	0.7%	6.2%	0.1%	0.2%	97.4%	1.8%	0.1%	0.0%	0.4%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	2.6%	
合計	4428																		



【縦断勾配と付着状況】

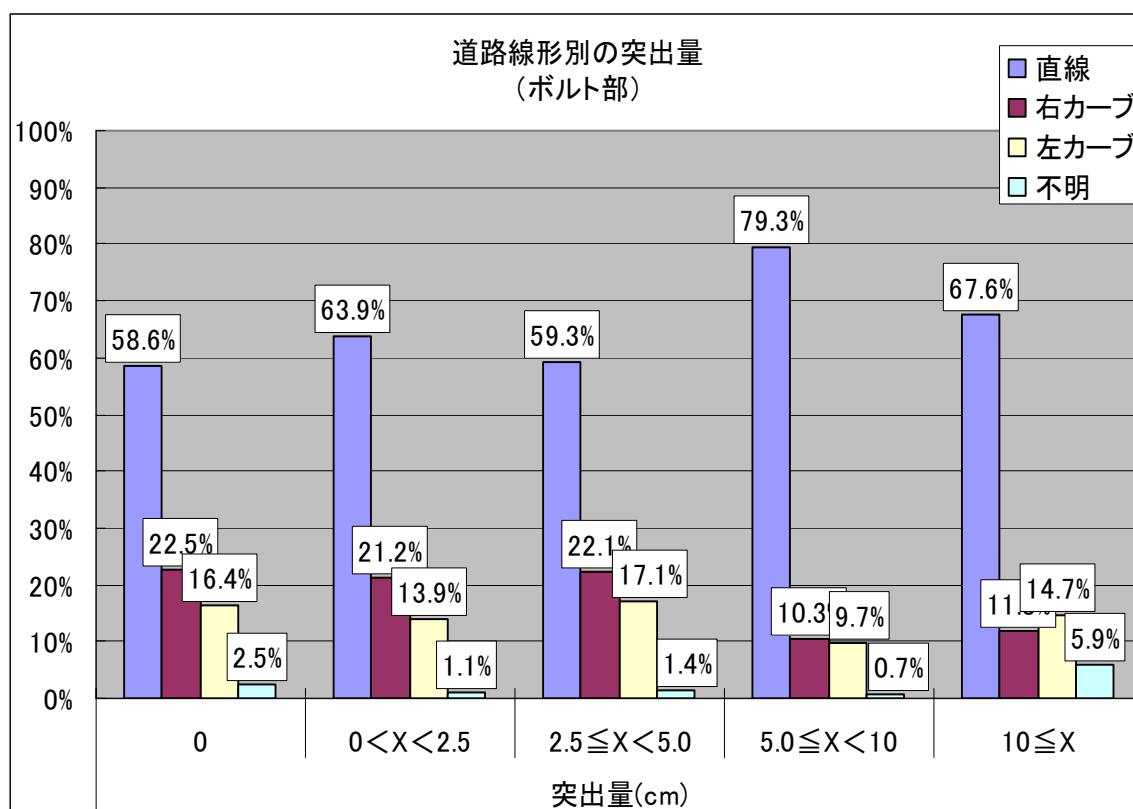
縦断勾配（％）	路側側									中央帯側									割合
	ボルト部	起点側端部ボルト部	終点側端部ボルト部	継ぎ目部	起点側端部継ぎ目部	終点側端部継ぎ目部	その他	不明	計	ボルト部	起点側端部ボルト部	終点側端部ボルト部	継ぎ目部	起点側端部継ぎ目部	終点側端部継ぎ目部	その他	不明	計	
-9	1								1										0.0%
-8	3	1		2					6										0.1%
-7	24	1		17		2			44										1.0%
-6	21	1		33		3			58										1.3%
-5	40	1		55	2	5		1	104										2.3%
-4	75	2	1	66	2	6			152				1					1	3.5%
-3	100	3	7	58		7	1		176	2	1				3			6	4.1%
-2	150	6	2	92	3	12			265	2			2					4	6.1%
-1	392	14	19	177	5	40			647	11			3		1			15	15.0%
0	674	36	32	379	13	104	1	6	1245	31	1	1	10	1	3			47	29.2%
1	262	8	9	149	2	22		2	454	6								6	10.4%
2	175	4	10	90	1	20	2		302	6								6	7.0%
3	138	1	5	68		12			224	8								8	5.2%
4	53	2	3	48		11			117						1			1	2.7%
5	50	1	2	48	1	3			105	2								2	2.4%
6	46		1	14		1			62				1					1	1.4%
7	8			2		3			13										0.3%
8	2								2										0.0%
不明	208	7	8	89	2	22		2	338	11	1	1	1		2			16	8.0%
計	2422	88	99	1387	31	273	4	11	4315	79	3	2	18	1	10	0	0	113	100%
割合	54.7%	2.0%	2.2%	31.3%	0.7%	6.2%	0.1%	0.2%	97.4%	1.8%	0.1%	0.0%	0.4%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	2.6%	
合計	4428																		



突出量と道路構造の関係について分析を行った。

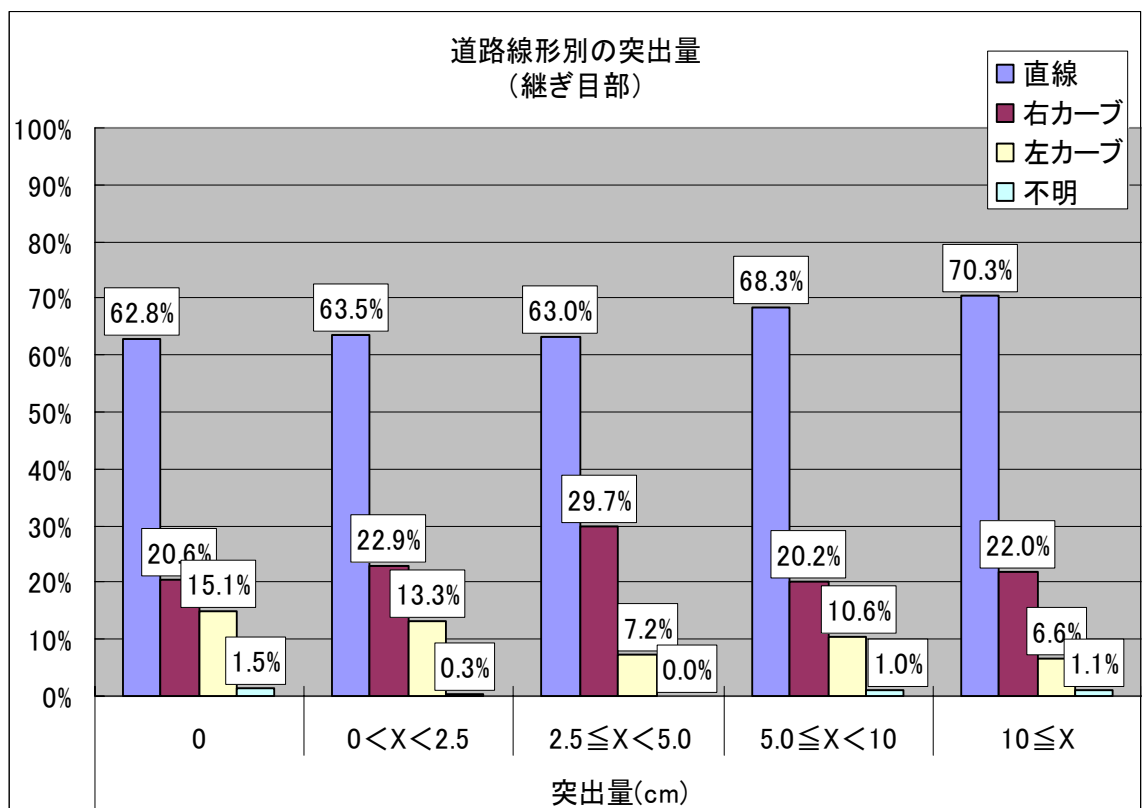
【道路線形別の突出量】：ボルト部

ボルト部	突出量(cm)						
道路線形	0	0<X<2.5	2.5≤X<5.0	5.0≤X<10	10≤X	不明	全体
全体	972	1002	140	145	34	404	2697
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
直線	570	640	83	115	23	275	1706
	58.6%	63.9%	59.3%	79.3%	67.6%	68.1%	63.3%
右カーブ	219	212	31	15	4	64	545
	22.5%	21.2%	22.1%	10.3%	11.8%	15.8%	20.2%
左カーブ	159	139	24	14	5	56	397
	16.4%	13.9%	17.1%	9.7%	14.7%	13.9%	14.7%
不明	24	11	2	1	2	9	49
	2.5%	1.1%	1.4%	0.7%	5.9%	2.2%	1.8%



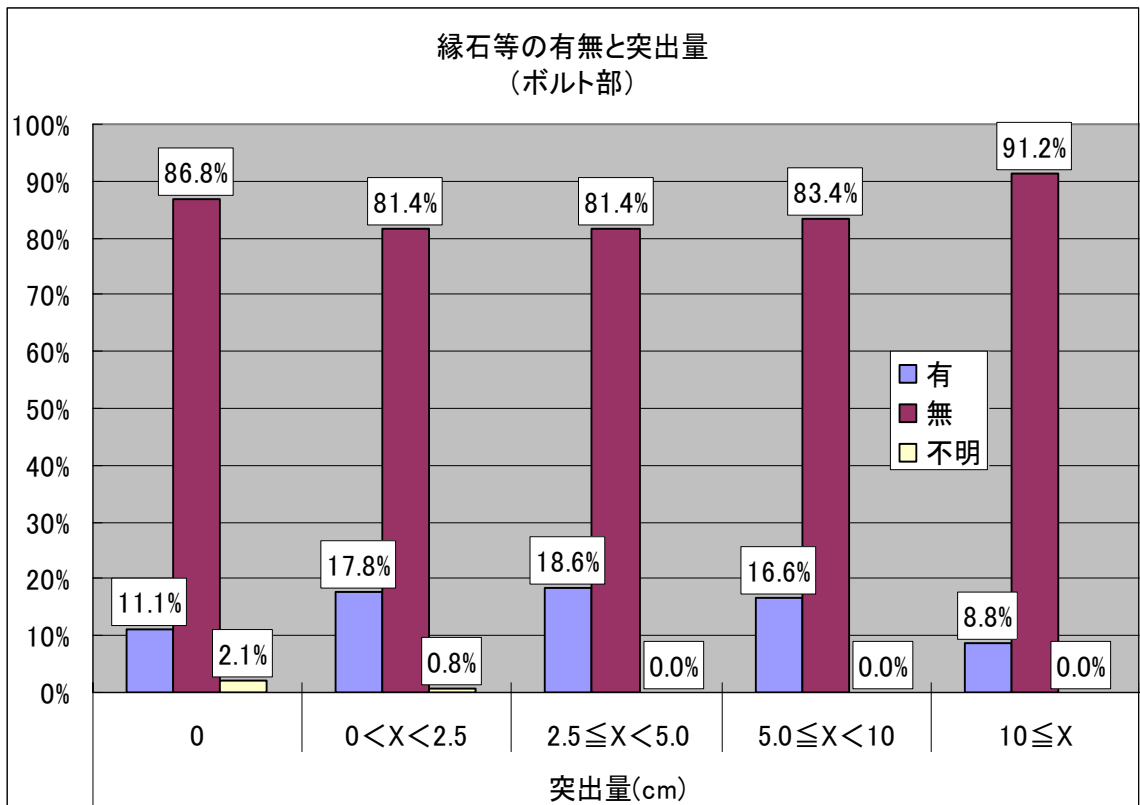
【道路線形別の突出量】：継ぎ目部

継ぎ目部	突出量(cm)						
道路線形	0	$0 < X < 2.5$	$2.5 \leq X < 5.0$	$5.0 \leq X < 10$	$10 \leq X$	不明	全体
全体	465	685	138	104	91	237	1720
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
直線	292	435	87	71	64	161	1110
	62.8%	63.5%	63.0%	68.3%	70.3%	67.9%	64.5%
右カーブ	96	157	41	21	20	43	378
	20.6%	22.9%	29.7%	20.2%	22.0%	18.1%	22.0%
左カーブ	70	91	10	11	6	25	213
	15.1%	13.3%	7.2%	10.6%	6.6%	10.5%	12.4%
不明	7	2		1	1	8	19
	1.5%	0.3%	0.0%	1.0%	1.1%	3.4%	1.1%



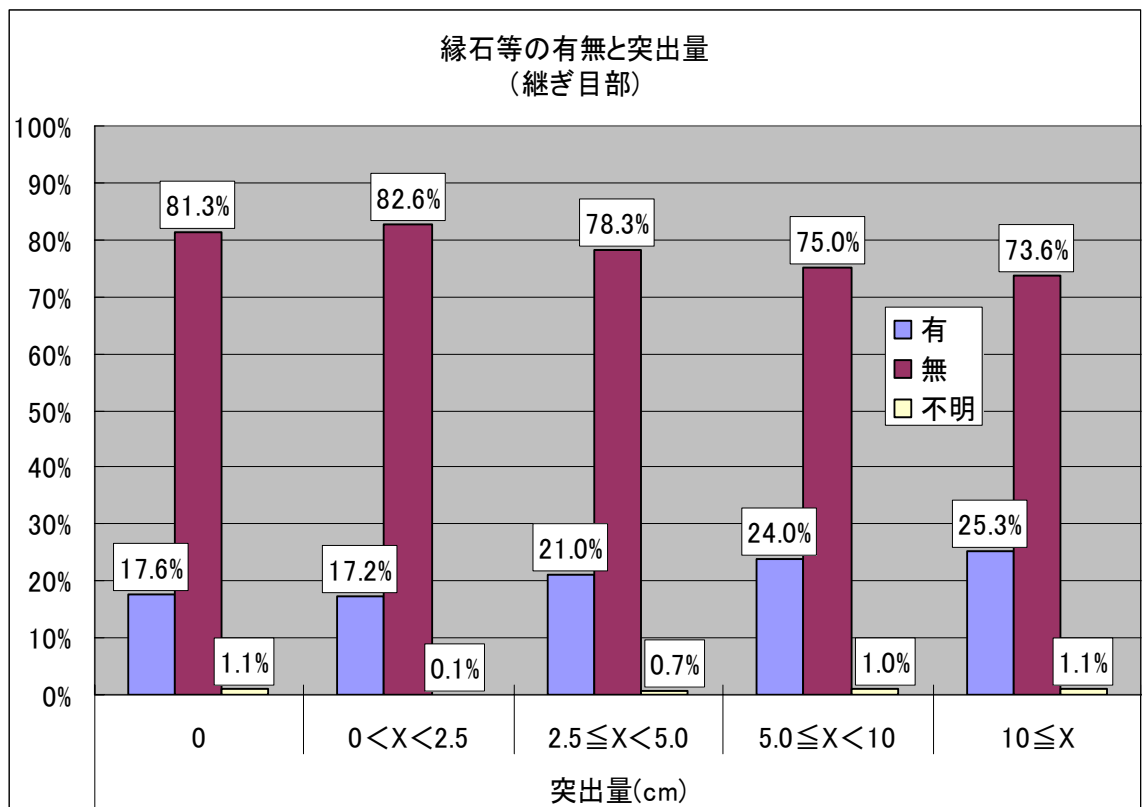
【縁石等の有無と突出量】：ボルト部

ボルト部	突出量(cm)						
縁石等の有無	0	$0 < X < 2.5$	$2.5 \leq X < 5.0$	$5.0 \leq X < 10$	$10 \leq X$	不明	全体
全体	972	1002	140	145	34	404	2697
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
有	108	178	26	24	3	55	394
	11.1%	17.8%	18.6%	16.6%	8.8%	13.6%	14.6%
無	844	816	114	121	31	344	2270
	86.8%	81.4%	81.4%	83.4%	91.2%	85.1%	84.2%
不明	20	8				5	33
	2.1%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	1.2%



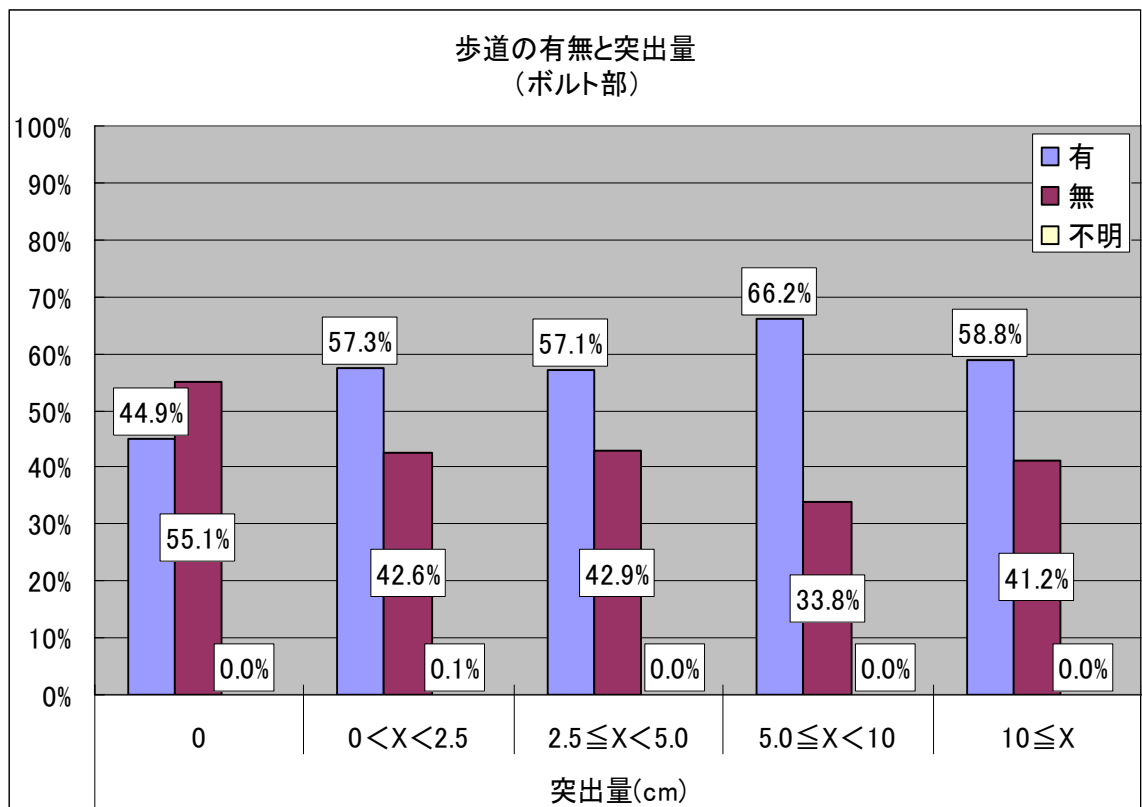
【縁石等の有無と突出量】：継ぎ目部

継ぎ目部	突出量(cm)						
縁石等の有無	0	$0 < X < 2.5$	$2.5 \leq X < 5.0$	$5.0 \leq X < 10$	$10 \leq X$	不明	全体
全体	465	685	138	104	91	237	1720
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
有	82	118	29	25	23	32	309
	17.6%	17.2%	21.0%	24.0%	25.3%	13.5%	18.0%
無	378	566	108	78	67	205	1402
	81.3%	82.6%	78.3%	75.0%	73.6%	86.5%	81.5%
不明	5	1	1	1	1		9
	1.1%	0.1%	0.7%	1.0%	1.1%	0.0%	0.5%



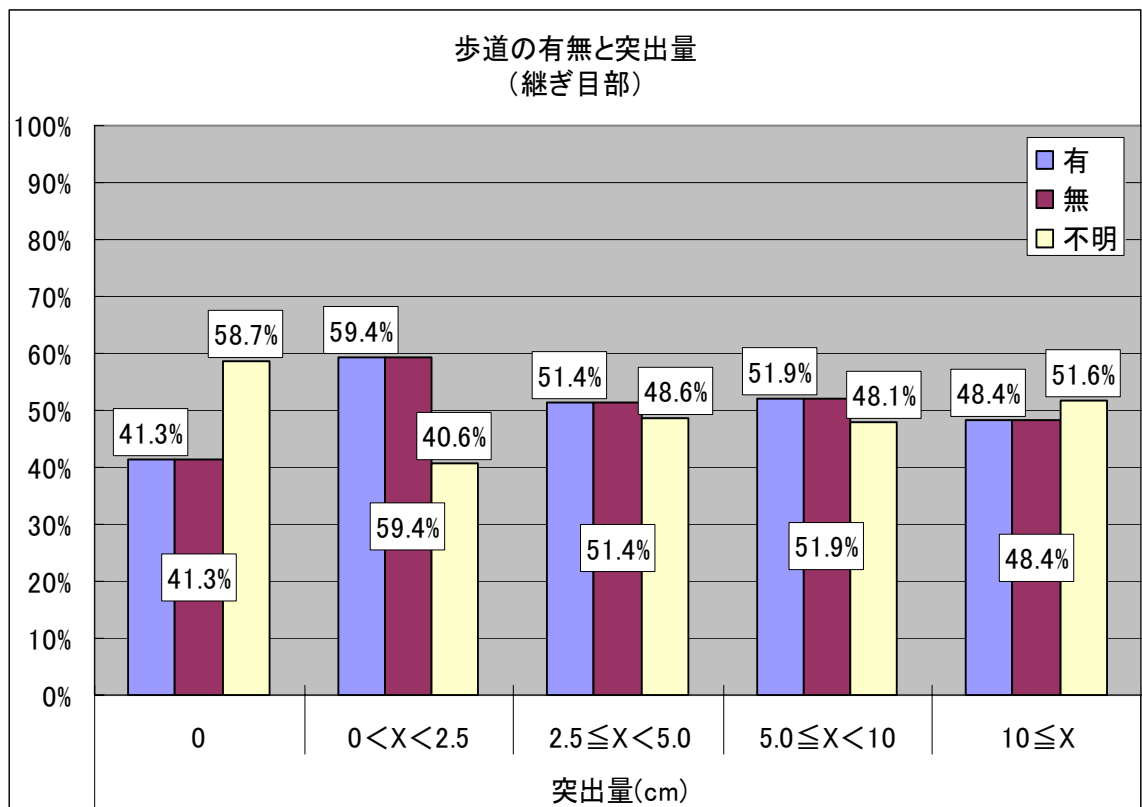
【歩道の有無と突出量】：ボルト部

ボルト部	突出量(cm)						
歩道の有無	0	$0 < X < 2.5$	$2.5 \leq X < 5.0$	$5.0 \leq X < 10$	$10 \leq X$	不明	全体
全体	972	1002	140	145	34	404	2697
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
有	436	574	80	96	20	236	1442
	44.9%	57.3%	57.1%	66.2%	58.8%	58.4%	53.5%
無	536	427	60	49	14	167	1253
	55.1%	42.6%	42.9%	33.8%	41.2%	41.3%	46.5%
不明		1				1	2
	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.1%



