

自転車用ヘルメット等の安全に関する検証実験結果

自転車乗車時に着用できる旨を表示して販売しているヘルメット 4 商品について、安全性を検証する性能試験を行った。試験は、SG 基準を参考に実施した。

1 衝撃吸収性試験（落下高さをSG基準より低く設定）

- 自転車用の規格に適合する表示がない（適合マークの表示なし／自転車用以外の規格）ヘルメットである検体A・Bと、自転車用の規格のヘルメットである検体C・Dでは、衝撃吸収性能に大きな差が見られた。
- 検体A・Bは、SG基準に比べて落下高さがかなり低いにもかかわらず、多くの測定結果がSG基準値を超えた。

2 衝撃吸収性試験（繰り返し）

- 自転車用の規格のヘルメットである検体C・Dについて、同じ衝撃箇所でも繰り返し衝撃吸収試験を行ったところ、衝撃を与えるごとに衝撃吸収性能が低下した。

3 保持装置の強さ試験

- 適合マークの表示がない検体Aは、試験時にあご紐のアジャスターが破損した。
- 自転車用以外の規格のヘルメットである検体Bは、予荷重をかけた時点で留め具の固定が緩みあご紐が長くなってしまい、試験が成立しなかった。
- SG認証品である検体Cは、SG基準に適合する結果であった。
- 欧州規格品である検体Dは、保持装置の最大伸びがSG基準値を超過した。

4 保持性試験（ロールオフ試験）

- 自転車用の規格のヘルメットである検体C・Dと、適合マークの表示がない検体Aは、SG基準に適合する結果であった。
- 自転車用以外の規格のヘルメットである検体Bは、予荷重をかけた時点でヘルメットが人頭模型から脱落し、試験が成立しなかった。

第1 目的

自転車向けに市販されているヘルメットの安全性について検証を行う。

第2 調査内容

自転車乗車時に着用できる旨を表示して販売しているヘルメットについて、SG 基準を参考にした性能試験を行った。




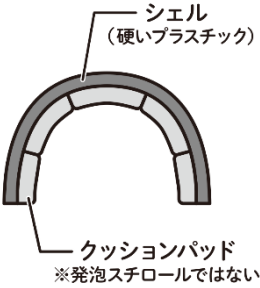

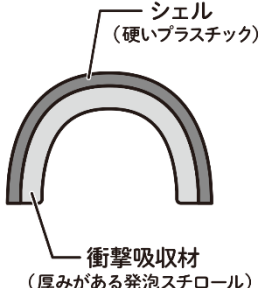
第3 実験内容

自転車乗車時に着用できる旨を表示して販売しているヘルメットについて、一般財団法人製品安全協会が制定した「自転車等用ヘルメットのSG基準」を参考に性能試験を実施した。

1 試験対象品（検体）

自転車乗車時に着用できる旨を表示して販売しているヘルメットの中から、4商品を試験対象品（以下「検体」という。）として選定した。選定した検体は、表1のとおり。

表1 試験対象品（検体）一覧

	A	B	C	D
規格の適合マーク	適合マーク表示なし	自転車用以外の規格のヘルメット 〔海外規格〕 CE EN812 軽作業帽（BUMP CUP）	自転車用の規格のヘルメット 〔国内規格〕 SG 自転車等用 〔海外規格〕 CE EN1078 自転車等用	
（表示）	—			
主な構造	ヘルメット内側に衝撃吸収材は無いが、クッションパッドがついている。	ヘルメット内側の一部分のみに、薄手の衝撃吸収材がついている。	ヘルメット内側の大部分（通気穴を除く）を、厚みがある衝撃吸収材が覆っている。	
（断面図）	 シェル（硬いプラスチック） クッションパッド ※発泡スチロールではない	 シェル（軟らかいプラスチック） 衝撃吸収材（薄いクッション材）	 シェル（硬いプラスチック） 衝撃吸収材（厚みがある発泡スチロール）	

