

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

①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	

②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

①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。

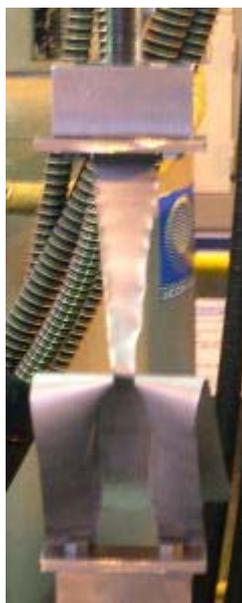


写真5-3 実験の状況

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

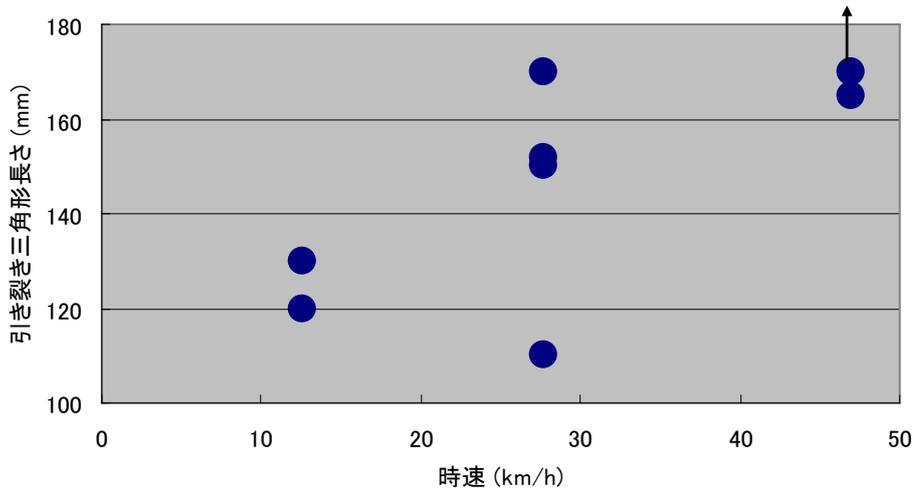


図 5 - 1 引張速度と金属片の長さの関係

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、三角形の長さとは引張速度の関係は、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。

②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。

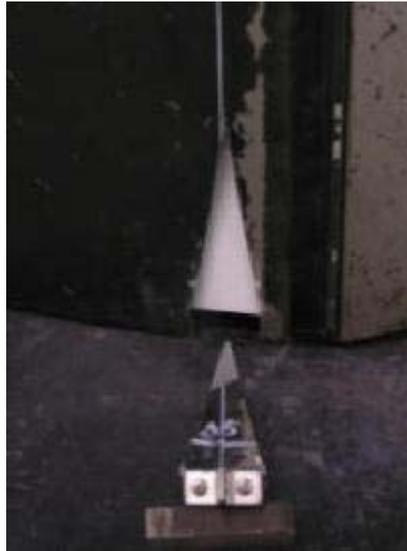
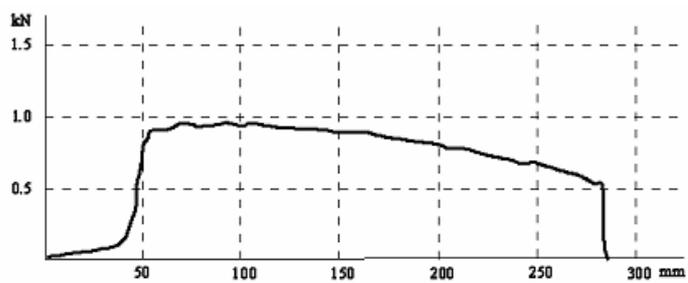
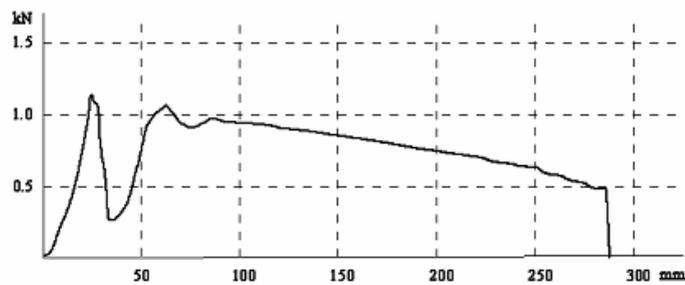


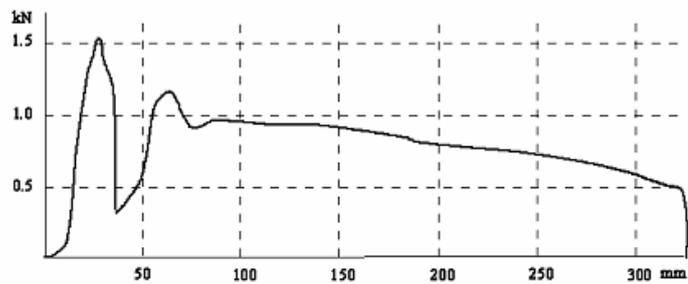
写真 5 - 4 ドアパネルの引張実験により生じた金属片



ドアパネル 1



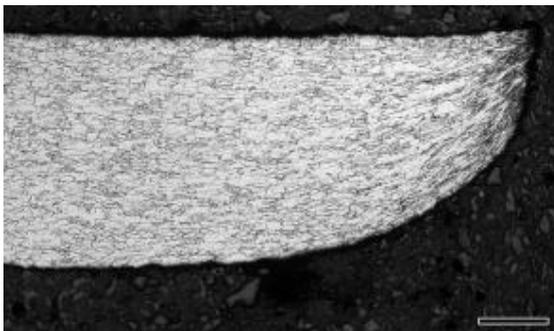
ドアパネル 2



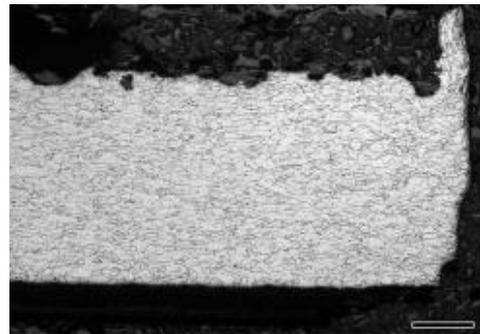
ドアパネル 3

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の先端部（引き裂き破断）と鋸切断したへム部（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

③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。