【歩道の有無と突出量】：継ぎ目部

継ぎ目部	突出量(cm)						
歩道の有無	0	$0 < X < 2.5$	$2.5 \leq X < 5.0$	$5.0 \leq X < 10$	$10 \leq X$	不明	全体
全体	465	685	138	104	91	237	1720
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
有	192	407	71	54	44	117	885
	41.3%	59.4%	51.4%	51.9%	48.4%	49.4%	51.5%
無	273	278	67	50	47	120	835
	58.7%	40.6%	48.6%	48.1%	51.6%	50.6%	48.5%
不明							

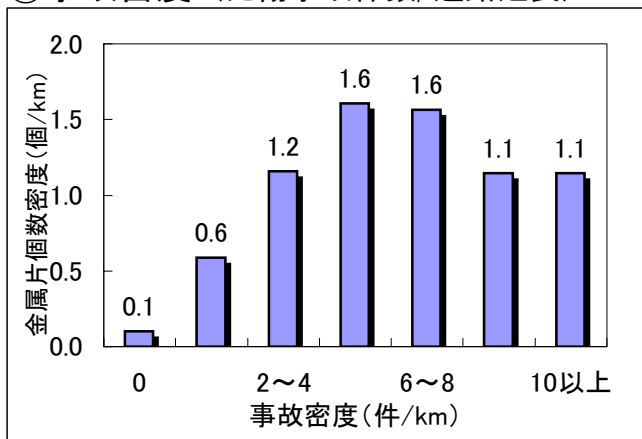


9. 金属片付着箇所の状況に関する分析

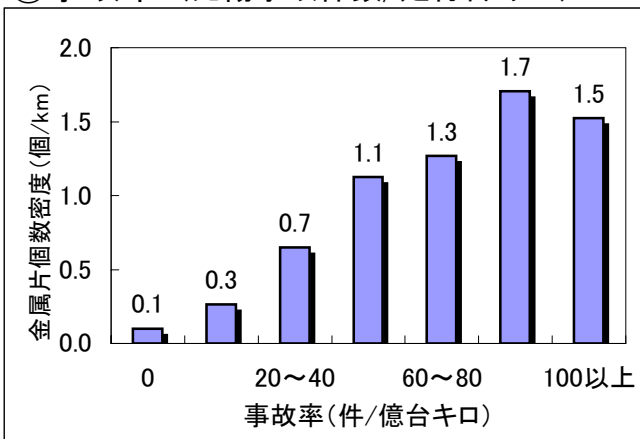
1) 事故発生状況との関係

- ①事故密度（死傷事故件数/道路延長）：事故密度が高い区間に金属片が多く付着
 ②事故率（死傷事故件数/走行台キロ）：事故率が高い区間に金属片が多く付着
 ③致死率（死者数/死傷者数）：致死率が低い区間に金属片が多く付着
 ④重傷者率（重傷者数/死傷者数）：特徴なし

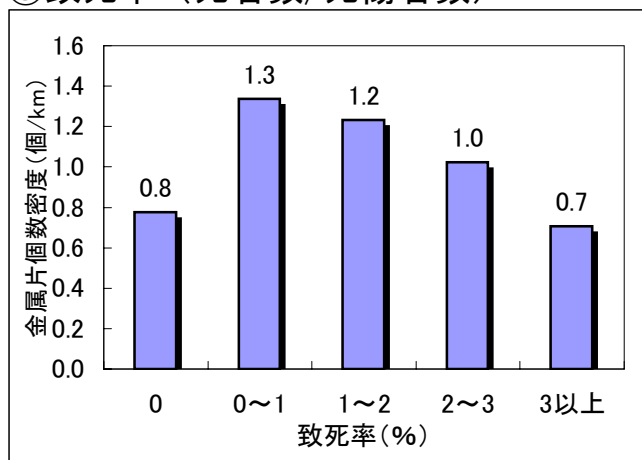
①事故密度（死傷事故件数/道路延長）



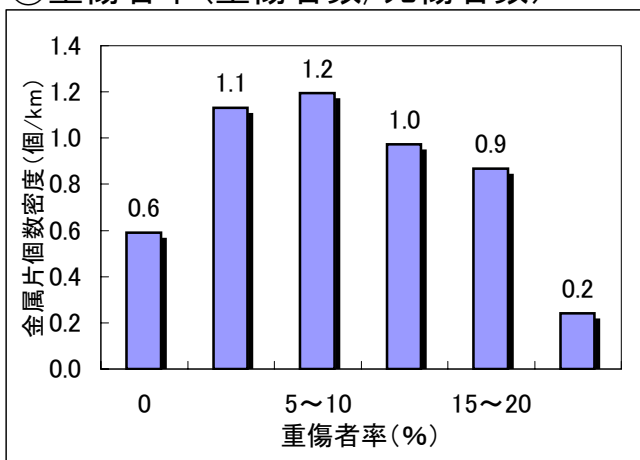
②事故率（死傷事故件数/走行台キロ）



③致死率（死者数/死傷者数）



④重傷者率（重傷者数/死傷者数）



凡例

金属片個数密度(個/km)

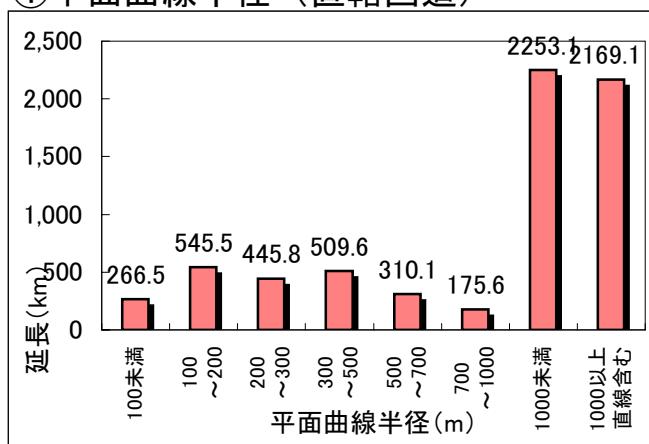
注1) 金属片個数密度：金属片付着個数/母延長（直轄国道の防護柵設置区間の延長）
 金属片付着個数は金属片付着箇所調査データによる

注2) 事故発生状況は、平成13～15年交通事故統合データベースによる

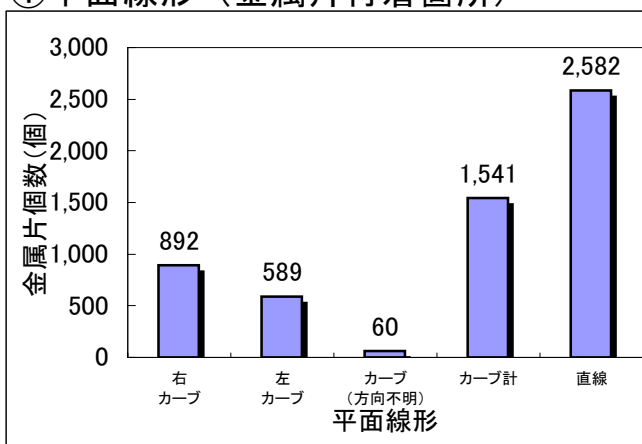
2) 道路状況との関係

- ①平面曲線半径：金属片付着箇所はカーブ区間より直線区間の方が多い。
左カーブより右カーブ区間に多く付着
②縦断勾配：縦断勾配が小さい（平坦に近い）区間に金属片が多く付着
③路肩幅員：路肩幅員が0.5～0.75mの区間に金属片が多く付着

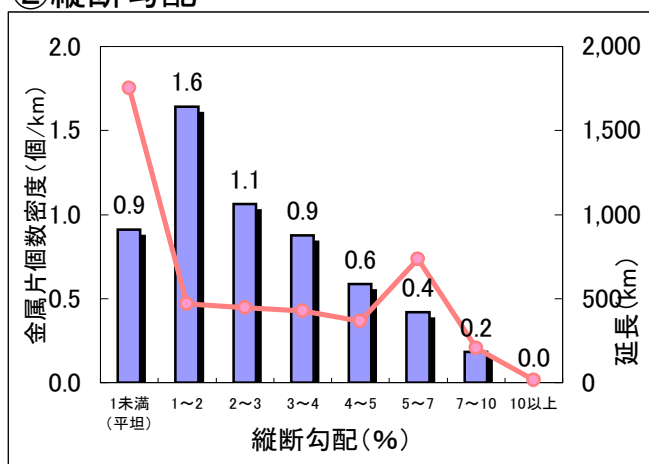
①平面曲線半径（直轄国道）



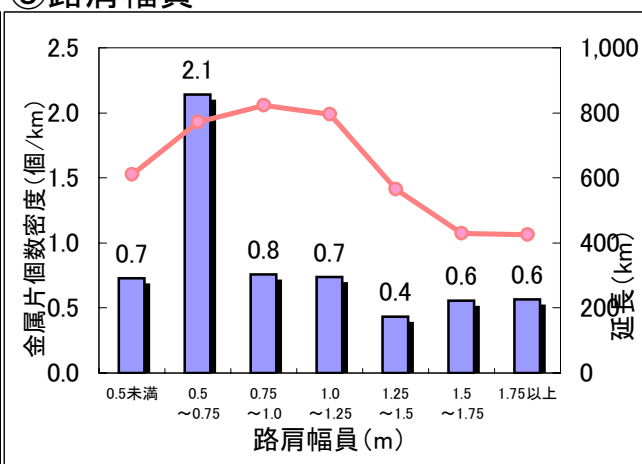
①平面線形（金属片付着箇所）



②縦断勾配



③路肩幅員



②と③の凡例

- 直轄国道において防護柵が設置されている区間を含む区間延長(km)
■ 金属片個数密度(個/km)

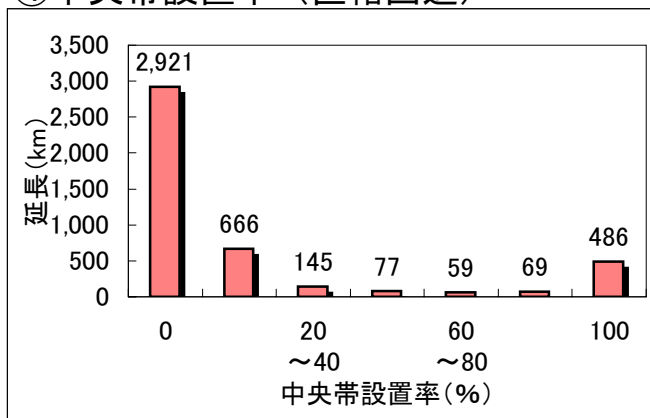
注1) 直轄国道の防護柵設置区間の延長：ここでは、道路管理データベース（MICHI）において平面・縦断線形が判明した区間のうち「車両の路外逸脱防止」目的の防護柵が設置されている区間の延長

注2) 金属片個数密度：金属片付着個数/母延長（直轄国道の防護柵設置区間の延長）
金属片付着個数は金属片付着箇所調査データによる

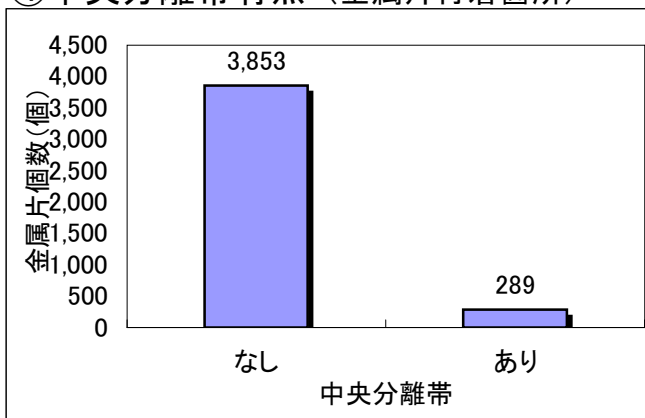
注3) 直轄国道の道路状況は、平成11年度道路交通センサス、道路管理データベース（MICHI）、金属片付着箇所の道路状況は金属片付着箇所調査データによる

④中央分離帯有無：中央帯が設置されていない区間に大半の金属片が付着

④中央帯設置率（直轄国道）



④中央分離帯有無（金属片付着箇所）



凡例

金属片個数密度(個/km)

注1) 金属片個数密度：金属片付着個数/母延長（直轄国道の防護柵設置区間の延長）

金属片付着個数は金属片付着箇所調査データによる

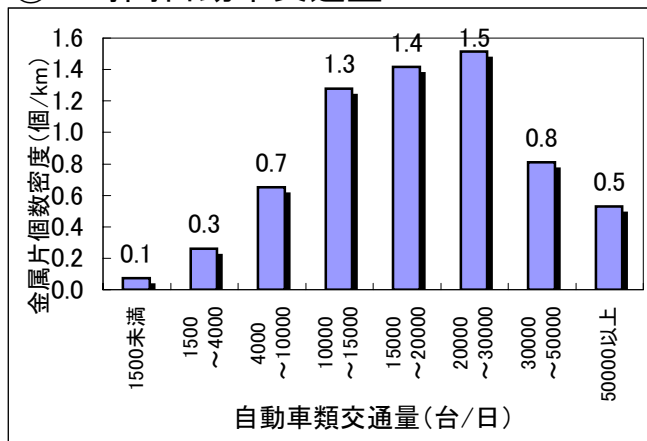
注2) 直轄国道の道路状況は、平成11年度道路交通センサス、道路管理データベース

（MICHI）、金属片付着箇所の道路状況は金属片付着箇所調査データによる

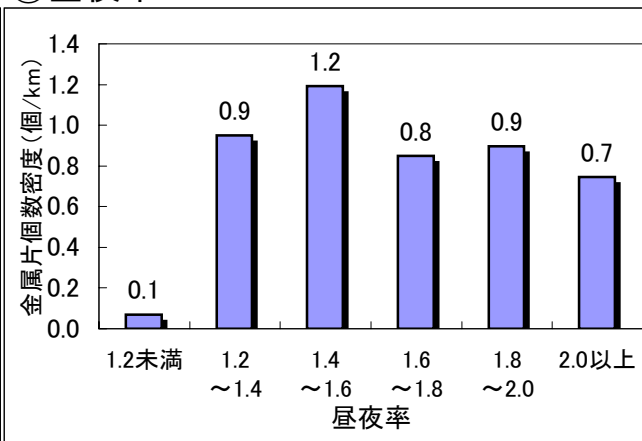
3) 交通状況との関係

- ①交通量：交通量が多い区間に金属片が多く付着
- ②昼夜率（24時間交通量/昼間交通量）：昼夜率が高い（夜間交通量の割合が高い）区間に金属片が多く付着
- ③大型車混入率（大型車交通量/全車交通量）：大型車混入率が低い区間に金属片が多く付着
- ④混雑度（交通量/交通容量）：混雑度が高い区間に金属片が多く付着

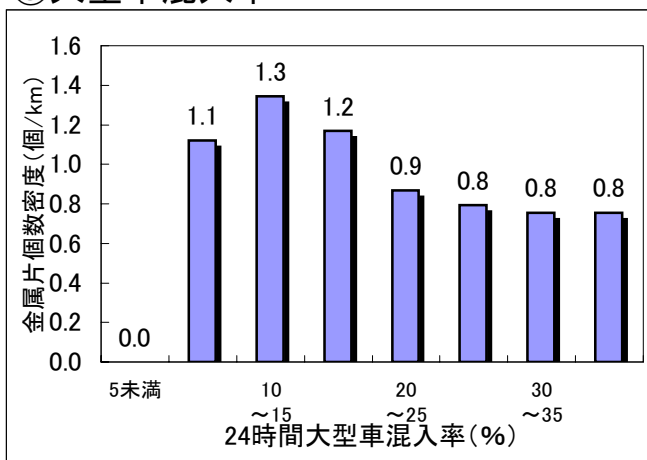
①24時間自動車交通量



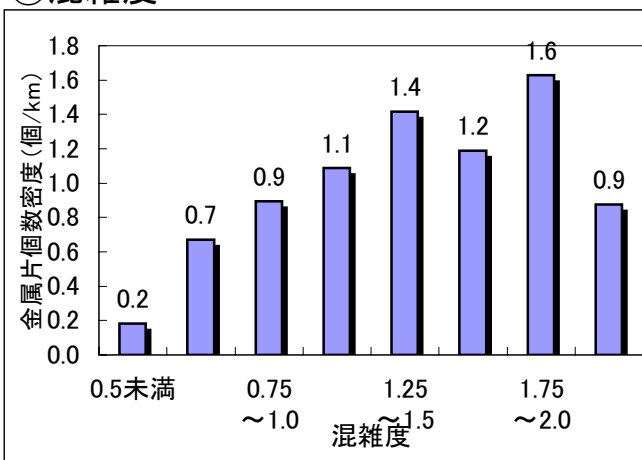
②昼夜率



③大型車混入率



④混雑度



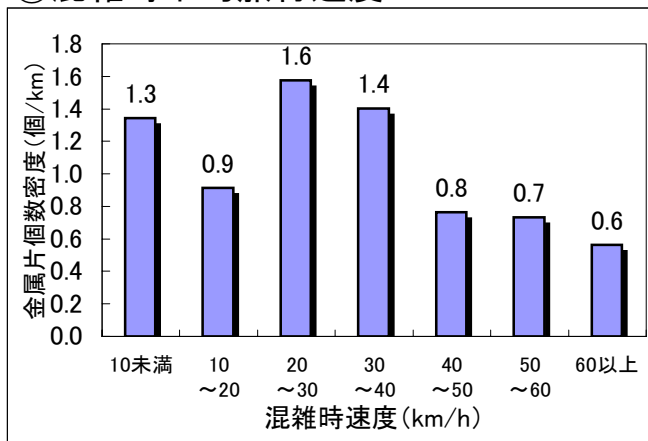
凡例

金属片個数密度(個/km)

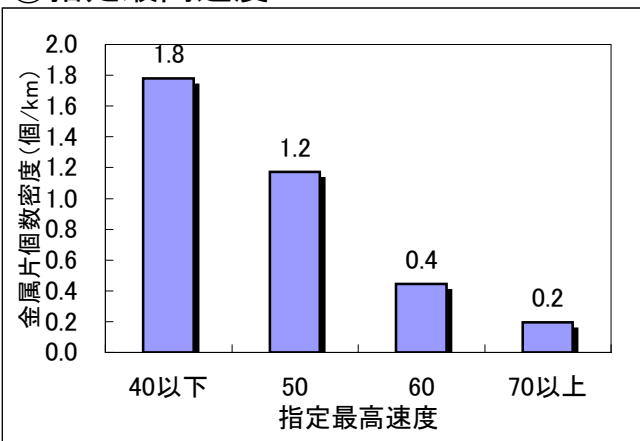
注1) 金属片個数密度：金属片付着個数/母延長（直轄国道の防護柵設置区間の延長）
金属片付着個数は金属片付着箇所調査データによる
注2) 交通状況は、平成11年度道路交通センサスによる

- ⑤混雑時旅行速度（ラッシュ時間帯の旅行速度）：混雑時旅行速度が低い区間に金属片が多く付着
 ⑥指定最高速度：指定最高速度が低い区間に金属片が多く付着

⑤混雑時平均旅行速度



⑥指定最高速度



凡例

金属片個数密度 (個/km)

- 注1) 金属片個数密度：金属片付着個数/母延長（直轄国道の防護柵設置区間の延長）
 金属片付着個数は金属片付着箇所調査データによる
 注2) 交通状況は、平成11年度道路交通センサスによる

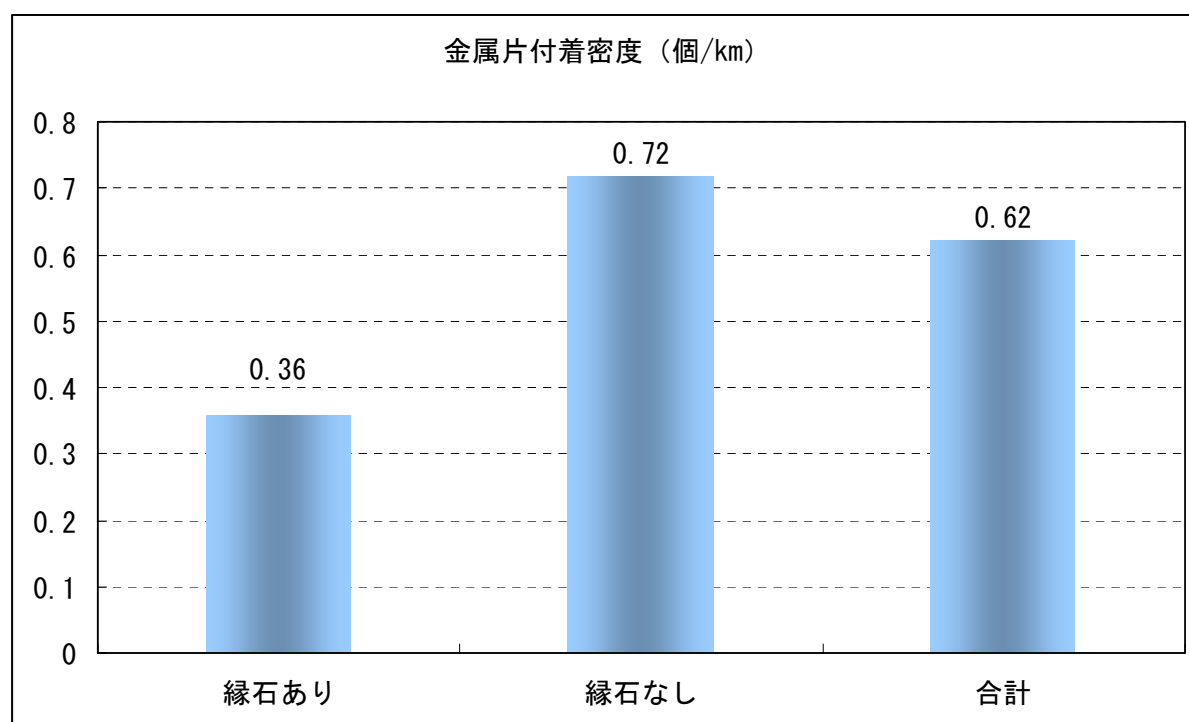
10. 道路構造と付着密度

1) 縁石の有無による金属片付着状況の違い

①ガードレール

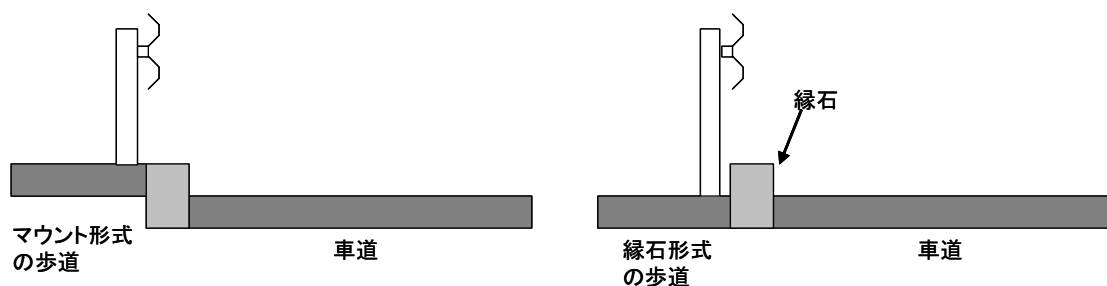
縁石有無別の、防護柵への金属片付着密度（防護柵延長 1km あたりの金属片付着個数）を下記に示す。なお、ここでは、金属片が付着していた防護柵の大半を占める路側のガードレールを対象に分析した。