2 試験内容

一般財団法人製品安全協会が制定した「自転車等用ヘルメットに関するSG基準」を参考に、(1)～(4)の性能試験を行った。試験方法などを、表2-1、2-2に示す。

(1) 衝撃吸収性試験（落下高さをSG基準より低く設定）

試験対象	
4 検体	[内訳] 検体A、B、C、D
試験概要	
・ヘルメットを人頭模型に装着した状態で、平面形鋼製アンビル上に落下させ、その時の衝撃加速度等を測定した。	
・衝撃箇所は、ヘルメットの「前頭部、後頭部、右側頭部、左側頭部」の4点とした。	
・落下は、試験対象品の衝撃吸収ライナーの有無等の構造を確認し、予備試験を行い、試験装置が損傷しないと推定される下記の高さから行った。	
衝撃点	落下高さ
前頭部、後頭部	300mm
右側頭部、左側頭部	100mm
・高温、低温、浸せきの前処理は行わず、常温の商品で試験を行った。	

(2) 衝撃吸収性試験（繰り返し）

試験対象	
2 検体	[内訳] 検体C、D
試験概要	
・ヘルメットを人頭模型に装着した状態で、平面形鋼製アンビル上及び半球形鋼製アンビル上に落下させ、そのときの衝撃加速度等を測定した。	
・衝撃箇所は、ヘルメットの「前頭部、後頭部、右側頭部、左側頭部」の4点とした。	
・落下は、SG基準に規定がある衝撃時の落下速度が得られる下記の高さから、3回繰り返し行った。ただし、試験装置の損傷が懸念された場合は、3回目の落下を中止した。	
アンビル	落下高さ
平面形鋼製アンビル	1,580mm
半球形鋼製アンビル	1,140mm
・高温処理等の前処理は行わず、常温の商品で試験を行った。	

(3) 保持装置の強さ試験

試験対象	
4 検体	[内訳] 検体A、B、C、D
試験概要	
・あご紐に負荷装置を取り付けた状態で、落下重すいを落下させ、そのときのあご紐の伸びを測定した。	

(4) 保持性試験（ロールオフ試験）

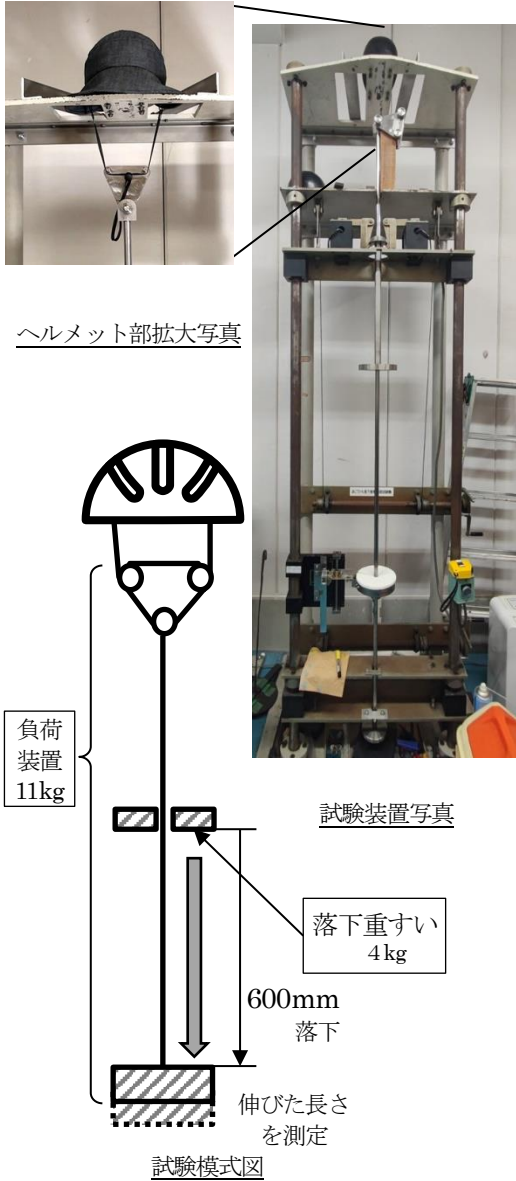

試験対象	
4 検体	[内訳] 検体A、B、C、D
試験概要	
・ヘルメット後部中央下端に落下重すい誘導装置のワイヤーを接続した状態で、落下重すいを落下させ、そのときにヘルメットが人頭模型から脱落するか確認した。	

表 2-1 自転車用ヘルメット等の性能試験 (1/2)

