

### 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）

##### 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 に示す考え方に従って抽出した 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

②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。

③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。

#### ④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)

##### ①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

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

表 3 - 8 自動車に由来するものと判断する基準

<p>○次のいずれかに該当するもの</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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</li> <li>・車両付帯部品と思われるもの（プラスチック等）</li> <li>・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</li> </ul>
--

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

## ②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。