「縁石なし」の区間では、「縁石あり」の区間と比較して金属片付着密度が約 2 倍となっていることがわかる。これは、「縁石あり」の区間では、縁石が車両の防護柵への接触を防いでいるためと推測される。



※使用したデータは下記の通り

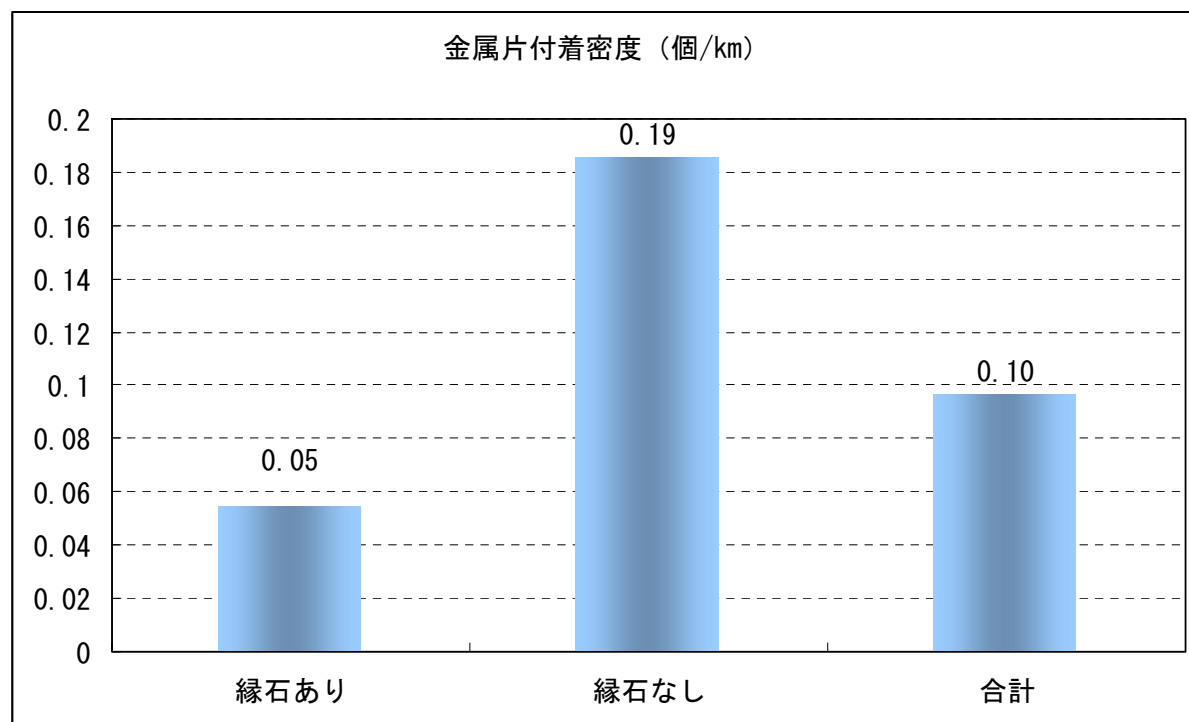
- ・ 金属片付着個数：金属片付着状況調査結果
- ・ 防護柵延長：道路管理データベース（MICHI）。なお、「マウント」、「縁石」形式の歩道が設置されている区間を「縁石あり」、その他の区間を「縁石なし」とした



②ガードパイプ

ガードパイプを対象とした、縁石有無別の、防護柵への金属片付着密度（防護柵延長 1km あたりの金属片付着個数）を下記に示す。

「縁石なし」の区間では、「縁石あり」の区間と比較して金属片付着密度が約 4 倍となっていることがわかる。



※使用したデータは下記の通り

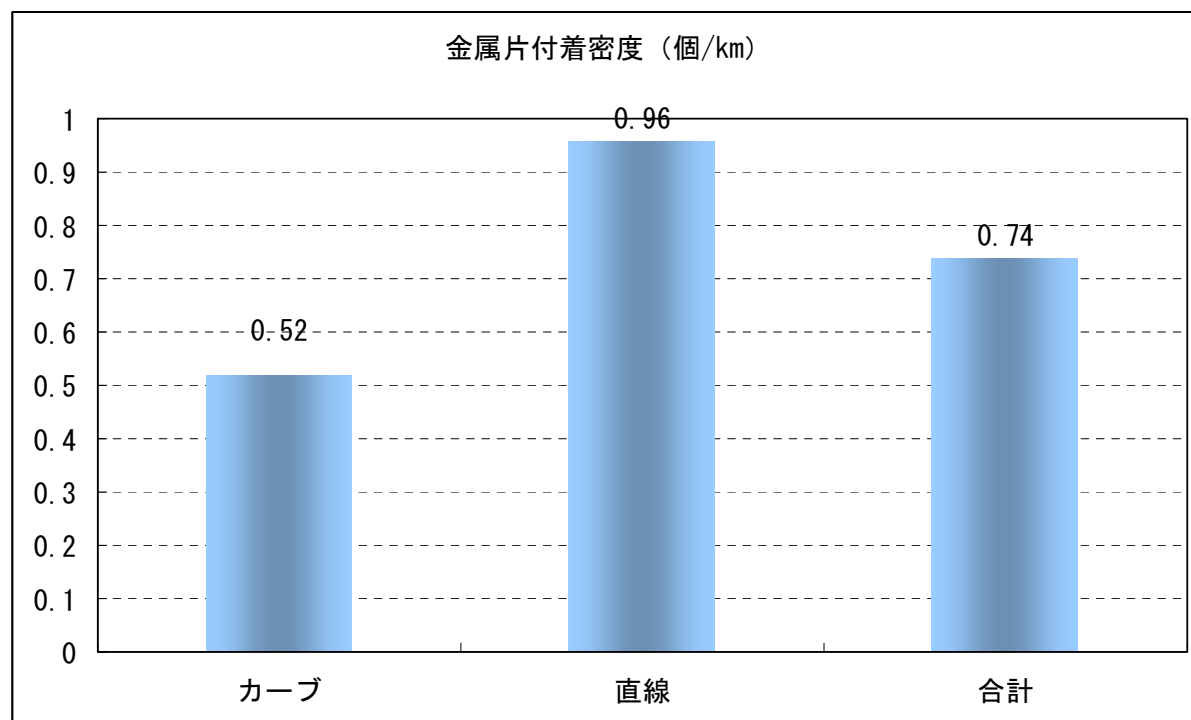
- ・ 金属片付着個数：金属片付着状況調査結果
- ・ 防護柵延長：道路管理データベース（MICHI）。なお、「マウント」、「縁石」形式の歩道が設置されている区間を「縁石あり」、その他の区間を「縁石なし」とした

2) 線形による金属片付着状況の違い

①平面線形（直線・カーブ）

直線・カーブ別の、防護柵への金属片付着密度（防護柵延長 1km あたりの金属片付着個数）を下記に示す。なお、ここでは路側のガードレールを対象に分析した。

「直線」区間では、「カーブ」区間と比較して金属片付着密度が約 1.8 倍となっていることがわかる。



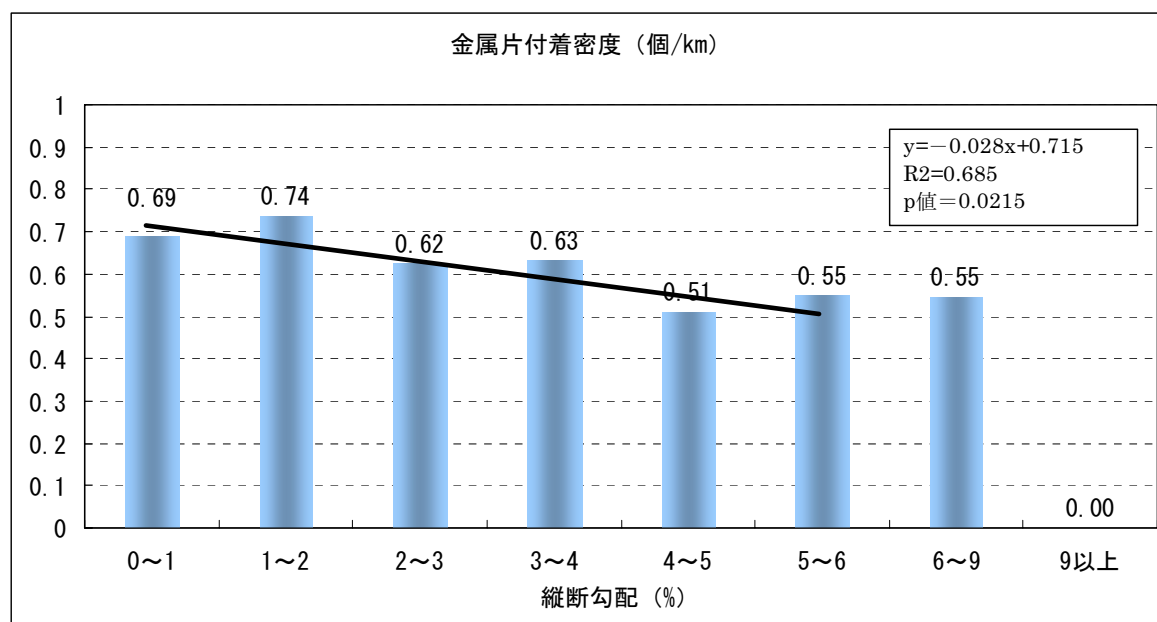
※使用したデータは下記の通り

- ・ 金属片付着個数：金属片付着状況調査結果
- ・ 防護柵延長：道路管理データベース（MICHl）

②縦断線形（勾配）

勾配ランク別の、防護柵への金属片付着密度（防護柵延長 1km あたりの金属片付着個数）を下記に示す。なお、ここでは路側のガードレールを対象に分析した。

縦断勾配が大きくなるほど、金属片付着密度が若干低下する傾向が見受けられる。

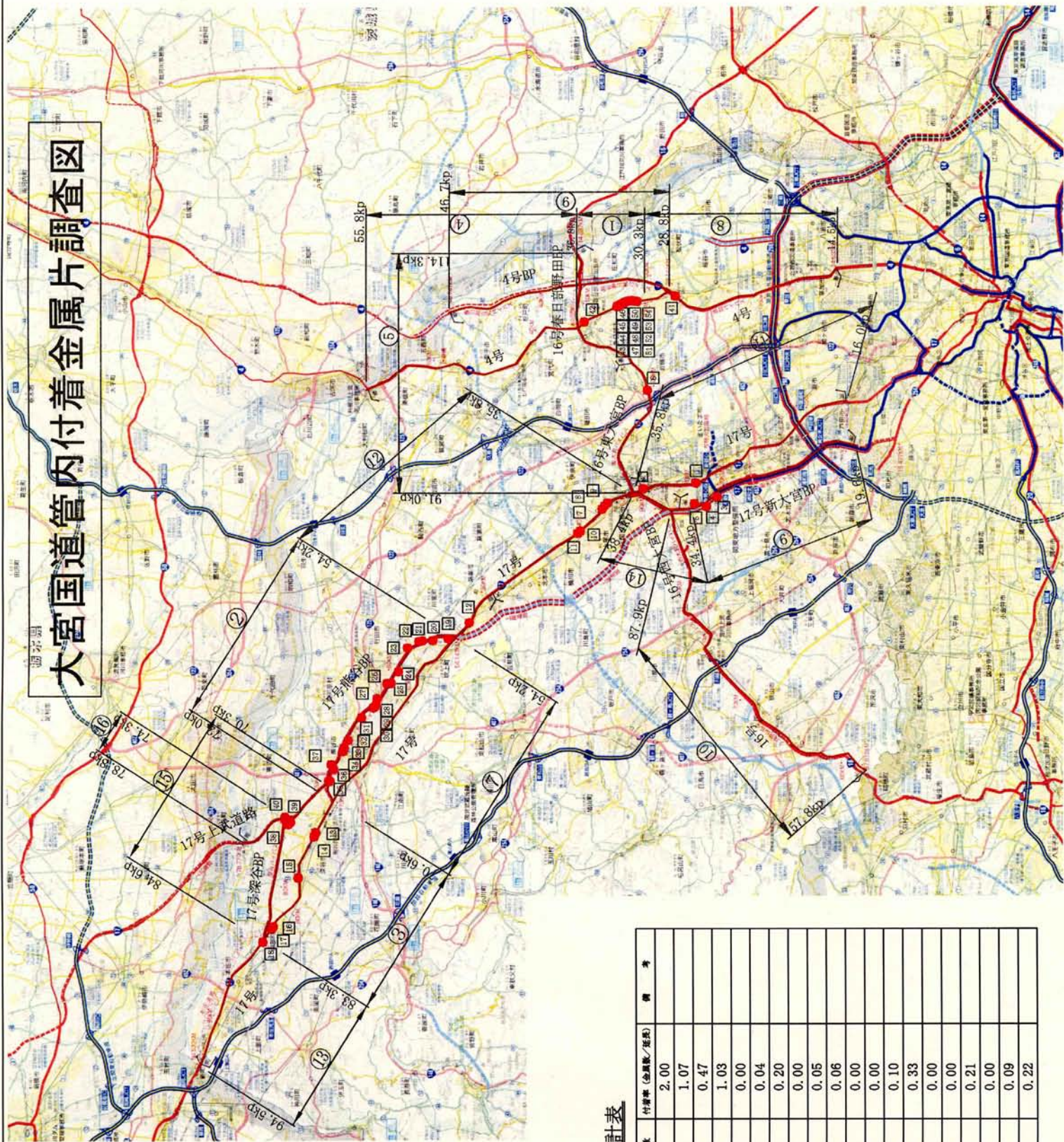


※使用したデータは下記の通り

- ・ 金属片付着個数：金属片付着状況調査結果
- ・ 防護柵延長：道路管理データベース（MICH）

2－3 大宮国道管内付着金属片調査図

大宮国道管内付着金属片調査図

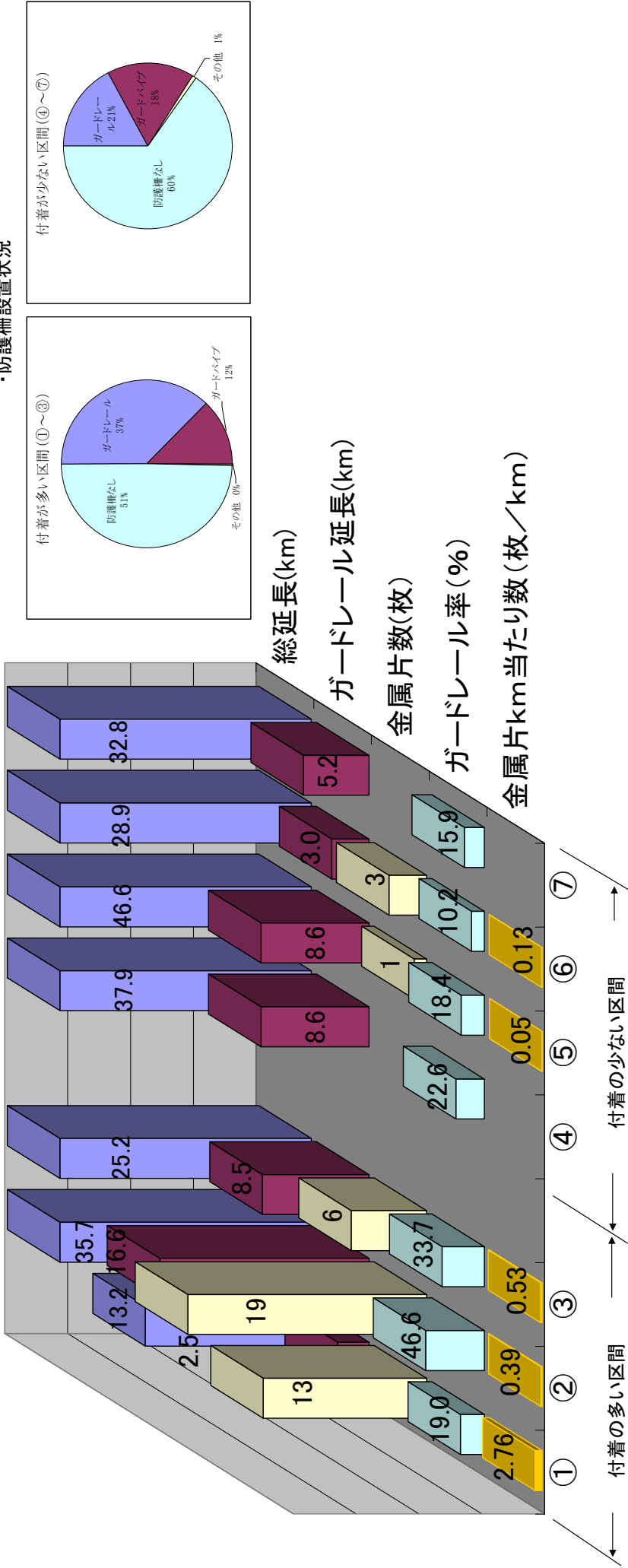


付着金属片区間別集計表

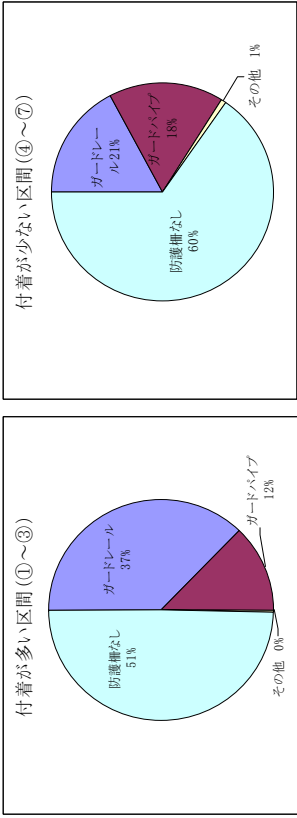
区間番号	路線名	区間キロ数	延長	金属数	付着率 (金属数/延長)	備考
①	4号	30.3~36.8	6.5	13	2.00	
②	17号熊谷BP	54.2~72.0	17.8	19	1.07	
③	17号	70.6~83.3	12.7	6	0.47	
計				38	1.03	
④	4号	36.8~55.8	19.0	0	0.00	
⑤	16号	91.0~114.3	23.3	1	0.04	
⑥	17号新大宮BP	19.6~34.4	14.8	3	0.20	
⑦	17号	54.2~70.6	16.4	0	0.00	
計				4	0.05	
⑧	4号	14.5~30.3	15.8	1	0.06	
⑨	4号BP	28.8~46.7	17.9	0	0.00	
⑩	16号	57.8~87.9	30.1	0	0.00	
⑪	17号	16.0~35.8	19.8	2	0.10	
⑫	17号	35.8~54.2	18.4	6	0.33	
⑬	17号	83.3~94.5	11.2	0	0.00	
⑭	17号新大宮BP	34.4~38.4	4.0	0	0.00	
⑮	17号熊谷BP	70.3~84.6	14.3	3	0.21	
⑯	17号上武道路	74.3~78.8	4.5	0	0.00	
計				12	0.09	
合計			246.5	54	0.22	

全体的特徴

1 ガードレール設置率と付着金属片数の関係



・防護柵設置状況



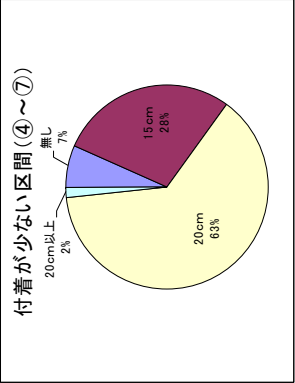
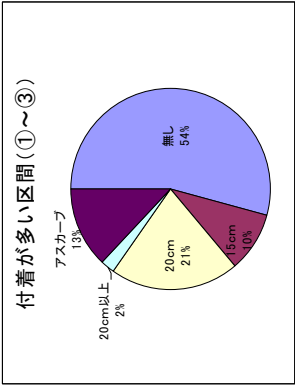
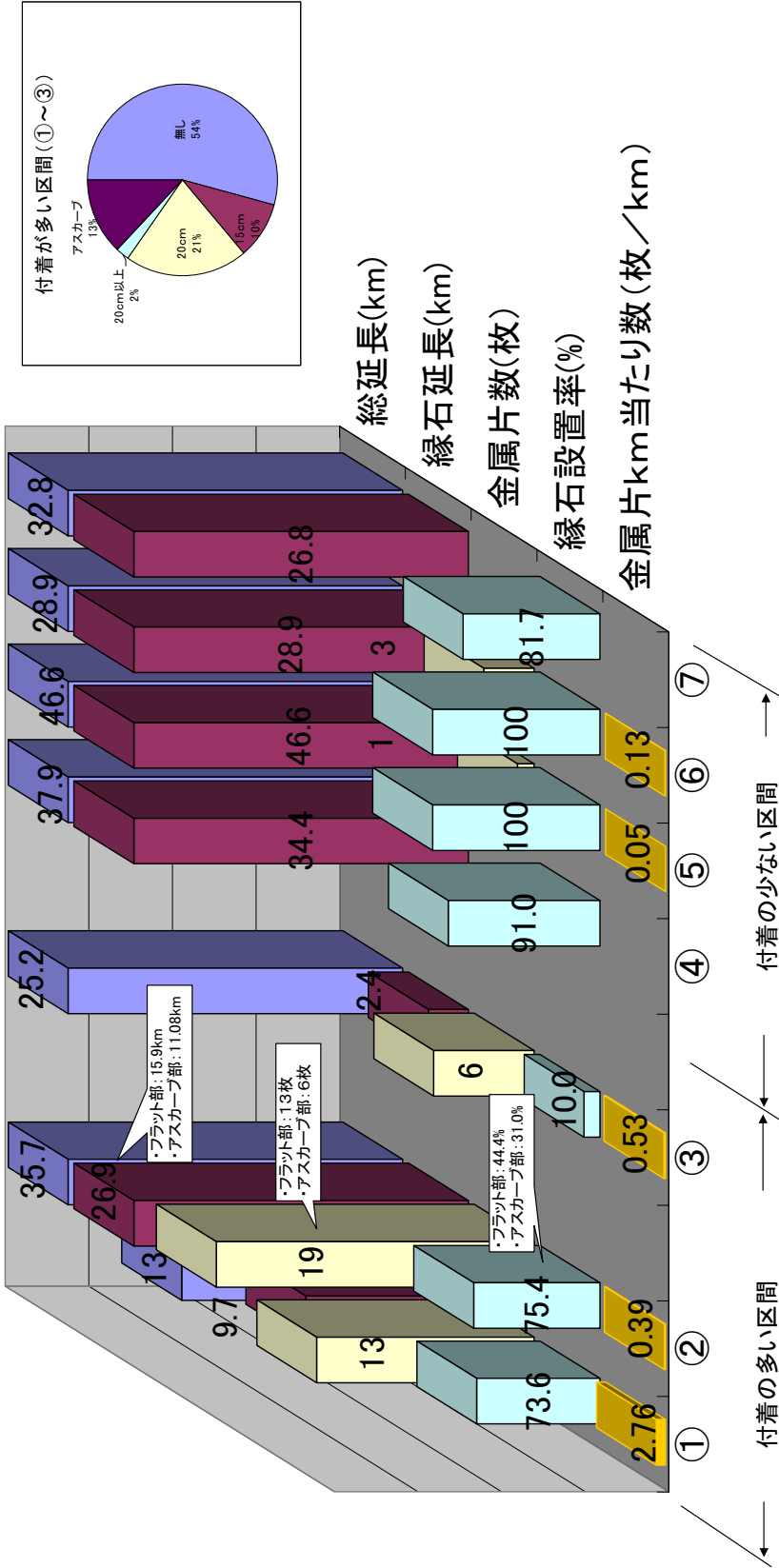
	付着の多い区間			付着の少ない区間		
	①	②	③	④	⑤	⑥
総延長(km)	13.21	35.71	25.20	37.95	46.57	28.87
防護柵延長(km)	4.71	48.93	11.33	15.78	19.36	23.42
ガードレール延長(km)	2.51	16.65	8.49	8.59	8.59	2.95
金属片数(枚)	13	19	6	0	1	3
ガードレール率(%)	18.97	46.62	33.67	22.64	18.45	10.23
金属片km当たり数(枚/km)*	2.76	0.39	0.53	0	0.05	0.13