試験内容	ア 衝撃吸収性試験 (落下高さをSG基準より低く設定)				イ 衝撃吸収性試験 (繰り返し)	
試験対象 (検体)	A	B	C	D	C	D
	適合マーク表示なし	自転車用以外の規格のヘルメット	自転車用の規格のヘルメット		自転車用の規格のヘルメット	
		CE EN812 軽作業帽	SG 自転車等用	CE EN1078 自転車等用	SG 自転車等用	CE EN1078 自転車等用
前処理	常温 [参考: SG基準では高温、低温、浸せきの前処理がある]					
衝撃箇所	4点 前頭部、後頭部、右側頭部、左側頭部					
アンビル形状	平面形鋼製アンビル [参考: SG基準では半球形鋼製アンビル上にも落下させる]				平面形鋼製アンビル 半球形鋼製アンビル	
落下高さ	検体A、Bの衝撃吸収ライナーの有無等の構造を確認し、試験装置が損傷しないと推定される高さから試験				SG基準に規定がある 衝撃時の落下速度が得られる高さから試験	
	・前頭部、後頭部： 高さ 300mm		・右側頭部、左側頭部： 高さ 100mm		・平面形鋼製アンビル： 高さ 1,580mm※ ・半球形鋼製アンビル： 高さ 1,140mm※	
試験方法 模式図等						
SG 基準 要求性能	<ul style="list-style-type: none"> ・人頭模型の重心の衝撃加速度が 2,940m/s²(300G)以下 ・1,470m/s²(150G)以上の衝撃加速度の継続時間が 4ms 以下 					

※ 落下高さは、試験装置の衝突時の落下速度を確認して設定した値。

表 2-2 自転車用ヘルメット等の性能試験 (2/2)

試験内容	ウ 保持装置の強さ試験				エ 保持性試験 (ロールオフ試験)			
試験対象 (検体)	A	B	C	D	A	B	C	D
	適合マーク 表示なし	自転車用以外 の規格の ヘルメット CE EN812 軽作業帽	自転車用の規格の ヘルメット SG 自転車等用	CE EN1078 自転車等用	適合マーク 表示なし	自転車用以外 の規格の ヘルメット CE EN812 軽作業帽	自転車用の規格の ヘルメット SG 自転車等用	CE EN1078 自転車等用
前処理	常温				常温			
試験方法 模式図等	 <p>ヘルメット部拡大写真</p> <p>試験装置写真</p> <p>試験模式図</p>				 <p>試験装置写真</p> <p>試験模式図</p>			
SG 基準 要求性能	<ul style="list-style-type: none"> 保持装置の最大伸びが 35mm 以下であること 試験後に片手で容易に締結具が乖離できること 				<ul style="list-style-type: none"> ヘルメットが人頭模型から脱落しない 			

第4 実験結果

ヘルメットの性能試験の結果を、1から4に示す。

1 衝撃吸収性試験（落下高さをSG基準より低く設定）

落下高さをSG基準より低く設定して行った衝撃吸収性試験の結果を、表3に示す。

検体A、Bと検体C、Dを比較すると、衝撃吸収性能に大きな差が見られた。


検体A、Bは、SG基準に比べて落下高さがかなり低いにもかかわらず、多くの衝突箇所でSG基準値を超える最大衝撃加速度が発生した。

検体C、Dは、SG基準値よりもかなり低い最大衝撃加速度であった。

表3 衝撃吸収性試験（落下高さをSG基準より低く設定）結果

試験対象 (検体)		アンビル 形状	最大衝撃加速度 (m/s ²)				【参考】 SG 基準値	
			落下高さ 300mm (SG 基準の約 1/5 の高さ)		落下高さ 100mm (SG 基準の約 1/15 の高さ)			
			前頭部	後頭部	右側頭部	左側頭部		
適合マーク表示なし	A	平面形	3,588	4,393	2,395	1,357	2,940 以下 ※落下高さ 約 1.5mで の基準値	
自転車用 以外の 規格	CE EN812 軽作業帽	B	平面形	4,323	5,068	4,462		4,296
自転車用 の規格	SG 自転車等用	C	平面形	825	742	351		332
	CE EN1078 自転車等用	D	平面形	692	796	404		350