「考察」

・付着金属片が多い区間は、ガードレール設置率が高い区間である。

2 緑石と付着金属片数の関係

・緑石設置状況



区間名 ①国道4号現 ②国道17号熊 ③国道17号現 ④国道4号現 ⑤国道16号東 ⑥国道17号新 ⑦国道17号現
道(春日部市 谷BP区間 道(深谷、本庄 道(R16以北) 大宮、春日部 大宮BP区間 道(熊谷BP並 市内区間) 野田BP区間 行区間)

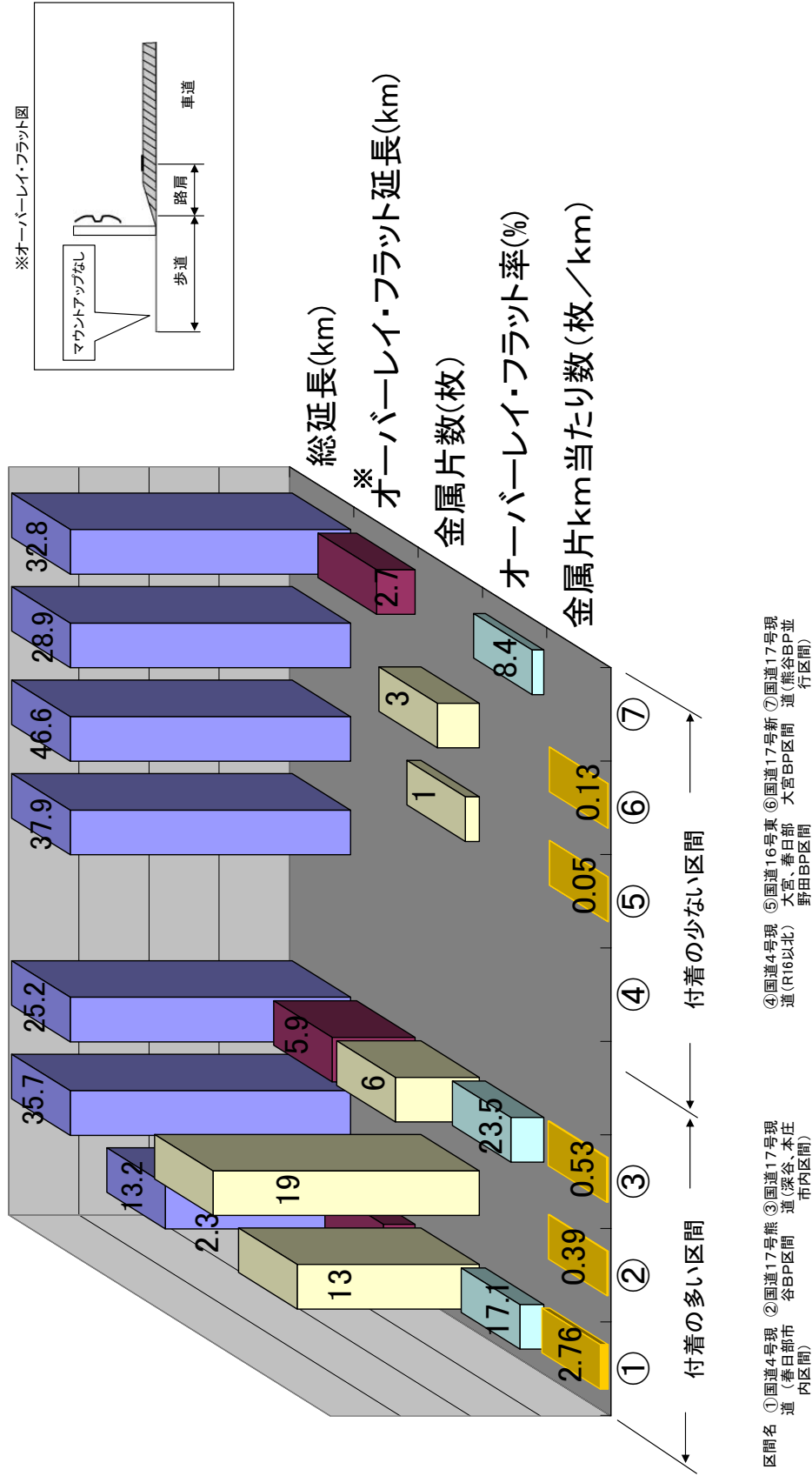
	付着の多い区間			付着の少ない区間		
	①	②	③	④	⑤	⑥
総延長(km)	13.21	35.71	25.20	37.95	46.57	28.87
防護柵延長(km)	4.71	48.93	11.33	15.78	19.36	23.42
緑石延長(km)	9.72	26.93	2.40	34.40	46.60	28.90
金属片数(枚)	13	19	6	0	1	3
緑石設置率(%)	73.58	75.43	10.00	91.00	100.0	100.0
金属片km当たり数(枚/km)*	2.76	0.39	0.53	0	0.05	0.13

*: 防護柵延長当たり

「考察」

・緑石の無い区間で、付着金属片が多いことがわかる。

3 オーバーレイ・フラットと付着金属片数の関係



区間名 ①国道4号現 ②国道17号熊 ③国道17号現 ④国道4号現 ⑤国道16号東 ⑥国道17号新 ⑦国道17号現
道(春日部市 谷BP区間 道(深谷、本庄 道(R16以北) 大宮、春日部 大宮BP区間 道(熊谷BP並 市内区間) 野田BP区間 行区間)

	付着の多い区間			付着の少ない区間			
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
総延長(km)	13.21	35.71	25.20	37.95	46.57	28.87	32.83
防護柵延長(km)	4.71	48.93	11.33	15.78	19.36	23.42	12.86
オーバーレイ・フラット延長(km)	2.26	0	5.91	0	0	0	2.74
金属片数(枚)	13	19	6	1	3	1	0
オーバーレイ・フラット率(%)	17.10	0.0	23.50	0	0	0	8.40
金属片km当たり数(枚/km)*	2.76	0.39	0.53	0	0.05	0.13	0

*:防護柵延長当たり

「考察」

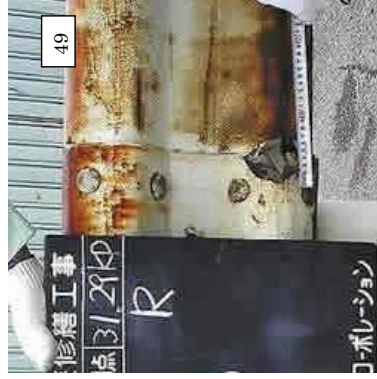
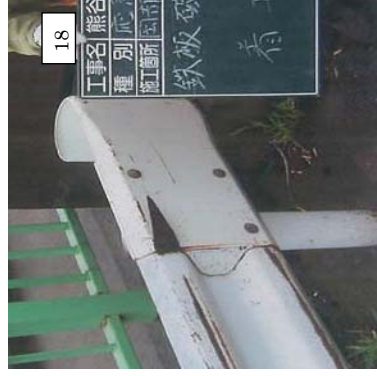
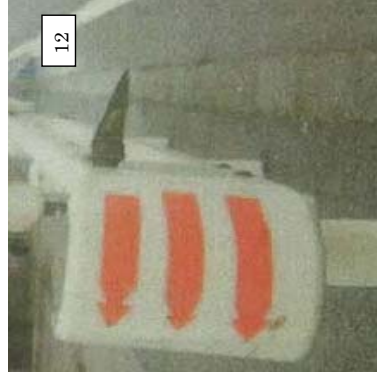
・オーバー・フラット区間は、概ね付着金属片が多いことがわかる。

3. 金属片の材料分析

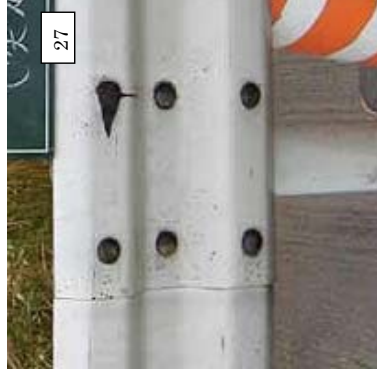
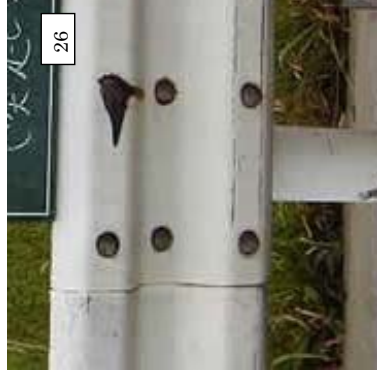
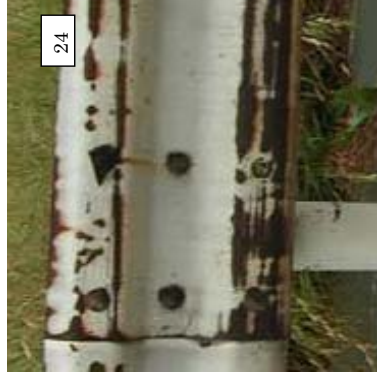
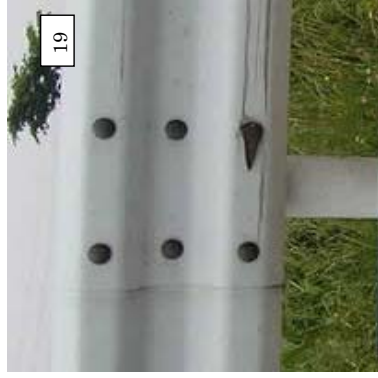
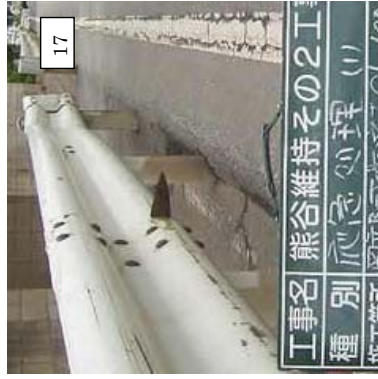
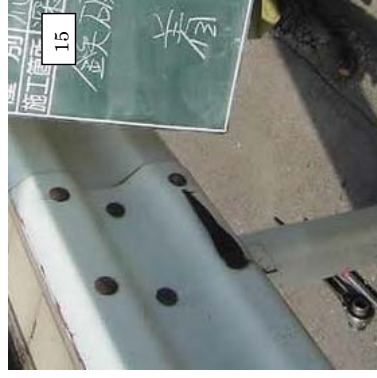
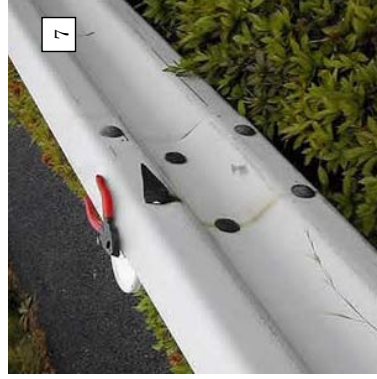
3－1 大宮国道管内の金属片の写真

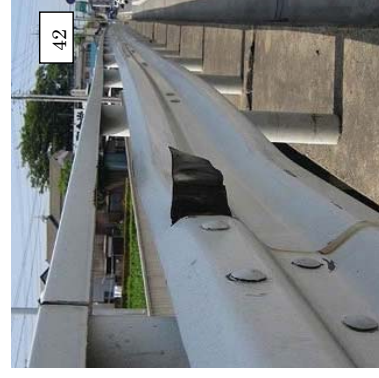
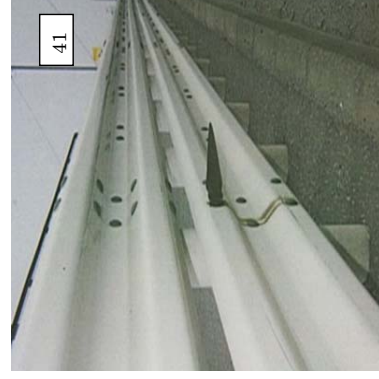
大宮国道管内の金属片の写真

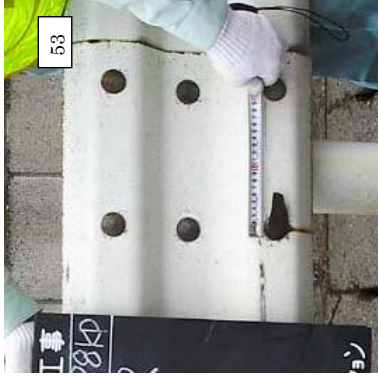
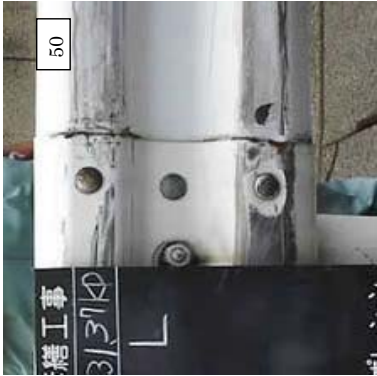
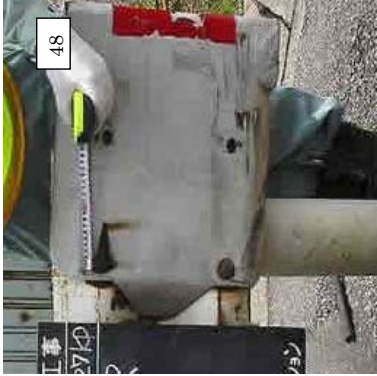
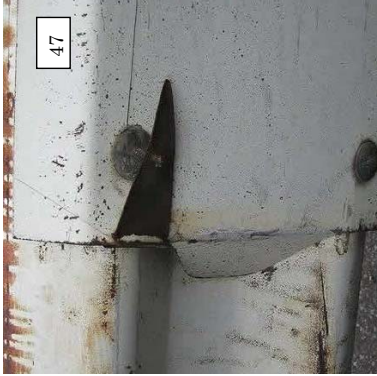
1. 第1回委員会時点で材料分析を行ったもの



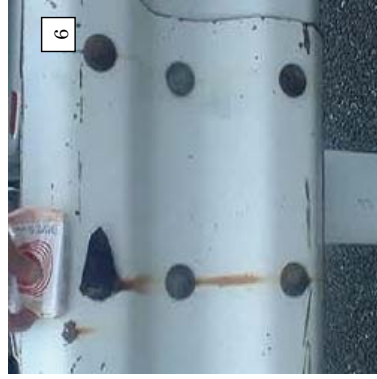
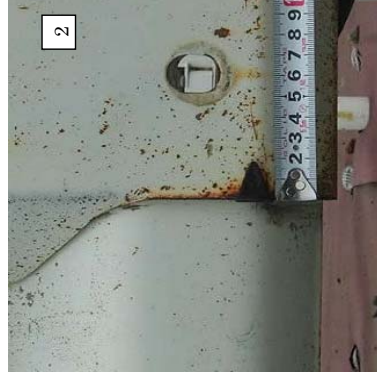
2. 今回材料分析を行ったもの







3. 他機関等の所在のもの



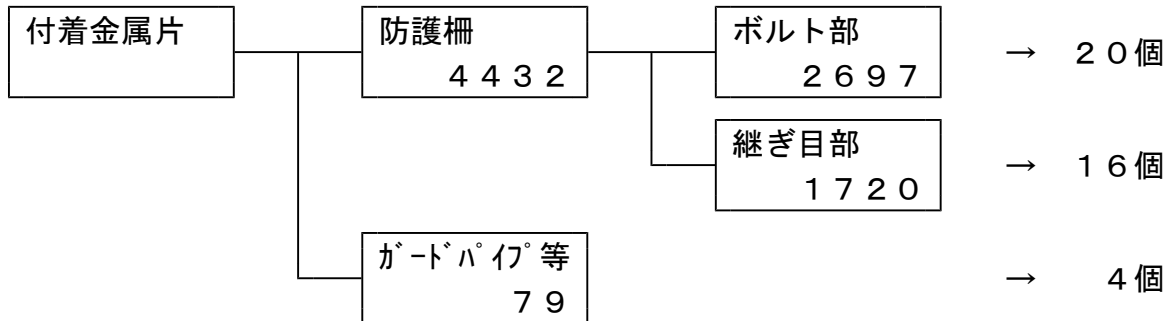
3－2 全国の付着金属片の材料分析の サンプル抽出の考え方

全国の付着金属片の材料分析のサンプル抽出の考え方

全国の付着金属片の材料分析のサンプル抽出については、以下の観点に着目して、地域的なバランス等も考慮しつつ、40個を抽出した。

(注、以下の図では、全体の中には不明なものがあるため総数は異なる。)

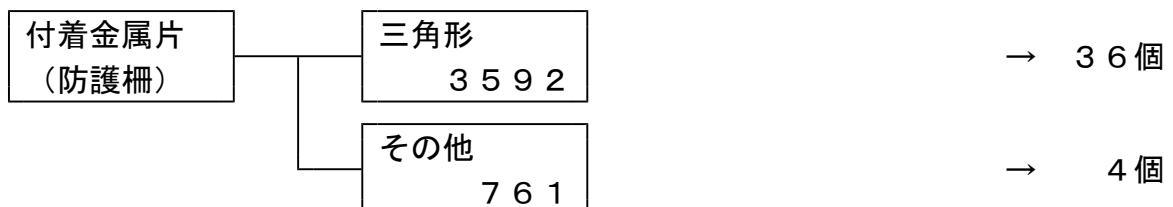
1) 付着場所に着目した場合の内訳



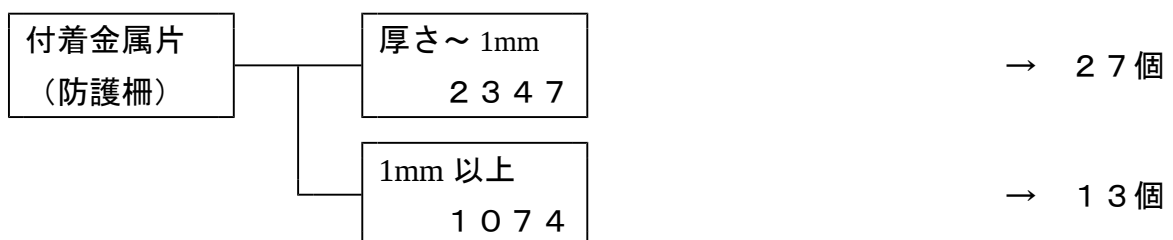
2) 車両が接触した形跡の有無に着目した場合



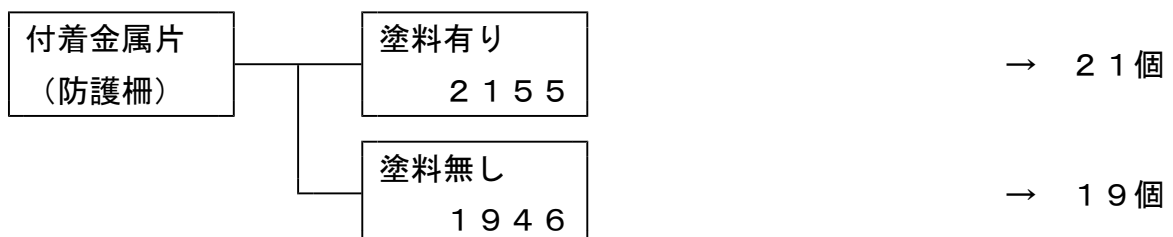
3) 金属片の形状に着目した場合



4) 金属片の厚さに着目した場合



5) 塗料の有無に着目した場合



3－3 全国からサンプル抽出した金属片の写真

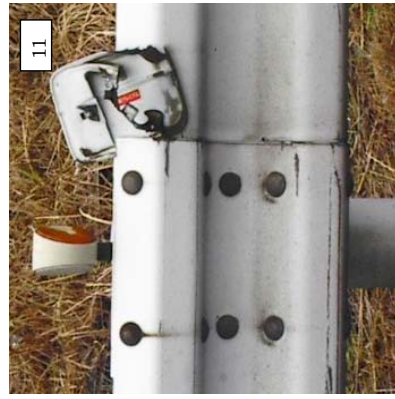
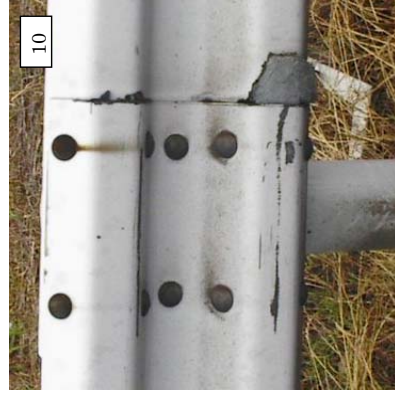
全国からサンプル抽出した金属片の写真

1. 外観からは自動車に由来するものとは考えにくい可能性があったことから材料分析を行った結果、自動車に由来するものと確認できたもの（写真右肩の数字は材料分析通し番号）

ボルト部（端部ボルト）

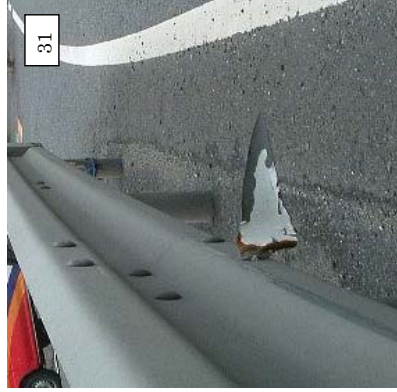


継ぎ目（端部継ぎ目）

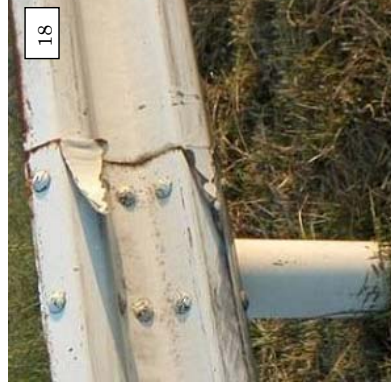
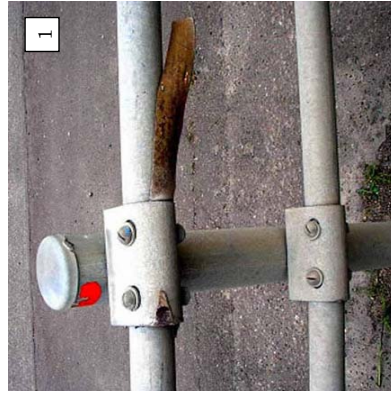


2. 金属片に塗料があるもので、防護柵に衝突の痕跡があるもの（写真右肩の数字は材料分析通し番号）

ボルト部（端部ボルト）

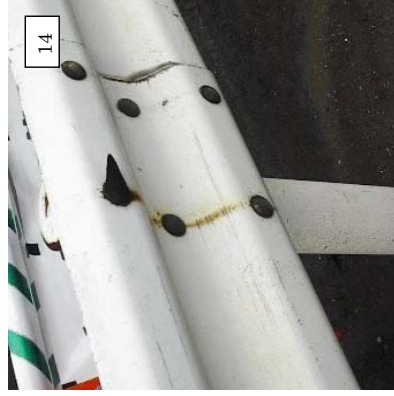


継ぎ目（端部継ぎ目）



3. 金属片に塗料があるもので、防護柵に衝突の痕跡がないもの（写真右肩の数字は材料分析通し番号）

ボルト部（端部ボルト）

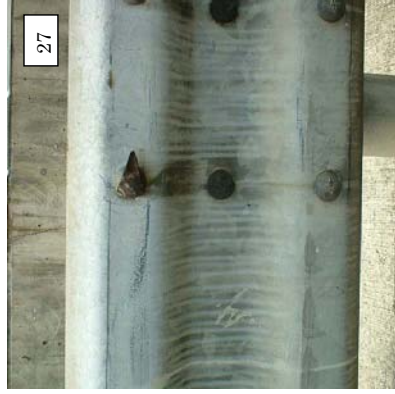


継ぎ目（端部継ぎ目）



4. 金属片に塗料がないもので、防護柵に衝突の痕跡があるもの（写真右肩の数字は材料分析通し番号）

ボルト部（端部ボルト）

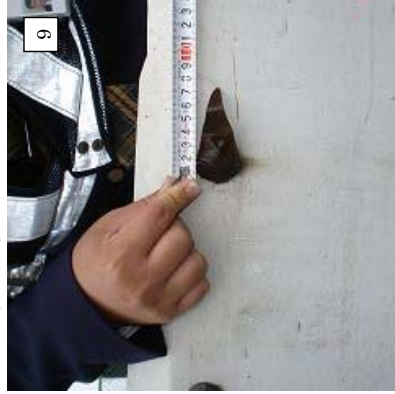


継ぎ目（端部継ぎ目）



5. 金属片に塗料がないもので、防護柵に衝突の痕跡がないもの（写真右肩の数字は材料分析通し番号）

ボルト部（端部ボルト）



継ぎ目（端部継ぎ目）



3－4 外観から自動車とは考えにくいと 判断された金属片の再確認結果

外観から自動車とは考えにくいと判断された金属片の再確認結果

自動車とは考えにくいと判断された金属片 240 片を以下のように分類して再確認した。

- ア．金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見えるもの
- イ．破断面が人工的に作られたように滑らかなもの
- ウ．金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しないもの
- エ．中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着しているもの
- オ．その他、現場から特にコメントがあるもの

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくいと判断された付着金属片の再確認結果

1．確認対象：(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見えるもの（８１片）

2．確認方法：金属片の実物と、現場の写真・図面をもとに、国総研と分析会社で確認

3．確認結果

《材料分析が必要ないと判断＝自動車に由来するものと判断したもの》

	金属片番号	金属片数
(1)金属片の特徴が車両由来と類似 (接触痕あり、破断面が粗く形状が三角等、厚さ 2.3mm 以下のうち 2 つ以上該当)	202,203,206,216,239,243,244,245,246,247,248,249,250,251,252,254,255,256,268,270,272,279,280,281,285,292,302,317,322,325,326,327,328,329,330,331,332,333,334,335,336,337,338,368,369,370,371,372,373,374,375,380,381,382,383,384,385,386,387,395,397,398,399,400,401,409,410,411,413,425	70
(2)金属片はないが写真等から車両由来と類似と判断 (接触痕あり、形状が三角等、厚さ 2.3mm 以下のうち 2 つ以上該当)	352,353	2
(3)車両付帯品と思われる (プラスチック)	253	1
(4)既に材料分析を行った結果自動車鋼板であることが判明しているもの	<u>278(12)</u> , <u>294(17)</u> , <u>354(26)</u> , <u>355(26)</u> , <u>376(32)</u>	5
合 計		78

《材料分析が必要と判断》

	金属片番号	金属片数
(a)人工的に加工されたような穴や切り取り跡がある	232,351	2
(b)特異な形状をしている	282	1
合 計		3

凡 例

表中の四角囲み□は、第 2 回委員会時点において、外観等から判断して自動車に由来するものとは考えにくい理由から材料分析を既に行ったもの。()内は既分析番号。

表中のアンダーライン は、第 2 回委員会時点において、全国から抽出したサンプルとして材料分析を行ったものに含まれるもの。()内は既分析番号。

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくいと判断された付着金属片の再確認結果

- 1．確認対象：(イ)破断面が人工的に作られたように滑らかなもの（61片）
- 2．確認方法：金属片の実物と、現場の写真・図面をもとに、国総研と分析会社で確認
- 3．確認結果

《材料分析が必要ないと判断＝自動車に由来するものと判断したもの》

	金属片番号	金属片数
(1)金属片の特徴が車両由来と類似 (接触痕あり、破断面が粗く形状が三角等、厚さ2.3mm以下のうち2つ以上該当)	207,208,209,219,220,221,222,223,224,225,226,227,228,229,230,231,233,234,241,257,260,261,274,340,341,342,343,344,345,346,347,348,349,350,365,366,367,377,378,379,388,389,390,416,417,418,419,420,421,422,423,424,439	53
(2)金属片はないが写真等から車両由来と類似と判断 (接触痕あり、形状が三角等、厚さ2.3mm以下のうち2つ以上該当)	356,360,391	3
(3)車両付帯品と思われる (プラスチック)	402	1
合 計		57

《車両と推測されるが確定できないもの》

金属片番号	金属片数
392,393,415	3

《材料分析が必要と判断》

	金属片番号	金属片数
(a)破断面が人工的に作られたように滑らかになっている		0
(b)特異な形状をしている	240	1
合 計		1

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくいと判断された付着金属片の再確認結果

- 1．確認対象：(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しないもの（２０片）
- 2．確認方法：金属片の実物と、現場の写真・図面をもとに、国総研と分析会社で確認
- 3．確認結果

《材料分析が必要ないと判断＝自動車に由来するものと判断したもの》

	金属片番号	金属片数
(1)厚さを再確認した結果、金属片が厚くなかった。金属片の特徴が車両由来と類似 (接触痕あり、破断面が粗く形状が三角等、厚さ 2.3mm 以下のうち 2 つ以上該当)	361,362,363,364	4
(2)金属片はないが写真等から車両由来と類似と判断 (接触痕あり、形状が三角等、厚さ 2.3mm 以下のうち 2 つ以上該当)		0
(3)車両付帯品と思われる (プラスチック)	204,211,235,262,275,288,298,314,404,414,440	11
(4)既に材料分析を行った結果車両付帯品であることが判明しているもの	<u>205(2)</u>	1
合 計		16

《材料分析が必要と判断》

	金属片番号	金属片数
(a)自動車用鋼板よりも厚い (2.3mm を超える)	299	1
(b)鉄以外の材質であり車両付帯品とは思われない	276,300,428	3
合 計		4

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくいと判断された付着金属片の再確認結果

1．確認対象：(I)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着しているもの（69片）

2．確認方法：金属片の実物と、現場の写真・図面をもとに、国総研と分析会社で確認

3．確認結果

《材料分析が必要ないと判断＝自動車に由来するものと判断したもの》

	金属片番号	金属片数
(1)金属片の特徴が車両由来と類似 (接触痕あり、破断面が粗く形状が三角等、厚さ 2.3mm 以下のうち2つ以上該当)	201,210,264,284,290,291,296,301,306,307,308,323,357,358,359,403,427,429,438	19
(2)付着場所を確認した結果、付着の可能性がある	中央分離帯がついていない:4 件 277,412,432,408	28
	継ぎ目が逆目:11 件 212,213,214,215,217,218,236,242,269,436,437	
	ガードパイプ:1 件 283	
	道路付属物(矢印板)に付着:1 件 271	
	ボルト部:3 件 295,305,318	
	終点側端部継ぎ目:3 件 289,315,435	
	暫定2車・対面通行(供用中・供用実績あり):5 件 258,259,293,316,339	
(3)金属片はないが写真等から車両由来と類似と判断 (接触痕あり、形状が三角等、厚さ 2.3mm 以下のうち2つ以上該当)	237,238,303,433,434	5
(4)金属片はないが付着場所を確認した結果、付着の可能性がある	歩行者自転車用柵:1 件 263	8
	ガードパイプ:6 件 309,310,311,312,313,320	
	終点側端部継ぎ目:1 件 321	
(5)車両付帯品と思われる (プラスチック)	286,287,324	3
(6)金属片はないが写真等から車両付帯品と思われる (ゴム)	430	1
(7)既に材料分析を行った結果自動車鋼板であることが判明しているもの	267(11),426(43)	2
合 計		66

《材料分析が必要と判断》

	金属片番号	金属片数
(a)特異な形状をしている	297,304,319	3
合 計		3

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくいと判断された付着金属片の再確認結果

1．確認対象：(オ)その他、現場から特にコメントのあるもの（9片）

2．確認方法：金属片の実物と、現場の写真・図面をもとに、国総研と分析会社で確認

3．確認結果

《材料分析が必要ないと判断＝自動車に由来するものと判断したもの》

	金属片番号	金属片数
(1)金属片の特徴が車両由来と類似 (接触痕あり、破断面が粗く形状が三角等、厚さ 2.3mm 以下のうち2つ以上該当)	273	1
(2)既に材料分析を行った結果自動車鋼板であることが判明しているもの	265(4), 394(29), 396(30), 405(35), 406(36), 407(37), 431(42)	7
(3)既に材料分析を行った結果車両付帯品であることが判明しているもの	266(10)	1
合 計		9

《材料分析が必要と判断》

	金属片番号	金属片数
		0
合 計		0

材料分析が必要と判断されたものの分析結果

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	232	事務所名	秋田	路線番号	R46
-------	-----	------	----	------	-----

付着状況

防護柵の種類	☒ ○ガードレール ☐ ○ガードパイプ ☐ ○ガードケーブル ☐ ●不明
防護柵の位置	☒ ○路側側 ☐ ○中央帯側 ☐ ●不明
付着場所	☐ ○ボルト部 ☐ ○始点側端部ボルト部 ☐ ○終点側端部ボルト部 ☐ ○継ぎ目部 ☐ ○始点側端部継ぎ目部 ☐ ○終点側端部継ぎ目部 ☒ ●不明
付着向き	☐ ○順方向 ☐ ●不明 ☒ ○逆方向
継ぎ目部	☒ ○順目 ☐ ●不明 ☐ ○逆目
接触痕跡	☒ ○あり ☐ ●不明 ☐ ○なし

写真

材質	☒ ●鉄 ☐ ○プラスチック ☐ ○不明
形状	☐ ○三角 ☐ ○長方形 ☒ ●台形
厚さ(mm)	1.0
	

■：整備局の判断 ●：国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☒	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☒	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☐	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☐	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
人工的に加工したように見える
人工的に作ったように見える

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ☒ 不確定（材料分析必要） 理由：破断面が滑らか、形状に曲がったところが無く、まっすぐ。
------------------	--

二次判定

車両に由来するものと考えられるか	☒ YES ☐ NO
材料分析結果	車両用（トラクター） 接触・落下

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	282	事務所名	横浜	路線番号	R246
-------	-----	------	----	------	------

付着状況

防護柵の種類	☒ ガードレール ☐ ガードパイプ ☐ ガードケーブル ☐ 不明
防護柵の位置	☒ 路側側 ☐ 中央帯側 ☐ 不明
付着場所	☐ ボルト部 ☐ 始点側端部ボルト部 ☐ 終点側端部ボルト部 ☒ 継ぎ目部 ☐ 始点側端部継ぎ目部 ☐ 終点側端部継ぎ目部 ☐ 不明
付着向き	☒ 順方向 ☐ 不明 ☐ 逆方向
継ぎ目部	☒ 順目 ☐ 不明 ☐ 逆目
接触痕跡	☒ あり ☐ 不明 ☐ なし

写真

材質	☒ 鉄 ☐ プラスチック ☐
形状	☐ 三角 ☒ 長方形 ☐
厚さ(mm)	2.0
	

■：整備局の判断 ●：国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☒	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☐	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☐	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☐	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
人工的に加工したように見える

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ● 不確定（材料分析必要） 理由： 人工的に加工したように見える
------------------	---

二次判定

車両に由来するものと考えられるか	● YES ☐ NO
材料分析結果	車両用（ドア下部） 引張破壊

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	351	事務所名	京都	路線番号	R9
-------	-----	------	----	------	----

付着状況

防護柵の種類	☒ ● ガードレール ☐ ○ ガードパイプ ☐ ○ ガードケーブル ☐ ○
防護柵の位置	☒ ● 路側側 ☐ ○ 中央帯側 ☐ ○
付着場所	☒ ● ボルト部 ☐ ○ 始点側端部ボルト部 ☐ ○ 終点側端部ボルト部 ☐ ○ 継ぎ目部 ☐ ○ 始点側端部継ぎ目部 ☐ ○ 終点側端部継ぎ目部 ☐ ○
付着向き	☒ ○ 順方向 ☐ ● 不明 ☐ ○ 逆方向
継ぎ目部	☒ ○ 順目 ☐ ● 不明 ☐ ○ 逆目
接触痕跡	☒ ○ あり ☐ ● 不明 ☐ ○ なし

写真

材質	☒ ● 鉄 ☐ ○ プラスチック ☐ ○
形状	☒ ○ 三角 ☐ ● 長方形 ☐ ○
厚さ(mm)	0.4
	

■ : 整備局の判断 ● : 国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☒	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☐	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☐	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☐	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
人工的に加工したように見える

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ● 不確定 (材料分析必要) 理由: 凹部に付着, 形状が特異
------------------	--

二次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ● NO
材料分析結果	視線誘導標の取付金具、引張破壊

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	240	事務所名	岩手	路線番号	R4
-------	-----	------	----	------	----

付着状況

防護柵の種類	☒ ● ガードレール ☐ ○ ガードパイプ ☐ ○ ガードケーブル ☐ ○
防護柵の位置	☒ ● 路側側 ☐ ○ 中央帯側 ☐ ○
付着場所	☒ ● ボルト部 ☐ ○ 始点側端部ボルト部 ☐ ○ 終点側端部ボルト部 ☐ ○ 継ぎ目部 ☐ ○ 始点側端部継ぎ目部 ☐ ○ 終点側端部継ぎ目部 ☐ ○
付着向き	☒ ○ 順方向 ☐ ● 不明 ☐ ○ 逆方向
継ぎ目部	☒ ● 順目 ☐ ○ ☐ ○ 逆目
接触痕跡	☒ ● あり ☐ ○ ☐ ○ なし

写真

材質	☒ ● 鉄 ☐ ○ プラスチック ☐ ○
形状	☒ ○ 三角 ☐ ○ 長方形 ☐ ● その他
厚さ(mm)	1.000
	

■：整備局の判断 ●：国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☐	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☒	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☐	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☐	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
特異な形状である

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ● 不確定（材料分析必要） 理由：金属片が特異な形状をしている
------------------	--

二次判定

車両に由来するものと考えられるか	● YES ○ NO
材料分析結果	車両用（外板）引張破壊

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	276	事務所名	甲府	路線番号	R20
-------	-----	------	----	------	-----

付着状況

防護柵の種類	☒ ● ガードレール ☐ ○ ガードパイプ ☐ ○ ガードケーブル ☐ ○
防護柵の位置	☒ ● 路側側 ☐ ○ 中央帯側 ☐ ○
付着場所	☐ ○ ボルト部 ☐ ○ 始点側端部ボルト部 ☐ ○ 終点側端部ボルト部 ☒ ● 継ぎ目部 ☐ ○ 始点側端部継ぎ目部 ☐ ○ 終点側端部継ぎ目部 ☐ ○
付着向き	☒ ● 順方向 ☐ ○ ☐ ○ 逆方向
継ぎ目部	☒ ● 順目 ☐ ○ ☐ ○ 逆目
接触痕跡	☒ ● あり ☐ ○ ☐ ○ なし

写真

材質	☐ ○ 鉄 ☐ ○ プラスチック ☒ ● アルミ
形状	☒ ● 三角 ☐ ○ 長方形 ☐ ○ その他
厚さ(mm)	3.143
	

■：整備局の判断 ●：国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☐	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☐	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☒	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☐	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
形状、材質が特異

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ☒ 不確定（材料分析必要） 理由：形状、材質が特異
------------------	---

二次判定

車両に由来するものと考えられるか	☒ YES ☐ NO
材料分析結果	車両用（下回り）引張破壊

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	299	事務所名	名古屋	路線番号	R22
-------	-----	------	-----	------	-----

付着状況

防護柵の種類	☒ ● ガードレール ☐ ○ ガードパイプ ☐ ○ ガードケーブル ☐ ○
防護柵の位置	☒ ● 路側側 ☐ ○ 中央帯側 ☐ ○
付着場所	☐ ○ ボルト部 ☐ ○ 始点側端部ボルト部 ☐ ○ 終点側端部ボルト部 ☐ ○ 継ぎ目部 ☐ ○ 始点側端部継ぎ目部 ☒ ● 終点側端部継ぎ目部 ☐ ○
付着向き	☒ ● 順方向 ☐ ○ ☐ ○ 逆方向
継ぎ目部	☒ ○ 順目 ☐ ○ ☐ ● 逆目
接触痕跡	☒ ● あり ☐ ○ ☐ ○ なし

写真

材質	☒ ● 鉄 ☐ ○ プラスチック ☐ ○
形状	☐ ○ 三角 ☐ ○ 長方形 ☒ ● 台形
厚さ(mm)	2.400
	

■：整備局の判断 ●：国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☐	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☐	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☒	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☐	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
自動車用鋼板ではないと思われる

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ☒ 不確定（材料分析必要） 理由：自動車用鋼板ではないと思われる
------------------	--

二次判定

車両に由来するものと考えられるか	☒ YES ☐ NO
材料分析結果	車両用（荷台）引張破壊

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	300	事務所名	名古屋	路線番号	R22
-------	-----	------	-----	------	-----

付着状況

防護柵の種類	☒ ● ガードレール ☐ ○ ガードパイプ ☐ ○ ガードケーブル ☐ ○
防護柵の位置	☒ ○ 路側側 ☐ ○ 中央帯側 ☐ ● 不明
付着場所	☒ ○ ボルト部 ☐ ○ 始点側端部ボルト部 ☐ ○ 終点側端部ボルト部 ☐ ○ 継ぎ目部 ☐ ○ 始点側端部継ぎ目部 ☐ ○ 終点側端部継ぎ目部 ☐ ● 不明
付着向き	☒ ○ 順方向 ☐ ● 不明 ☐ ○ 逆方向
継ぎ目部	☒ ○ 順目 ☐ ● 不明 ☐ ○ 逆目
接触痕跡	☒ ○ あり ☐ ● 不明 ☐ ○ なし

写真

材質	☐ ○ 鉄 ☐ ○ プラスチック ☒ ● アルミ
形状	☐ ○ 三角 ☐ ○ 長方形 ☒ ● 台形
厚さ(mm)	3.000
	

■：整備局の判断 ●：国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☐	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☐	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☒	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☐	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
自動車用鋼板ではないと思われる

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ☒ 不確定（材料分析必要） 理由：自動車用鋼板ではないと思われる
------------------	--

二次判定

車両に由来するものと考えられるか	☒ YES ☐ NO
材料分析結果	車両用（下回り）引張破壊

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	428	事務所名	宮崎	路線番号	R220
-------	-----	------	----	------	------

付着状況

防護柵の種類	☐ ガードレール ☒ ガードパイプ ☐ ガードケーブル ☐
防護柵の位置	☒ 路側側 ☐ 中央帯側 ☐
付着場所	☐ ボルト部 ☐ 始点側端部ボルト部 ☐ 終点側端部ボルト部 ☐ 継ぎ目部 ☐ 始点側端部継ぎ目部 ☒ 終点側端部継ぎ目部 ☒ ガードパイプ 始点部
付着向き	☒ 順方向 ☐ その他 ☐ 逆方向
継ぎ目部	☐ 順目 ☒ プラケット部 ☐ 逆目
接触痕跡	☒ あり ☐ ☐ なし