※ 衝撃加速度 1,470 m/s²以上の継続時間は、いずれもSG基準値に適合する4ms以下であった。

 : SG 基準で不適合の項目

2 衝撃吸収性試験（繰り返し）

検体 C、D に対して行った、同じ衝撃箇所にも最大 3 回繰り返し衝撃を与える試験の結果を、アンビルの形状別に表 4-1、表 4-2 に示す。

検体 C、D ともに、衝撃を与えるごとに、最大衝撃加速度が高くなり、衝撃吸収性能の低下が見られた。

検体 C は、2 回目の落下で多くの衝撃箇所の最大衝撃加速度が SG 基準値を超えた。

検体 D は、3 回目の落下で前頭部のみ SG 基準値を超える最大衝撃加速度を記録した。

表 4-1 衝撃吸収性試験（繰り返し）平面形鋼製アンビル 結果

試験対象 (検体)			アンビル 形状	衝撃箇所	最大衝撃加速度 (m/s ²)			SG 基準値
					落下高さ 1,580mm			
					1 回目	2 回目	3 回目	
自転車用の規格	SG 自転車等用	C	平面形	前頭部	2,244	3,300	—	2,940 以下
				後頭部	2,343	3,229	—	
				右側頭部	2,322	3,254	—	
				左側頭部	2,410	3,452	—	
	CE EN1078 自転車等用	D	平面形	前頭部	1,542	2,307	3,098	
				後頭部	1,729	2,061	2,324	
				右側頭部	1,776	2,265	2,660	
				左側頭部	1,840	2,246	2,703	

※ 衝撃加速度 1,470 m/s²以上の継続時間は、いずれも SG 基準値に適合する 4ms 以下であった。



 : SG 基準で不適合の項目

表 4-2 衝撃吸収性試験（繰り返し）半球形鋼製アンビル 結果

試験対象 (検体)			アンビル 形状	衝撃箇所	最大衝撃加速度 (m/s ²)			SG 基準値
					落下高さ 1,140mm			
					1 回目	2 回目	3 回目	
自転車用の規格	SG 自転車等用	C	半球形	前頭部	1,172	2,912	5,785	2,940 以下
				後頭部	1,214	4,047	—	
				右側頭部	1,248	2,569	—	
				左側頭部	1,296	3,074	—	
	CE EN1078 自転車等用	D	半球形	前頭部	969	1,947	5,088	
				後頭部	947	1,290	1,844	
				右側頭部	871	1,301	1,966	
				左側頭部	816	1,230	1,620	

※ 衝撃加速度 1,470 m/s²以上の継続時間は、いずれも SG 基準値に適合する 4ms 以下であった。

 : SG 基準で不適合の項目

3 保持装置の強さ試験

保持装置の強さ試験の結果を、表 5 に示す。

検体 A は、重すいの落下の衝撃に耐えられず、あご紐のアジスタターが破損した。

検体 B は、あご紐に負荷装置を取り付けた（予荷重をかけた）時点で留め具の固定が緩みあご紐が長くなってしまい、試験が成立しなかった。

SG 認証品である検体 C は、SG 基準に適合した。

検体 D は、保持装置の最大伸びが SG 基準値を超過した。

表 5 保持装置の強さ試験結果

試験対象 (検体)		保持装置の 最大伸び (mm)	試験後容易に 締結具の解離 ができる	判定	備考	SG 基準 要求性能	
適合マーク表示なし		A	アジスタター 破損	—	×	最大伸び 35mm 以下 かつ 試験後容易 に締結具の 解離が可能	
自転車用 以外 の規格	CE EN812 軽作業帽	B	試験成立せず	—	×		予荷重をかけた時点で留 め具の固定が緩みあご紐 が長くなり試験できず。
自転車用 の規格	SG 自転車専用	C	29.0	解離可能	○		
	CE EN1078 自転車専用	D	41.5	解離可能	×※		

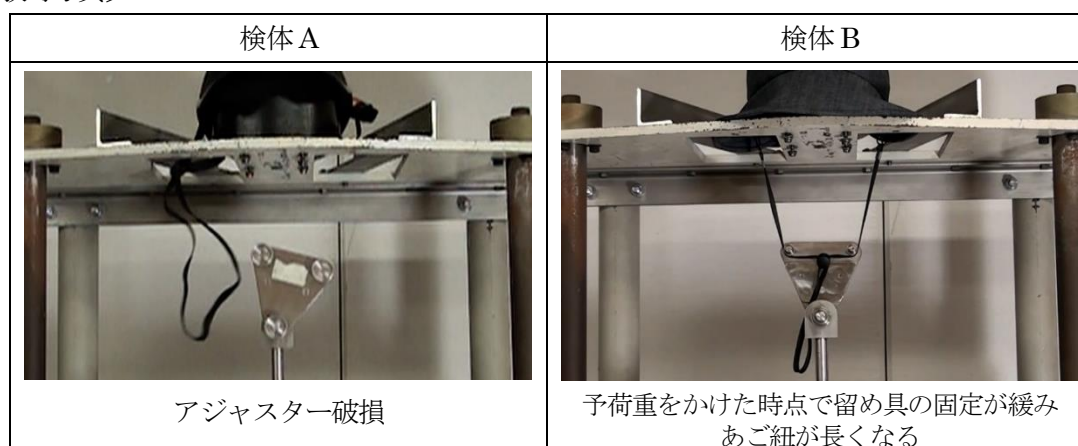
※ 検体 D の保持装置の最大伸びは、SG 基準値を 6.5mm 超過した。規格により試験条件の違い（負荷装置の質量など）があるため、SG 基準では不適合だが、EN1078 では適合となる可能性が考えられる。