写真

材質	☐ 鉄 ☒ プラスチック ☐ アルミ?
形状	☐ 三角 ☐ 長方形 ☒ その他
厚さ(mm)	3.600
	

■：整備局の判断 ●：国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☐	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☐	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☒	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☐	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
アルミかもしれない、特異な形状をしている

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ☒ 不確定（材料分析必要） 理由：特異な形状をしている
------------------	---

二次判定

車両に由来するものと考えられるか	☒ YES ☐ NO
材料分析結果	車両用（付属品） 引張破壊

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	297	事務所名	名古屋	路線番号	R41
-------	-----	------	-----	------	-----

付着状況

防護柵の種類	☒ ● ガードレール ☐ ○ ガードパイプ ☐ ○ ガードケーブル ☐ ○
防護柵の位置	☒ ● 路側側 ☐ ○ 中央帯側 ☐ ○
付着場所	☐ ○ ボルト部 ☐ ○ 始点側端部ボルト部 ☐ ○ 終点側端部ボルト部 ☒ ● 継ぎ目部 ☐ ○ 始点側端部継ぎ目部 ☐ ○ 終点側端部継ぎ目部 ☐ ○
付着向き	☐ ○ 順方向 ☐ ○ ☒ ● 逆方向
継ぎ目部	☒ ● 順目 ☐ ○ ☐ ○ 逆目
接触痕跡	☐ ● あり ☐ ○ ☒ ● なし

写真

材質	☒ ● 鉄 ☐ ○ プラスチック ☐ ○
形状	☐ ● 三角 ☒ ○ 長方形 ☐ ○
厚さ(mm)	0.900
	

■：整備局の判断 ●：国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☐	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☐	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☐	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☒	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
特異な形状をしている

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ☒ 不確定（材料分析必要） 理由：特異な形状をしている
------------------	---

二次判定

車両に由来するものと考えられるか	☒ YES ☐ NO
材料分析結果	車両用（外板）引張破壊

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	304	事務所名	静岡	路線番号	R246
-------	-----	------	----	------	------

付着状況

防護柵の種類	☒ ○ガードレール ☐ ○ガードパイプ ☐ ○ガードケーブル ☐ ●不明
防護柵の位置	☒ ○路側側 ☐ ○中央帯側 ☐ ●不明
付着場所	☐ ○ボルト部 ☐ ○始点側端部ボルト部 ☐ ○終点側端部ボルト部 ☒ ○継ぎ目部 ☐ ○始点側端部継ぎ目部 ☐ ○終点側端部継ぎ目部 ☐ ●不明
付着向き	☒ ○順方向 ☐ ●不明 ☐ ○逆方向
継ぎ目部	☒ ○順目 ☐ ●不明 ☐ ○逆目
接触痕跡	☒ ○あり ☐ ●不明 ☐ ○なし

写真

材質	☒ ●鉄 ☐ ○プラスチック ☐ ○
形状	☐ ○三角 ☐ ○長方形 ☒ ●棒状
厚さ(mm)	不明 / 国総研測定：1.02（全サビ）
	

■：整備局の判断 ●：国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☐	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☐	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☐	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☒	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
付着位置不明

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ☒ 不確定（材料分析必要） 理由：付着状況が判断できない。車両由来と類似しない。
------------------	--

二次判定

車両に由来するものと考えられるか	☒ YES ☐ NO
材料分析結果	車両用（ドア下部）引張破壊

外観から判断して自動車に由来するとは考えにくい付着金属片

金属片番号	319	事務所名	静岡	路線番号	R1
-------	-----	------	----	------	----

付着状況

防護柵の種類	☒ ● ガードレール ☐ ○ ガードパイプ ☐ ○ ガードケーブル ☐ ○
防護柵の位置	☒ ● 路側側 ☐ ○ 中央帯側 ☐ ○
付着場所	☐ ○ ボルト部 ☐ ○ 始点側端部ボルト部 ☐ ○ 終点側端部ボルト部 ☒ ● 継ぎ目部 ☐ ○ 始点側端部継ぎ目部 ☐ ○ 終点側端部継ぎ目部 ☐ ○
付着向き	☒ ● 順方向 ☐ ○ ☐ ● 逆方向
継ぎ目部	☒ ● 順目 ☐ ○ ☐ ○ 逆目
接触痕跡	☒ ● あり ☐ ○ ☐ ○ なし

写真

材質	☒ ● 鉄 ☐ ○ プラスチック ☐ ○
形状	☐ ○ 三角 ☒ ● 長方形 ☐ ● その他
厚さ(mm)	1.211
	

■：整備局の判断 ●：国総研の判断

金属片の特徴

	■ 整備局からの報告
☐	(ア)金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える
☐	(イ)破断面が人工的に作られたように滑らか
☐	(ウ)金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない
☒	(エ)中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している
☐	(オ)その他、現場から特にコメントがある

● 国総研による再確認結果
特異な形状をしている

一次判定

車両に由来するものと考えられるか	☐ YES ☒ 不確定（材料分析必要） 理由：特異な形状をしている
------------------	---

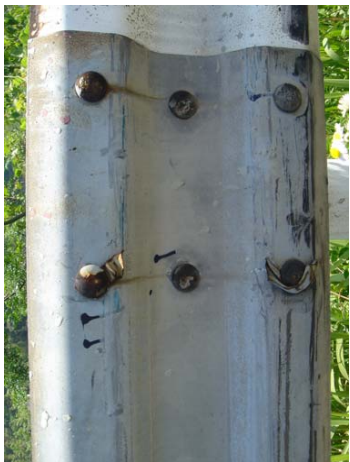
二次判定

車両に由来するものと考えられるか	☒ YES ☐ NO
材料分析結果	車両用（外板）引張破壊

3－5 車両と推定されるが確定できないものと
材料分析が必要と判断したもの

車両と推定されるが確定できないものと材料分析が必要と判断したものの写真

(ア) 金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見えるもの			
材料分析が必要と判断したもの			
人工的に加工されたような穴や切り取り跡があるもの			
232			特異な形状をしているもの
231			282
232			
232			

(イ) 破断面が人工的に作られたように滑らかなもの	
車両と推測されるが確定できないもの (金属片が他機関にあるため、材料分析ができなかったため、確定できなかったもの)	
392	
393	
415	
240	
	
	

(ウ) 金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しないもの

材料分析が必要と判断したもの

自動車鋼板よりも厚いもの (2.3mm を超える)

299



276



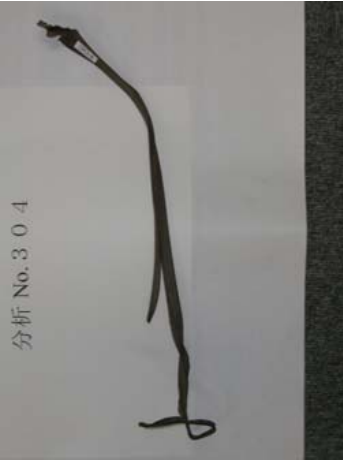
鉄以外の材質であり車両付帯品とは思われないもの

300



428



(工) 中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着しているもの	材料分析が必要と判断したもの 特異な形状をしているもの	
297 	304 	319  
		

3－6 材料分析を行った金属片の特徴

材料分析を行った金属片の特徴(大宮国道事務所)

(a)大宮国道事務所管内で確認された全ての金属片:51個

分析番号	事務所名	付着場所	接触の形跡	破断面、形状	厚さ	素材 有 無	分析結果		成分分析結果 (ppm)														Ti	TAI
							鋼板強度 (級)	破断状況	G	S	Cu	Cr	Si	Mn	P	Ni	Nb	V						
8	大宮国道	起点側端部ボルト部	有	粗い、三角形	(0.75)	無	車面用(外板)	引張破壊	440	290	50	110	220	80	1800	360	190	20	<20	<20	650			
12	"	起点側端部ボルト部	再確認後	粗い、三角形	(1.95)	無	車面用(荷台側板固定フレーム)	引張破壊	440	360	80	190	210	130	2500	250	120	<20	<20	70	400			
13	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.70)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	30	200	200	230	180	4100	350	220	40	20	620	650			
14	"	終点側端部継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.71)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	30	50	120	170	60	1600	690	220	70	40	70	500			
18	"	終点側端部継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.68)	無	車面用(フエントナーネル)	引張破壊	*	920	140	280	520	20	3000	140	900	30	<20	20	20			
40	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.65)	無	車面用(外板)	引張破壊	270	30	180	150	210	20	3500	120	220	40	20	20	20			
45	"	継ぎ目部	再確認後	粗い、三角形	(0.75)	不明	車面用(外板)	引張破壊	340	340	80	110	250	90	2000	310	180	20	<20	20	650			
49	"	継ぎ目部	再確認後	粗い、四角形	(1.13)	不明	車面付帯部品	引張破壊	340	480	200	280	170	20	2700	200	240	30	<20	<20	20			
51	"	終点側端部継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.65)	不明	車面付帯部品	引張破壊	380	570	100	120	200	970	2500	220	110	20	20	620	620			
54-1	"	継ぎ目部	再確認後	粗い、三角形	(0.53)	不明	車面用(外板)	引張破壊	340	50	40	220	250	120	1100	100	200	20	130	500	500			
54-2	"	継ぎ目部	再確認後	粗い、四角形	(0.65)	有	車面用(外板)	引張破壊	270	50	100	100	170	120	1500	150	200	190	20	170	580			
7	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.89)	無	車面用(外板)	引張破壊	440	430	80	90	200	100	2300	210	100	<20	<20	<10	690			
9	"	終点側端部継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.55)	無	車面用(外板)	引張破壊	340	20	130	100	220	30	850	110	<10	<20	20	380	410			
11	"	ボルト部	再確認後	粗い、三角形	(0.61)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	30	60	140	130	100	1500	110	300	150	20	80	560			
15	"	ボルト部	無	粗い、三角形	(0.67)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	10	130	120	300	60	4800	320	200	50	20	40	370			
16	"	継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.60)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	20	140	80	190	160	2600	740	200	110	20	20	570			
17	"	継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.65)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	40	150	120	190	190	1500	120	200	<0.002	40	450	590			
19	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.66)	無	車面用(外板)	引張破壊	440	30	130	120	290	60	4800	320	200	50	10	40	380			
20	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.68)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	30	200	100	450	330	190	290	100	40	40	390	360			
21	"	終点側端部継ぎ目部	有	粗い、四角形	(0.62)	有	車面付帯部品(ミラー又はモール)	引張破壊	340	220	70	270	210	120	1400	550	300	<20	<10	<10	760			
22	"	起点側端部ボルト部	有	粗い、三角形	(0.64)	無	車面用(外板)	引張破壊	340	20	80	100	240	20	830	110	<10	<20	20	420	540			
23	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.61)	無	車面用(外板)	引張破壊	440	460	220	90	270	100	3000	180	200	<20	10	<10	550			
24	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.56)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	120	80	150	290	80	1900	150	300	<20	100	<10	510			
25	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.63)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	20	40	140	230	40	1200	60	200	110	10	200	640			
26	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.58)	無	車面用(外板)	引張破壊	480	20	60	100	160	50	3400	360	100	30	20	70	500			
27	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.73)	無	車面用(外板)	引張破壊	340	30	110	80	210	50	1100	110	100	50	30	260	5500			
28	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.72)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	200	80	410	550	130	1700	540	300	30	10	10	750			
29	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.62)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	10	130	70	210	40	560	120	100	<20	20	470	290			
30	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.75)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	440	120	90	180	120	3400	650	100	<20	30	20	520			
31	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.67)	無	車面用(外板)	引張破壊	480	20	80	100	360	40	3900	470	100	120	30	10	40			
32	"	ボルト部	有	粗い、棒状	(0.70)	無	車面用(外板)	引張破壊	480	40	40	60	240	1400	5300	210	300	<20	60	950	380			
33	"	終点側端部ボルト部	有	粗い、三角形	(0.65)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	170	90	200	130	40	1200	110	300	<20	10	<10	560			
34	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.71)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	20	80	80	150	40	940	120	200	<20	40	520	450			
35	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.52)	無	車面用(外板)	引張破壊	440	90	150	110	590	130	2500	620	200	<20	20	<10	560			
36	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.64)	無	車面用(外板)	引張破壊	340	30	210	80	180	70	1800	150	100	170	20	130	520			
37	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.67)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	300	130	130	480	140	1500	140	200	<20	20	<10	500			
38	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.78)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	20	90	80	420	40	7200	440	100	160	70	200	380			
39-1	"	ボルト部	有	粗い、四角形	(0.58)	無	車面付帯部品(モール)	引張破壊	480	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
39-2	"	ボルト部	有	粗い、四角形	(0.63)	無	車面付帯部品(モール)	引張破壊	380	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
41	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.81)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	10	140	70	170	80	1500	140	100	150	20	140	480			
42	"	継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.66)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	20	80	90	180	40	1500	470	200	60	20	70	540			
43	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.70)	無	車面用(外板)	引張破壊	480	20	70	100	240	30	1100	100	100	<20	30	340	400			
44-1	"	終点側端部継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.71)	有	車面用(外板)	引張破壊	270	20	70	100	240	30	1100	100	100	<20	30	340	400			
44-2	"	終点側端部継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.62)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	30	90	80	170	20	1300	90	<100	<20	30	430	560			
46	"	終点側端部継ぎ目部	再確認後	粗い、三角形	(0.79)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	20	40	60	170	1300	6500	190	100	70	10	10	510			
47	"	終点側端部継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.73)	無	車面用(外板)	引張破壊	440	230	80	100	220	70	2100	260	200	<20	10	10	690			
48	"	終点側端部ボルト部	有	粗い、三角形	(0.66)	有	車面用(外板)	引張破壊	440	20	80	80	270	70	2000	590	<100	<20	40	360	540			
50	"	継ぎ目部	有	粗い、四角形	(0.84)	有	車面用(外板)	引張破壊	270	20	70	90	390	70	1900	150	200	130	30	290	310			
52	"	終点側端部継ぎ目部	有	粗い、三角形	(0.55)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	20	90	70	200	80	1900	140	300	90	10	<10	530			
53	"	ボルト部	有	粗い、三角形	(0.55)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	10	60	80	320	20	1900	150	<100	80	10	<10	590			
54-3	"	継ぎ目部	再確認後	粗い、三角形	(0.41)	有	車面用(外板)	引張破壊	270	20	50	180	230	90	1100	100	200	170	10	110	510			

(備考)厚さは整備局がマイクロメータで計測したもの。括弧内は材料分析時に鑄をとしたあとの金属片を、マイクロメータで3点計測し平均したもの

分析数 51個	ボルト部 32個	継ぎ目部 19個	有 無 1個	三角形 44個 四角形 6個 棒状 1個	厚さ1.0mm未満 (49個) 1.0mm以上 (2個)	塗料有 16個 塗料無 31個 不明 4個	車面用又は車面付帯部品 51個	引張破壊 51個
------------	-------------	-------------	--------------	-------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	--------------------	-------------

- : 極低炭素鋼であり板厚が1mm程度以下であり所定の強度を有する
(現在の一時的な乗用車等の車面車外板)
- : 低炭素鋼であり板厚が2mm程度以下であり所定の強度を有する
(トラックあるいは乗用車外板、旧来のもを含む)
- : 成分、板厚、形状、破断状況などから推定
- : 形状、破断状況から推定
- : 鋼材以外の材料、形状、破断状況から推定

材料分析を行った金属片の特徴(全国)

(b) 全国の直轄国道で確認された金属片から、付着場所、接触痕、形状、厚さ、塗料の有無に着目して抽出した金属片:40個

分析番号	整備局名	付着場所	接触の形跡	破断面、形状	厚さ	塗料 有無	分析結果		鋼板強度(級)	成分分析結果(ppm)														
							材料の用途	破断状況		C	S	Cu	Cr	Si	Mn	P	Ni	Nb	V	Ti	TAI			
22	中部	ポルト部	有	粗い、三角形	1.200 (0.63)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	540	60	90	190	60	2300	120	200	<20	<10	<10	590			
31	中国	ポルト部	有	粗い、三角形	1.022 (0.61)	有	車面用(外板)	引張破壊	270	200	73	510	550	50	1400	120	350	<20	<20	<20	730			
1	北海道	ガードバンプ継ぎ目部	有	粗い、四角形	1.142 (0.73)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	280	38	110	350	70	1700	330	180	40	<20	<20	560			
5	東北	継ぎ目部	有	粗い、三角形	0.900 (0.68)	有	車面用(外板)	引張破壊	270	360	161	70	230	130	2200	170	170	40	<20	<20	540			
13	関東	ガードバンプ継ぎ目部	有	粗い、三角形	0.857 (0.72)	有	車面用(外板)	引張破壊	480	20	150	140	360	260	4800	370	200	70	<10	<10	560			
18	北陸	継ぎ目部	有	粗い、三角形	0.791 (0.69)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	34	32	690	460	130	3900	530	290	110	<20	<20	0			
25	近畿	終点側端部継ぎ目部	有	粗い、三角形	0.735 (0.70)	有	車面用(外板)	引張破壊	280	50	120	200	100	<100	1200	100	200	110	<30	<30	460			
38	四国	継ぎ目部	有	粗い、三角形	0.679 (0.75)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	30	40	200	200	100	4100	450	200	60	<30	<30	90			
43	九州	継ぎ目部	有	粗い、三角形	1.071 (0.75)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	50	160	100	300	<100	2000	400	200	150	<30	<30	140			
48	沖縄	ガードバンプ継ぎ目部	有	粗い、三角形	0.815 (0.70)	有	車面用(外板)	引張破壊	280	40	50	200	200	100	1500	100	100	60	<30	<30	90			
7	東北	ポルト部	無	粗い、三角形	0.800 (0.72)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	520	106	0	0	0	0	220	40	<20	<20	<20	510			
14	関東	ポルト部	無	粗い、三角形	1.270 (0.68)	有	車面用(外板)	引張破壊	440	20	100	80	170	40	1200	110	<0.01	50	<10	<10	290			
19	北陸	ポルト部	無	粗い、三角形	1.075 (0.60)	有	車面用(外板)	引張破壊	490	91	67	190	240	170	4400	690	220	40	<20	<20	480			
32	中国	ポルト部	無	粗い、三角形	0.757 (0.65)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	36	82	80	170	40	2400	750	100	160	<20	<20	650			
45	九州	ポルト部	無	粗い、三角形	0.800 (0.70)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	590	70	100	100	200	3800	330	100	<30	<30	<30	<30			
47	九州	ポルト部	無	粗い、三角形	0.600 (0.75)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	450	110	100	100	<100	3600	720	200	<30	<30	<30	<30			
6	東北	継ぎ目部	無	粗い、三角形	0.900 (0.66)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	100	69	120	170	30	1100	140	120	100	<20	<20	250			
26	近畿	継ぎ目部	無	粗い、三角形	0.930 (0.80)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	380	60	100	200	100	2100	300	200	<30	<30	<30	<30			
39	四国	継ぎ目部	無	粗い、三角形	0.990 (0.75)	有	車面用(外板)	引張破壊	280	40	130	100	200	100	1900	60	200	120	<30	<30	200			
44	九州	継ぎ目部	無	粗い、三角形	1.060 (0.80)	有	車面用(外板)	引張破壊	280	20	120	200	200	<100	1400	190	200	<30	<30	<30	520			
49	沖縄	終点側端部継ぎ目部	無	粗い、四角形	0.970 (0.90)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	340	100	200	300	100	2100	310	200	<30	<30	<30	<30			
15	関東	起点側端部ポルト部	有	粗い、三角形	0.675 (0.77)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	20	70	80	230	40	2000	250	<100	160	<10	<10	780			
20	北陸	ポルト部	有	粗い、三角形	0.963 (0.70)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	32	61	80	240	50	3300	800	160	160	30	<20	450			
27	近畿	ポルト部	有	粗い、三角形	0.450 (0.80)	無	車面用(外板)	引張破壊	280	80	50	100	300	<100	1200	100	200	130	<30	<30	190			
28	近畿	ポルト部	有	粗い、三角形	0.450 (0.75)	無	車面用(外板)	引張破壊	440	550	100	100	200	200	3800	710	200	<30	<30	<30	<30			
46	九州	ポルト部	有	粗い、三角形	0.850 (0.70)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	50	80	1000	600	<100	3500	580	500	90	<30	<30	<30			
50	沖縄	ポルト部	有	粗い、三角形	0.953 (0.70)	無	車面用(外板)	引張破壊	280	380	100	200	400	100	2900	130	100	<30	<30	<30	<30			
2	北海道	ガードバンプ継ぎ目部	有	粗い、四角形	3.655 (3.67)	無	車面付帯部品	引張破壊	*															
8	東北	継ぎ目部	有	粗い、四角形	1.060 (0.62)	無	車面用(外板)	引張破壊	340	28	60	70	150	60	1300	100	70	220	<20	<10	290			
23	中部	継ぎ目部	有	粗い、三角形	0.880 (0.65)	無	車面用(外板)	引張破壊	440	350	90	110	310	80	2000	280	200	20	<10	<10	610			
33	中国	継ぎ目部	有	粗い、三角形	1.000 (0.74)	無	車面用(外板)	引張破壊	270	35	69	40	270	20	1100	150	80	70	<20	<10	350			
40	四国	継ぎ目部	有	粗い、三角形	0.749 (0.75)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	50	150	200	300	100	5000	770	200	<30	<30	<30	510			
9	東北	起点側端部ポルト部	無	粗い、三角形	0.850 (0.69)	無	車面用(外板)	引張破壊	270	39	52	60	190	20	1000	140	120	120	<20	<20	290			
16	関東	ポルト部	無	粗い、三角形	0.692 (0.66)	無	車面用(外板)	引張破壊	340	20	110	100	210	60	1300	170	200	30	<10	<10	250			
21	北陸	ポルト部	無	粗い、三角形	1.133 (0.80)	無	車面用(外板)	引張破壊	270	360	142	90	280	40	2200	160	190	40	<20	<20	600			
24	中部	ポルト部	無	粗い、三角形	0.800 (0.72)	無	車面用(外板)	引張破壊	440	30	100	120	170	120	1600	120	200	200	<10	<10	730			
34	中国	ポルト部	無	粗い、三角形	0.550 (0.67)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	40	76	110	230	60	3900	490	140	100	0	<280	560			
41	四国	ポルト部	無	粗い、三角形	1.040 (0.90)	無	車面用(外板)	引張破壊	280	30	70	100	200	<100	1200	110	200	<30	<30	<30	450			
3	北海道	継ぎ目部	無	粗い、三角形	0.648 (0.68)	無	車面用(外板)	引張破壊	340	370	92	120	240	1500	2600	680	100	50	<20	<20	600			
51	四国	継ぎ目部	無	粗い、三角形	1.050 (0.80)	無	車面用(外板)	引張破壊	280	40	60	100	200	<100	1000	170	100	80	<30	<30	280			