[参考] 保持装置の強さ試験 負荷装置の質量

	SG 基準	EN1078
負荷装置の質量	11kg (落下重すい 4kg 含む)	5kg (落下重すい 4kg 含まず)

: SG 基準で不適合の項目

[試験時写真]



4 保持性試験（ロールオフ試験）

保持性試験（ロールオフ試験）の結果を、表6に示す。

検体A、C、Dは、SG基準に適合する結果であった。

検体Bは、誘導装置のワイヤーを接続した（予荷重をかけた）時点で人頭模型から脱落してしまい、試験が成立しなかった。

表 6 保持性試験（ロールオフ試験）結果

試験対象 (検体)		脱落の有無	判定	備考	SG 基準 要求性能
適合マーク表示なし		無	○		ヘルメットが 人頭模型から 脱落しない
自転車用 以外の 規格	CE EN812 軽作業帽	試験成立せず	×	予荷重をかけた時点 で人頭模型から脱落 し試験できず。	
自転車用 の規格	SG 自転車専用	無	○		
	CE EN1078 自転車専用	無	○		

: SG 基準で不適合の項目

〔試験時写真〕



第5 考察

1 衝撃吸収性試験（落下高さをSG基準より低く設定）

試験の結果を整理したものを、表 7-1、7-2に示す。

図1、2は、検体別の最大衝撃加速度の最大（表7-1、表7-2内の最大(a)）を、グラフにしたものである。なお、図2には、落下高さ1580mm（SG基準の落下高さ）から試験した際の検体C、Dの最大衝撃加速度の最大（表8内の最大(a)）を、グラフに加えている。

- 自転車用の規格のヘルメットである検体C、Dは、全ての衝撃箇所の最大衝撃加速度がSG基準値以内であった。
- 適合マークの表示なし／自転車用以外の規格である検体A、Bは、落下高さ300mm（SG基準の約1/5）で、最大衝撃加速度がSG基準値を超過した。また、検体Bは、落下高さ100mm（SG基準の約1/15）でも、最大衝撃加速度がSG基準値を超過した。
- 検体A、Bは、試験装置の損傷が懸念されるため、SG基準の落下高さ（1580mm）からは試験できなかった。SG基準の約1/5の落下高さ（300mm）からの試験でSG基準値を超える衝撃加速度が発生していることから、SG基準の落下高さ（1580mm）から試験した場合は、SG基準値を大きく超える衝撃加速度になると考えられる。

表 7-1 最大衝撃加速度 落下高さ100mm（平面形鋼製アンビル）検証

試験対象 (検体)		落下高さ100mm（SG基準の約1/15）						
		最大衝撃加速度 (m/s ²)			SG基準値との比較			
		右側 頭部	左側 頭部	最大 (a)	SG基準値 (b)	差 (a-b)	割合 (a÷b)	
適合マーク 表示なし	A	2,395	1,357	2,395	2,940 以下	-545	81.5%	
自転車用以外 の規格	CE EN812 軽作業帽	B	4,462	4,296		4,462	+1,522	151.8%
自転車用 の規格	SG 自転車等用	C	351	332		351	-2,589	11.9%
	CE EN1078 自転車等用	D	404	350		404	-2,536	13.7%

表 7-2 最大衝撃加速度 落下高さ300mm（平面形鋼製アンビル）検証

試験対象 (検体)		落下高さ300mm（SG基準の約1/5）						
		最大衝撃加速度 (m/s ²)			SG基準値との比較			
		前頭部	後頭部	最大 (a)	SG基準値 (b)	差 (a-b)	割合 (a÷b)	
適合マーク 表示なし	A	3,588	4,393	4,393	2,940 以下	+1,453	149.4%	
自転車用以外 の規格	CE EN812 軽作業帽	B	4,323	5,068		5,068	+2,128	172.4%
自転車用 の規格	SG 自転車等用	C	825	742		825	-2,115	28.1%
	CE EN1078 自転車等用	D	692	796		796	-2,144	27.1%

※ 網掛け部は、SG基準値を超過した差と割合

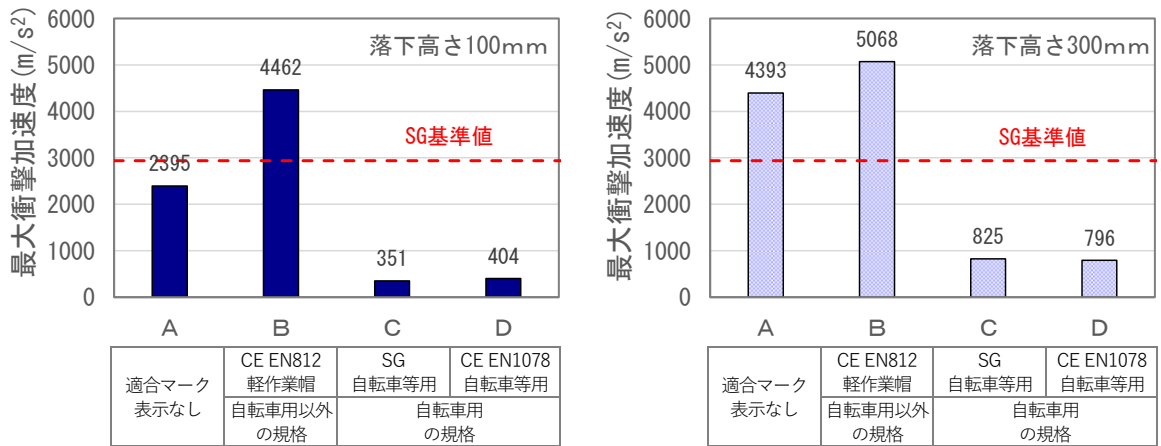


図 1 最大衝撃加速度の比較 検体別・落下高さ 100mm/300mm (平面形鋼製アンビル)

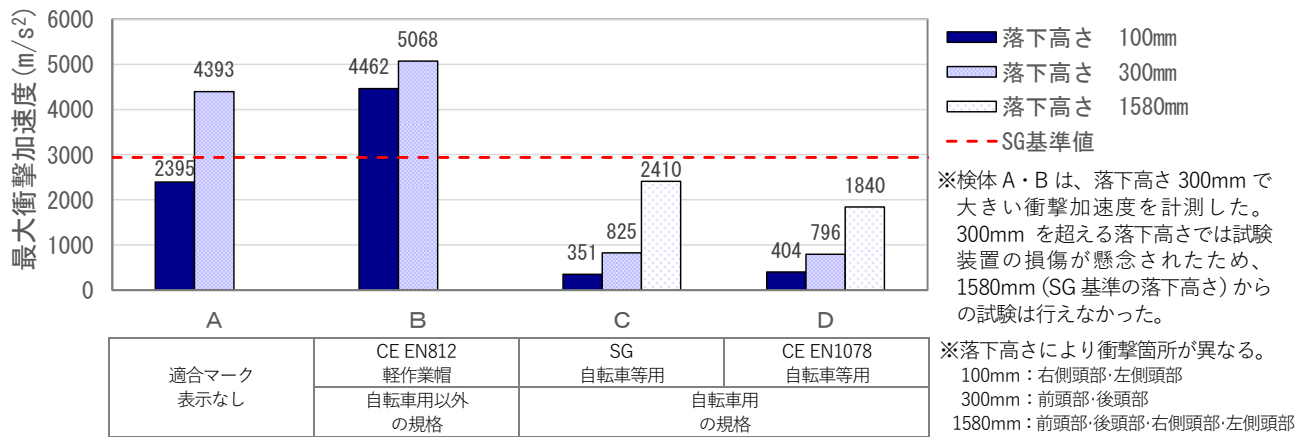


図 2 最大衝撃加速度の比較 検体別 (平面形鋼製アンビル)

[参考]