(備考)厚さは整備局がマイクロメータで計測したもの。括弧内は材料分析時に錆をおとしたあとの金属片を、マイクロメータで3点計測し平均したものを

- : 極低炭素鋼であり板厚が1mm程度以下であり所定の強度を有する
(現在の一般的な乗用車等の車両車外板)
- : 低炭素鋼であり板厚が2mm程度以下であり所定の強度を有する
(トラックあるいは乗用車外板、旧来のものを含む)
- : 成分、板厚、形状、破断状況などから推定
- : 形状、破断状況から推定
- : 鋼材以外の材料、形状、破断状況から推定

サンプル 40個	北海道3	ポルト部	有	三角形	厚さ1.0mm未満 27個 (39個)	塗料有 21個	車面用又は車面付帯部品 40個	引張破壊 40個
	東北5	継ぎ目部	無	四角形	1.0mm以上 13個 (1個)	塗料無 19個		
	関東4	16個	19個	4個				
	北陸4	ガードバンプ継ぎ目部						
	中部3	4個						
	近畿4							
	中国4							
	四国5							
	九州5							
	沖縄3							

分析番号2は、ポリプロピレンの樹脂であり、形状、破断状況から車面外装部品と推定

材料分析を行った金属片の特徴(全国)

(c)故意に付着させたとと思われるような特異な特徴を有していると現場で判断された金属片:11個

分析番号	整備局名	付着場所	接触の形跡	破断面、形状	厚さ	塗料 有無	分析結果		成分分析結果(ppm)														
							材料の用途	破断状況	鋼板強度(歳)	C	S	Cu	Cr	Si	Mn	P	Ni	Nb	V	Ti	T.Ai		
12	関東	起点側端部ボルト部	有	粗い、三角形	1.163 (0.80)	有	車面用(外板)	引張破壊	480	140	110	130	490	170	3700	730	200	30	<10	<10	470		
17	北陸	ボルト部	有	粗い、三角形	1.039 (0.71)	有	車面用(外板)	引張破壊	270	21	72	100	420	60	1300	100	380	50	<20	400	390		
29	中国	ボルト部	有	粗い、三角形	0.790 (0.68)	無	車面用(外板)	引張破壊	380	23	42	920	630	230	3700	590	470	130	<20	<20	530		
30	中国	ボルト部	無	粗い、三角形	0.793 (0.69)	無	車面用(外板)	引張破壊	340	24	88	70	360	140	6300	400	90	130	40	<20	860		
35	四国	ボルト部	有	粗い、台形	1.586 (0.80)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	40	140	200	300	<100	1300	90	200	70	<30	380			
36	四国	ボルト部	有	粗い、三角形	1.284 (0.75)	有	車面用(外板)	引張破壊	380	410	90	100	300	<100	1700	240	300	<30	<30	<30			
37	四国	ボルト部	有	粗い、三角形	1.624	有	車面用(外板)	引張破壊	280	550	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
4	東北	継ぎ目部	有	粗い、五角形	1.100 (0.81)	有	車面用(外板)	引張破壊	270	24	110	90	190	60	740	140	150	30	40	770	340		
10	関東	継ぎ目部	有	粗い、四角形	2.917 (1.83)	有	車面用(ノコンバー)	引張破壊	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
11	関東	継ぎ目部	有	粗い、四角形	2.033 (0.83)	有	車面用(給油口カバー)	引張破壊	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
42	九州	終点側端部継ぎ目部	無	粗い、三角形	0.790 (0.85)	有	車面用(外板)	引張破壊	340	50	80	100	200	<100	3900	580	100	60	<30	320			

(備考)厚さは整備局がマイクログローメータで計測したもの。括弧内は材料分析時に鋼をおとしたあとの金属片を、マイクログローメータで3点計測し平均したもの

サンプル 11個	抽出理由 12: 金属片の付着位置が起点側端部の下面のボルト部であったため 17: 金属片の差し込み側が切り取られたようにみえたため 29: 金属片を外観した際に、人工的に加工されたもののようにみえたため 30: 金属片を外観した際に、人工的に加工されたものようにみえたため 35: 金属片の厚さが少し厚かったため 36: 金属片の厚さが少し厚かったため 37: 金属片の厚さが少し厚かったため 4: 金属片が防護柵の裏面まで貫通していたため 10: 材質が異なっていたため 11: 金属片の厚さが少し厚かったため 42: 金属片に溶接した跡のようなものがみえたため	車面用 11個	引張破断 11個
-------------	--	------------	-------------

: 極低炭素鋼であり板厚が1mm程度以下であり所定の強度を有する
(現在の一般的な乗用車等の車面車外板)

: 低炭素鋼であり板厚が2mm程度以下であり所定の強度を有する
(トラックあるいは乗用車外板、旧来のを含む)

: 成分、板厚、形状、破断状況などから推定

: 形状、破断状況から推定

: 鋼材以外の材料、形状、破断状況から推定

分析番号10は、プラスチックであり、形状、破断状況から車面のバンパーと推定

分析番号11は、形状、破断状況から車面の給油口カバーと推定

材料分析を行った金属片の特徴(全国)

(d) 全国の直轄国道で確認された金属片のうち、外観から判断して自動車に由来するものとは考えにくい特徴を持つ240個の金属片のうち、国総研において状況の再確認・精査を行った結果、材料分析が必要と判断された金属片：11個

分析番号	整備局名	付着場所	接触の形跡	破断面、形状	厚さ	塗料 有無	分析結果		成分分析結果(ppm) * :EPMA定量分析値(注1)													
							材料の用途	破断状況	C	S	Cu	Cr	Si	Mn	P	Ni	Nb	V	Ti	Ta		
232	東北	不明	不明	滑らか・台形	1.000 (1.30mm)	無	トラクターの部材	接触・落下	400	170	100	190	50	2300	170	200	<20	<10	<10	150		
351	近畿	ボルト部	不明	粗い・長方形	0.400 (0.35mm)	無	視線誘導標の取付金具	引張破壊	440	*300	*800	*200	*1200	*3300	*200	*400	*100	*100	*100	*200		
282	関東	不明	不明	粗い・長方形	2.000 (0.90mm)	無	車両用(ドア下部)	引張破壊	410	390	150	200	240	2300	190	200	<20	<10	<10	620		
240	東北	ボルト部	有	滑らか・その他	1.000 (0.15mm)	有	車両用(外板)	引張破壊	440	*1100	*300	*200	*1000	*1100	*100	*400	*300	*100	*200	*500		
299	中部	終点側端部継ぎ目部	有	粗い・台形	2.400 (2.30mm)	無	車両用(荷台)	引張破壊	590	550	50	1800	910	30	1700	160	600	<20	<10	310		
276	関東	継ぎ目部	有	粗い・その他	3.143 (3.50mm)	無	車両用(下回り)	引張破壊		Al-Mg合金	1000	<100	400	<100	Mg=35900、Fe=300、Zn=<100			20	残りAl			
300	中部	不明	不明	粗い・台形	3.000 (2.10mm)	無	車両用(下回り)	引張破壊	680	30	1200	180600	4500	7800	Zn<100 79900	250	1400	<10	30			
428	九州	ガードパイプ始点部	有	粗い・その他	3.600 (2~3mm)	有	車両用(付属品)	引張破壊		純Al	100	<100	3800	<100	Mg=4700、Fe=1600、Zn=<100			100	残りAl			
297	中部	継ぎ目部	有	粗い・三角形	0.900 (0.70mm)	有	車両用(外板)	引張破壊	370	360	90	100	210	80	2500	160	100	<20	<10	250		
304	中部	不明	不明	粗い・棒状	1.020 (0.60mm)	無	車両用(ドア下部)	引張破壊	340	20	80	100	160	10	1400	110	150	<10	210	270		
319	中部	継ぎ目部	有	粗い・その他	1.211 (0.50mm)	無	車両用(外板)	引張破壊	490	330	70	100	190	120	1800	240	200	<20	<10	630		

(備考)厚さは整備局がマイクロメータで計測したもの。括弧内は材料分析時に鎖をおとしたあとの金属片を、マイクロメータで3点計測し平均したもの

サンブル 11個	抽出理由 232: (ア)、破断面が滑らか、形状に曲がったところが無くまっすぐである 351: (ア)、ガードレールの凹部に付着、金属片の形状が特異である 282: (ア)、人工的に加工したように見える 240: (イ)、金属片の形状が特異である 299: (ウ)、自動車用鋼板では無いと思われる 276: (ウ)、金属片の形状および材質が特異である 300: (ウ)、自動車用鋼板では無いと思われる 428: (ウ)、金属片の形状が特異である 297: (エ)、金属片の形状が特異である 304: (エ)、付着状況が判断できず、車両由来と類似しない 319: (エ)、金属片の形状が特異である	車 間 用 9 個 視線誘導標の取付金具 1 個 トラクター 1 個	引張破断 10 個 接触・落下 1 個
-------------	--	--	--

(備考) (ア): 金属片の差し込み側が人工的に加工されているように見える

(イ): 破断面が人工的に作られたように滑らか

(ウ): 金属片の厚さが自動車用鋼板と一致しない

(エ): 中央分離帯のある道路で継ぎ目に付着している

：極低炭素鋼であり板厚が1mm程度以下であり所定の強度を有する

：現在の一般的な乗用車等の車両車外板

：低炭素鋼であり板厚が2mm程度以下であり所定の強度を有する
(トラックあるいは乗用車外板、旧来のものを含む)

：成分、板厚、形状、破断状況などから推定

：形状、破断状況から推定

：鋼材以外の材料、形状、破断状況から推定

：道路管理者に確認した結果をもとに特定

分析番号232は、通常の低炭素Alはド鋼板(錆物のようなもの)であり、板厚、形状、破断状況などからトラクターの部材と推定

分析番号351は、道路管理者に確認した結果、古い視線誘導標の取付金具であると特定

分析番号240は、ミクロ組織から極低炭素鋼板であり、自動車外板と推定(Nb-Ti系SULC(Super Ultra Low Carbon Steel)鋼板)

分析番号299は、低炭素Alはド熱延鋼板(錆物のようなもの)であり、板厚、形状、破断状況などから車両用の荷台と推定

分析番号276は、Mgの存在から判断して5000番系Al合金と思われる、形状、破断状況から車両の下回り部品と推定

分析番号300は、ステンレス鋼板と思われる、板厚、形状、破断状況などから車両用の下回り部品と推定

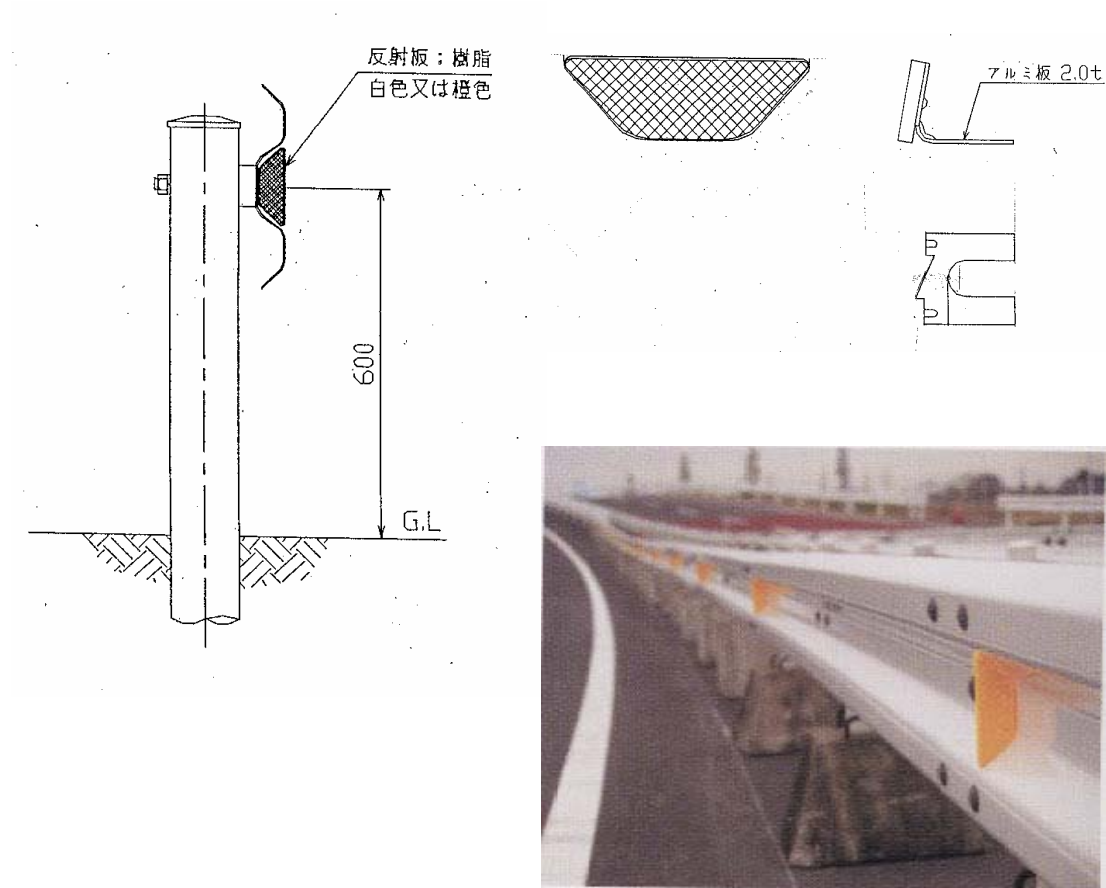
分析番号428は、分析結果から1000番系純Alと思われる、形状、破断状況から車両用の付属品と推定

(注1)EPMA(電子線プローブマイクロアナライザー)は、物質に電子線を照射して発生する特性X線の波長と強度をX線分光器で分光し、解析することによりその物質の組成を分析する。

3－7 ガードレール表面に設置する視線誘導標 (デリニエーター)

ガードレール表面に設置する視線誘導標（デリニエータ）

● ガードレール表面に設置するデリニエータ製品の一例



● ガードレール表面に設置するデリニエータ製品の出荷量

平成13年からの総出荷量： 3社合計 約13,000個
(うち半数以上は高規格幹線道路向け)

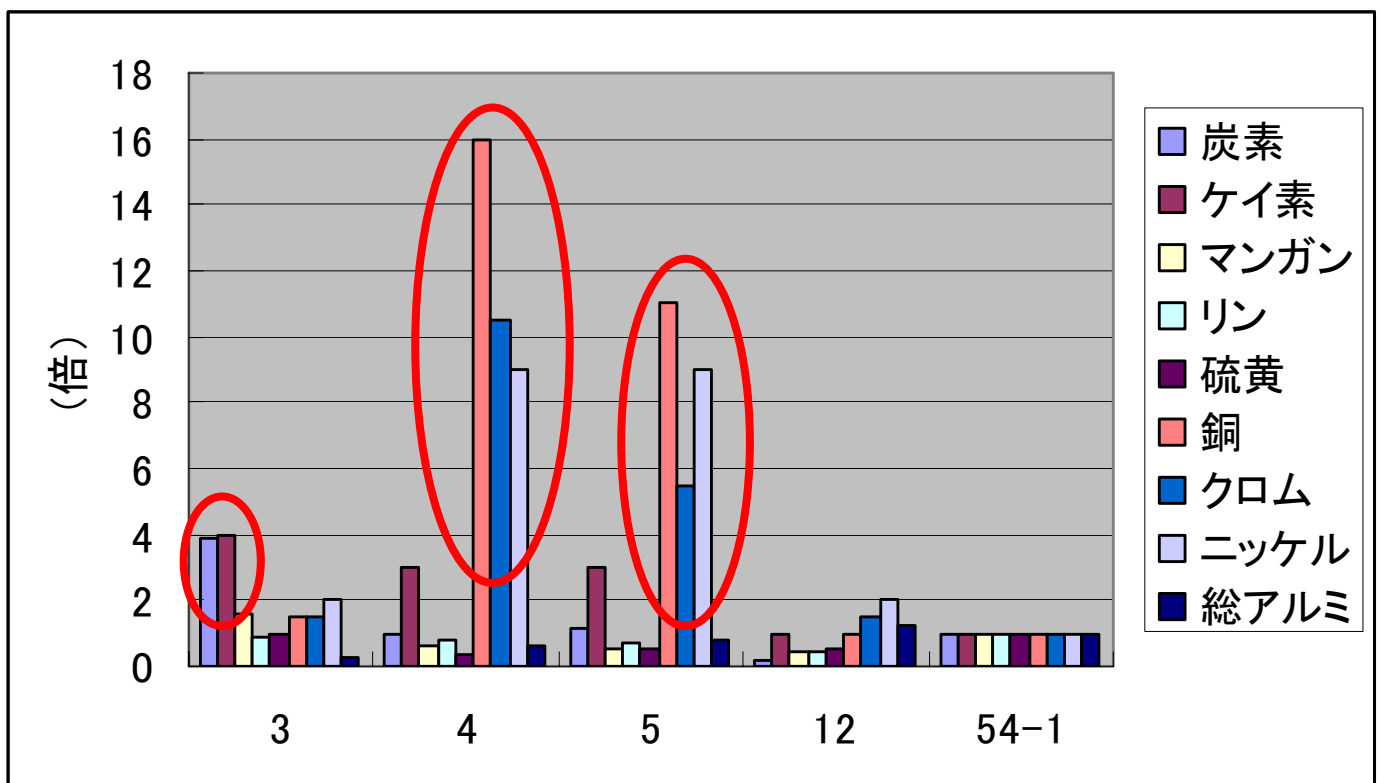
(デリニエータ取り扱い会社よりヒアリング)

3－8 金属金具類の成分分析結果

金属金具類の成分分析結果

試料 番号	サンプル内容	材料		参考（主要な車両 外板の関連 JIS）
		金属種類	相当 JIS 等	
1	デリニエーター 止め金具	純アルミニウム	JIS H 4000 の合金番号 1200	
2	クランプ	アルミニウム合金	JIS H 4000 の合金番号 5052	
3	看板類止め金具	鋼材 中炭素アルミキルド鋼	400MPa 級 JIS G 3101 SS400	JIS G 3134 SPHF JIS G 3135 SPFC
4	看板類止め金具	鋼材 低炭素アルミキルド鋼	270MPa 級 JIS G 3131 SPHC	
5	看板類止め金具	鋼材 低炭素アルミキルド鋼	270MPa 級 JIS G 3131 SPHC	

鋼製金具と金属片の成分比較（金属片 54-1（大宮）の成分を 1 として比較）



➡ 金属片に比べ、試料 3（JIS3010）は、炭素、ケイ素の成分量が卓越
 試料 4，5（JIS3131）は、ケイ素、銅、クロム、ニッケルの成分量が卓越

各試料の主要成分

アルミニウム製金具成分（質量％）

試料番号	ケイ素	鉄	銅	マンガン	マグネシウム	クロム	亜鉛	チタン	主成分
1	0.17	0.27	0.04	0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	Al
2	0.10	0.26	0.02	0.02	2.65	0.22	<0.01	<0.01	Al

鋼製金具成分（質量％）

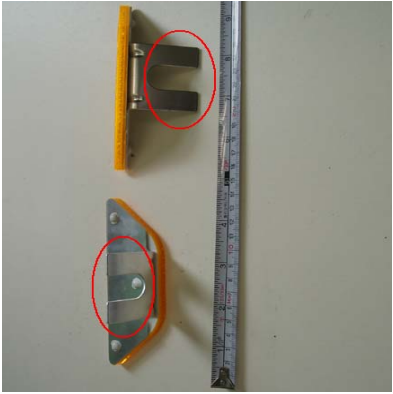
試料番号	炭素	ケイ素	マンガン	リン	硫黄	銅	クロム	ニッケル	総アルミ	主成分
3	0.141	0.04	0.40	0.021	0.008	0.03	0.03	0.02	0.011	Fe
4	0.034	0.03	0.16	0.020	0.003	0.32	0.21	0.09	0.026	Fe
5	0.042	0.03	0.13	0.018	0.004	0.22	0.11	0.09	0.033	Fe

参考)

金属片の成分の例（質量％）

試料番号	炭素	ケイ素	マンガン	リン	硫黄	銅	クロム	ニッケル	総アルミ	主成分
54-1 G3135 相当	0.005	0.01	0.11	0.010	0.004	0.02	0.03	0.02	0.050	Fe
12 G3134 相当	0.036	0.01	0.25	0.025	0.008	0.02	0.02	0.01	0.040	Fe

材料分析を行った残存金具等

分析を行った部位	1. 視線誘導標	2. 標識の固定金具	3. 看板等の取付金具 1	4. 看板等の取付金具 2	5. 看板等の取付金具 3
設置した状態					
					

4. 現地調査

4－1 現地調査

現 地 調 査

1. 視察日：平成17年6月21日（火）

2. 行程：

13:00 JR熊谷駅発

13:00～ R125号（補助国道）
市道第4.3-334号（行田市若小玉）
（主）佐野行田線
市道第5.3-276号

13:45～ R17（熊谷BP）
R17（深谷市）

14:15 R17・深谷市深谷町着（30分） ※取材箇所

14:55 R17・岡部町

15:05 関越自動車道・本庄児玉IC

15:25 関越自動車道・川越IC

15:40 富士見有料道路（一般有料道路）

16:10 関東地方整備局着

※時刻は多少前後することがあり得ますので、あらかじめご了承ください。

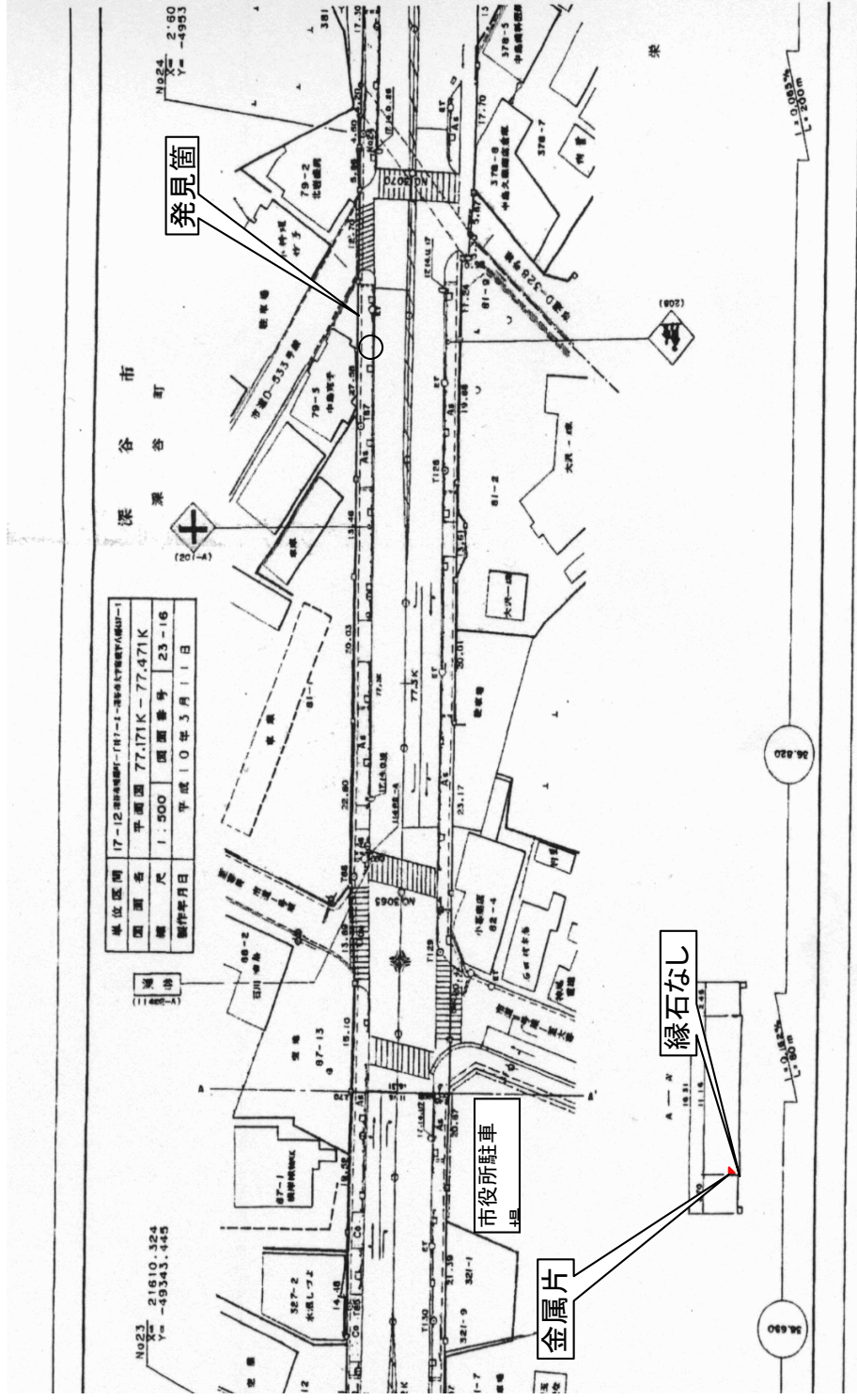
3. 取材・撮影について

取材・撮影場所は、14：15頃の「R17・深谷市深谷町」です。

No.15

① 平面図・横断面図

路線 一般国道17号 77.35kp 下り
地先 埼玉県深谷市深谷81-1



③ ガードレールの種類

Gr-B

④ 付着の箇所
中間部下ボルト

② 状況写真



埼玉県深谷市深谷町81-1



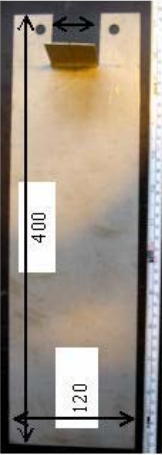


5. 室内実験

5－1 室内実験結果

室内実験結果

1) 試験片の引張実験

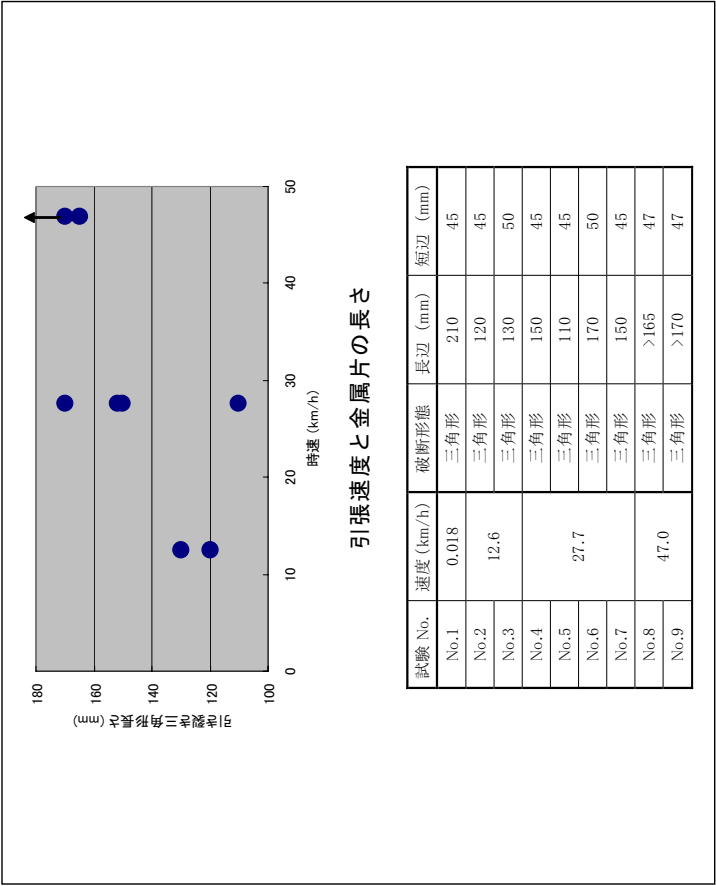


供試体

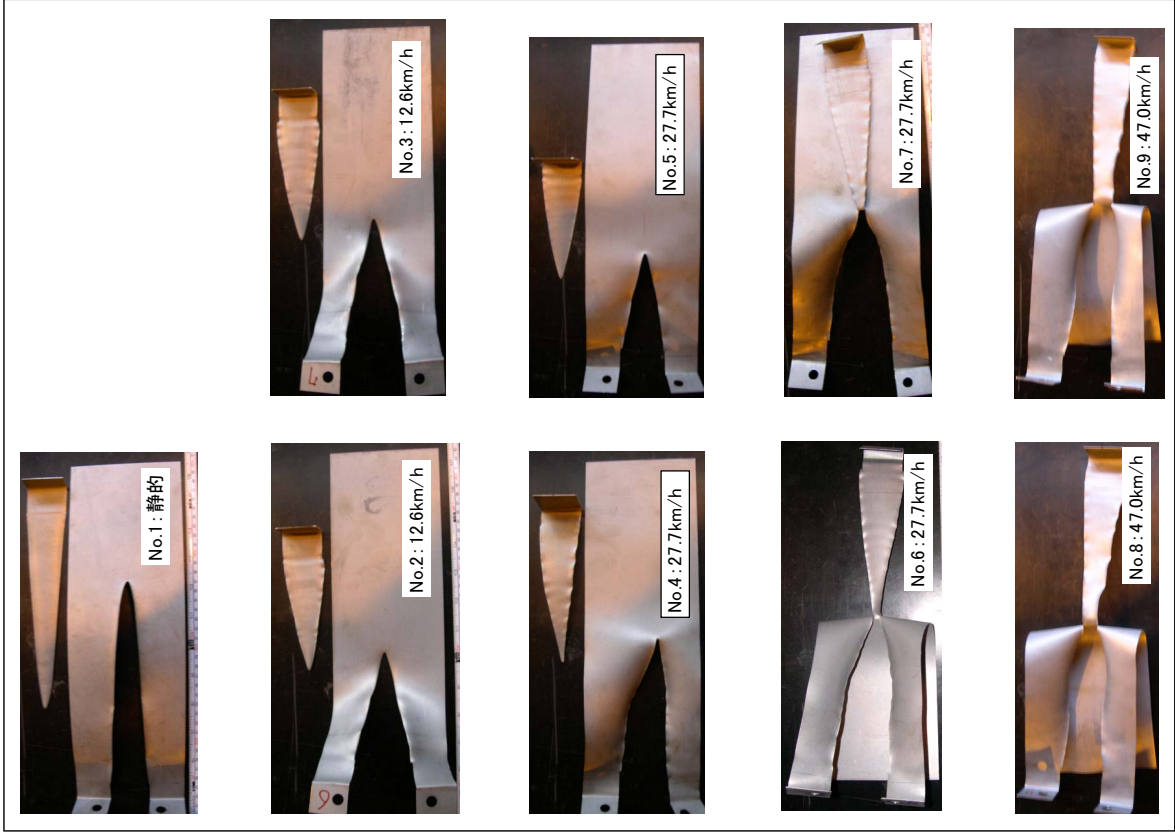


実験状況

引張実験の状況



引張実験結果



引張実験後の供試体

2) ドアパネルの引張実験



供試体



試験機取付状況 (表側)



試験機取付状況 (裏側)

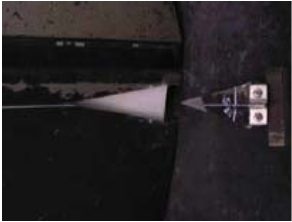
引張実験の状況



ドアパネル 1

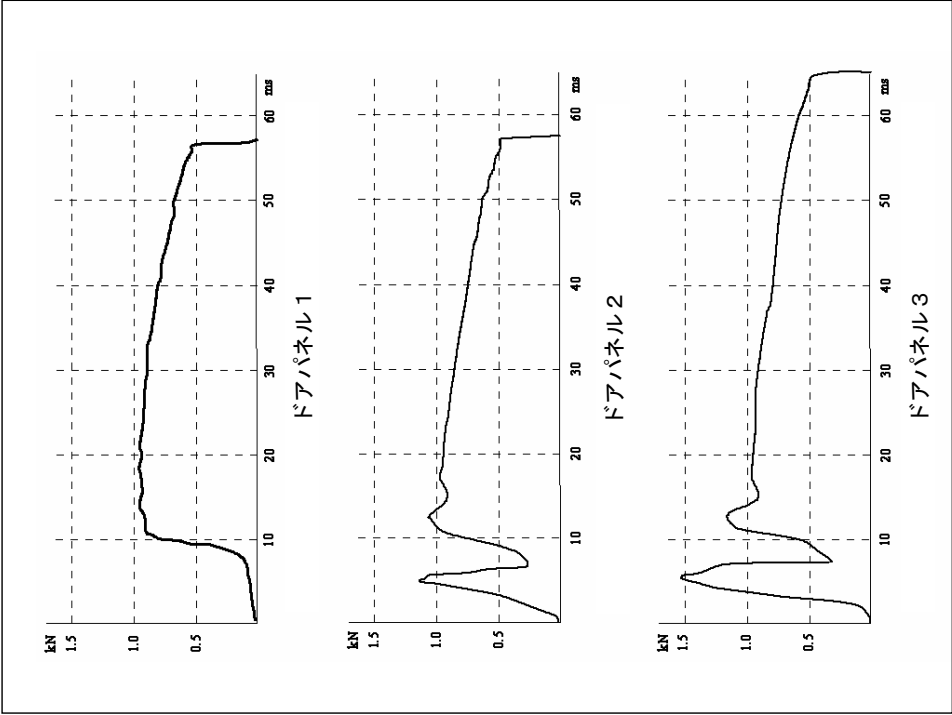


ドアパネル 2



ドアパネル 3

引張実験後の供試体



引張実験結果 (時間-荷重曲線)

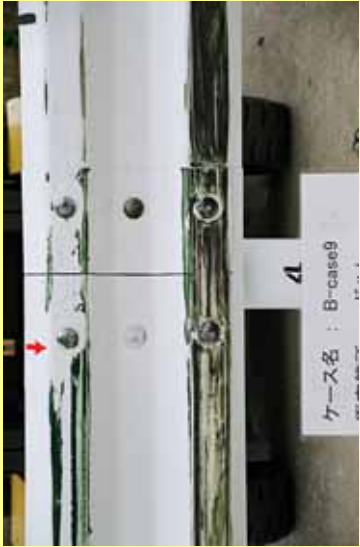
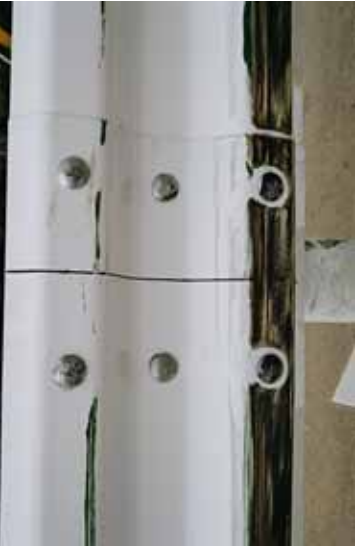
6. 実車実験

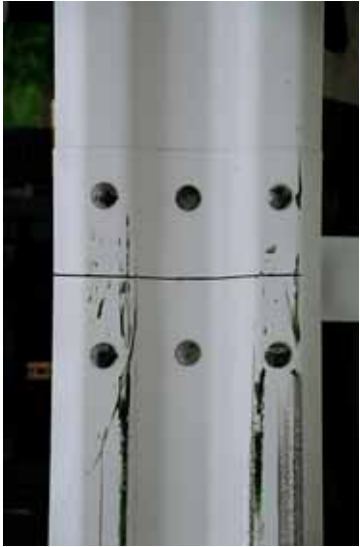
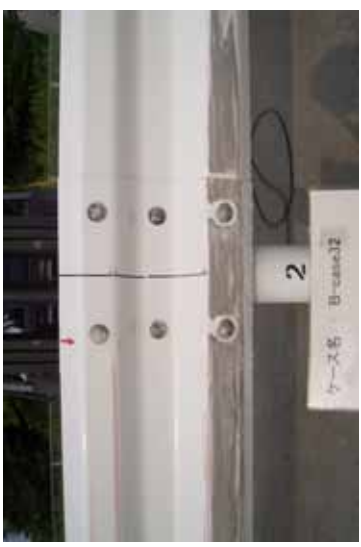
6－1 実車実験結果

実車実験結果

ボルト

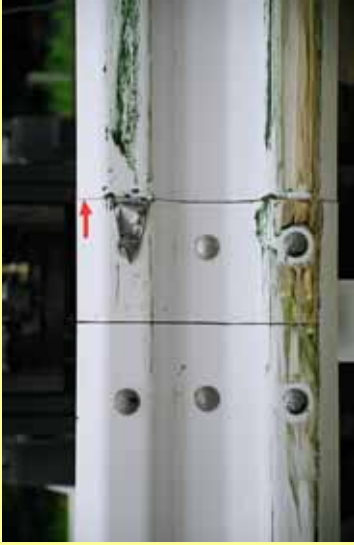
実験No.	ガードレール	車両	金属片
11			
12			
20			
27			
33			
9			

実験No.	ガードレール	車両	金属片
10			
25			
26			
5			
6			
7			
8			

実験No.	ガードレール	車両	金属片
19			
24			
32			
46			
47			
48			
49			

実験No.	ガードレール	車両	金属片
50			
51			

継目（逆目での衝突）

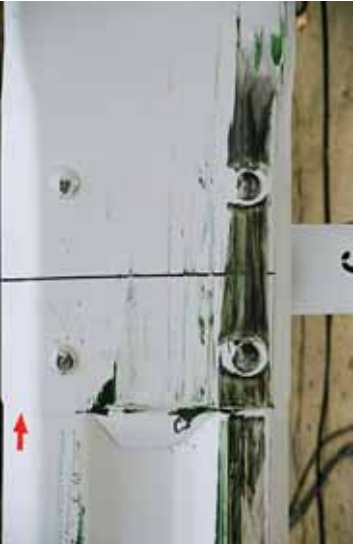
実験No.	ガードレール	車 両	金 属 片
2			
4			
17			
18			
28			
31			

実験No.	ガードレール	車両	金属片
43			
45			
1			
3			
29			
30			
34			

実験No.	ガードレール	車両	金属片
35			
36			
37			
38			
39			
40			
42			

実験No.	ガードレール	車両	金属片
44			
41			

終点側端部

実験No.	ガードレール	車両	金属片
13			
14			
16			
21			
22			
15			
23			

防護柵の継ぎ目部に金属片が付着する状況を上から撮影した映像
 (車両の右側が防護柵の継ぎ目部(逆目)に接触)



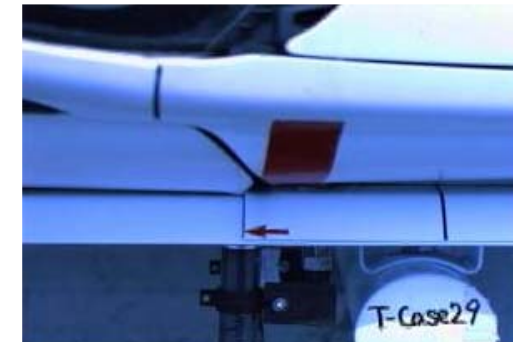
1) 車両接触前



2) バンパーが継ぎ目に接触



3) 運転席ドア部分が継ぎ目に接触



4)



5)



6)



7)



8)



9) 金属片と車両が接触



10)



11) 車両離脱後



12)

7 . 金属片の視認性実験

7 - 1 金属片の視認性に関する考察

金属片の視認性に関する考察

[防護柵に付着した金属片の視認距離について]

静止状態の場合、通常視力者（視力 1.0 の者）が視認できる大きさは、視野角が 1' まで認識できるとされている。

$$\left(\begin{aligned} 1' &= 1/60 \text{度} = 1/60 \times \pi / 180 \text{ rad} \\ &= 2.9 \times 10^{-4} \text{ rad} \end{aligned} \right)$$

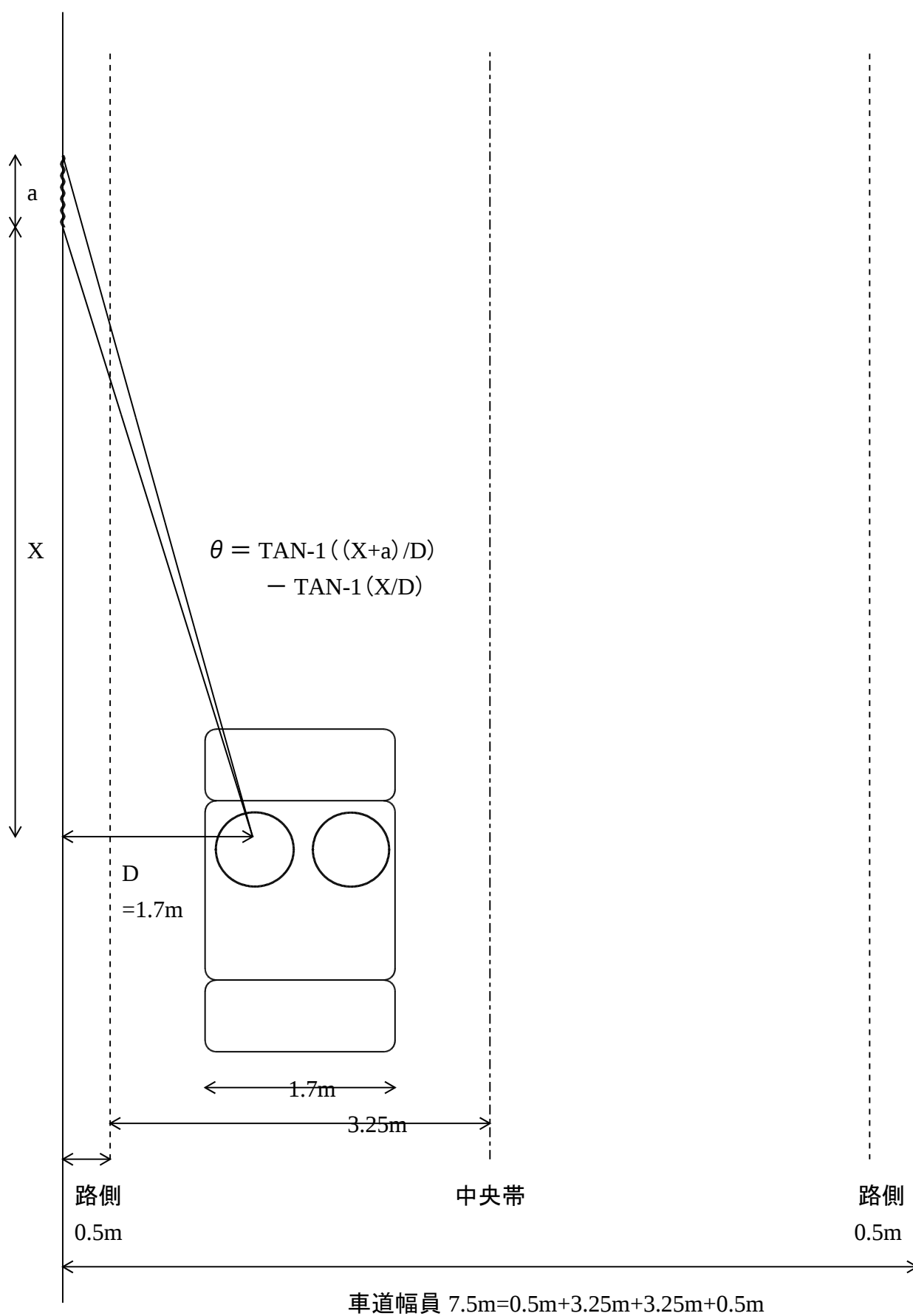


別紙に示すとおり、車道幅員 7.5 m の道路において、自動車の助手席の者から左側路側の防護柵までの距離は、1.7 m である。

$$\left(\begin{aligned} \text{車道幅員 } 7.5 \text{ m} &= \text{路肩 } 0.5 \text{ m} + 3.25 \text{ m} \times 2 \text{ 車線} + 0.5 \text{ m} \quad \text{とする。} \\ \text{車両の幅を } 1.7 \text{ m} &\text{とすると、} \\ \text{車体の左端から助手席の中心までの距離} &= 1.7 \text{ m} / 4 \\ &= 0.425 \text{ m} \\ \text{車線の左端から車両までの距離} &= (3.25 \text{ m} - 1.7 \text{ m}) / 2 \\ &= 0.775 \text{ m} \\ \text{従って、防護柵から助手席の中心までの距離} &= 0.5 + 0.775 + 0.425 \\ &= 1.7 \text{ m} \end{aligned} \right)$$

次に、車両から前方 X m のところに、長さ 6.9 cm の金属片が防護柵に平行に付着しているとき、その視野角が通常視力者が認識できる 1' まで認識できると仮定して、距離 X を逆算すると、X = 20.0 m となる。

$$\left(\begin{aligned} \text{車両から金属片が付着している位置までの距離を } X \\ \text{助手席の中心から防護柵までの距離を } D = 1.7 \text{ m} \\ \text{金属片の長さを } a = 0.069 \text{ m} \quad \text{とすると} \\ \\ \tan^{-1}((X+a)/D) - \tan^{-1}(X/D) &= 2.9 \times 10^{-4} \\ \text{ここで、} D &= 1.7 \text{ m} \\ a &= 0.069 \text{ m} \\ \text{として、} X \text{ を算出すると } X &= 20.0 \text{ m} \end{aligned} \right)$$



国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.281 February 2006

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL029-864-2675