検体 C、D に対して行った衝撃吸収性試験 (繰り返し) の落下 1 回目の結果の抜粋を、表 8 に示す。衝撃吸収性試験 (繰り返し) は、SG 基準の落下高さ (1580mm) から試験している。このため、衝撃吸収性試験 (繰り返し) の落下 1 回目の結果は、SG 基準の落下高さ (1580mm) から試験した際の衝撃加速度であると言える。

表 8 最大衝撃加速度 落下高さ 1580mm (平面形鋼製アンビル) 検証
[衝撃吸収性試験 (繰り返し) 落下 1 回目結果から抜粋]

試験対象 (検体)			落下高さ 1,580mm (SG 基準の落下高さ)							
			最大衝撃加速度 (m/s ²)					SG 基準値との比較		
			前頭部	後頭部	右側頭部	左側頭部	最大 (a)	SG 基準値 (b)	差 (a-b)	割合 (a÷b)
自転車用の規格	SG 自転車等用	C	2,244	2,343	2,322	2,410	2,410	2,940	-530	82.0%
	CE EN1078 自転車等用	D	1,542	1,729	1,776	1,840	1,840		以下	-1,100

2 衝撃吸収性試験（繰り返し）

自転車用の規格であるヘルメット（検体 C、D）の最大衝撃加速度の変化を、衝撃箇所別に図 3～図 6 に示す。

- 検体 C、D は、1 回目の衝撃吸収性試験において SG 基準値を超えることはなかった。
- 検体 C、D とともに、2 回目の試験の最大衝撃加速度は 1 回目比べて大きくなった。
- 検体 C は、2 回目の試験において、平面形アンビルでは全箇所、半球形アンビルでは 4 箇所中 3 箇所 SG 基準値を超過した。
- 検体 D は、3 回目の試験において、いずれのアンビルでも前頭部の衝撃加速度が SG 基準値を超過した。
- 同じ箇所に衝撃を与えるごとに、衝撃吸収性能は低下した。2 回目の試験で SG 基準値を超過しない検体もあったが、設計時の安全率の取り方によるものと考えられる。「一度でも強い衝撃を受けたヘルメットは継続使用しない」という説明に従った使用が求められることが示された。

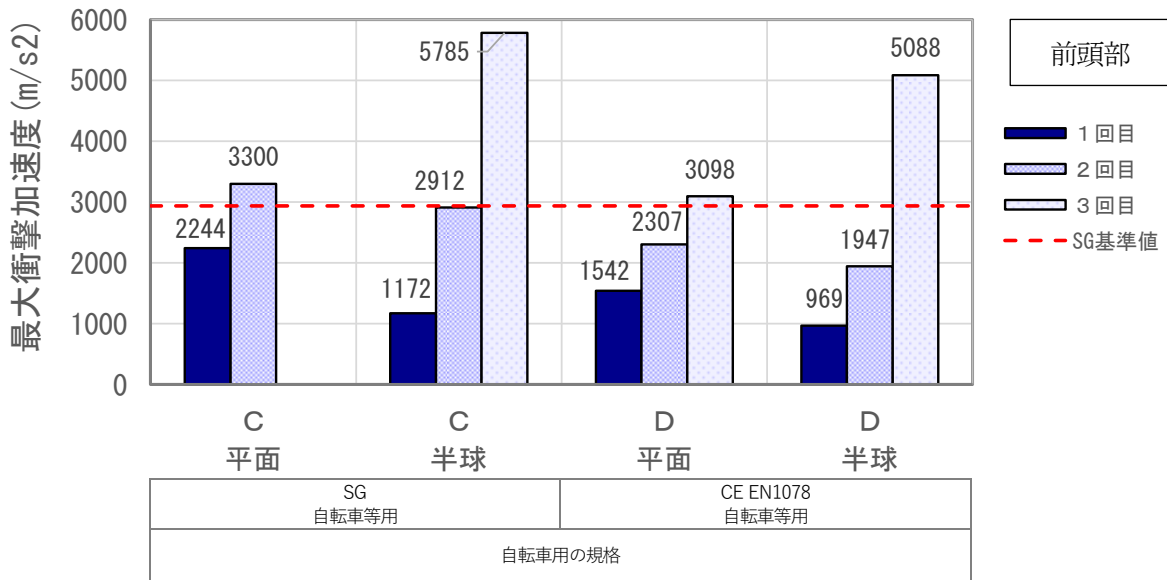


図 3 衝撃吸収性試験（繰り返し）の最大衝撃加速度（前頭部）

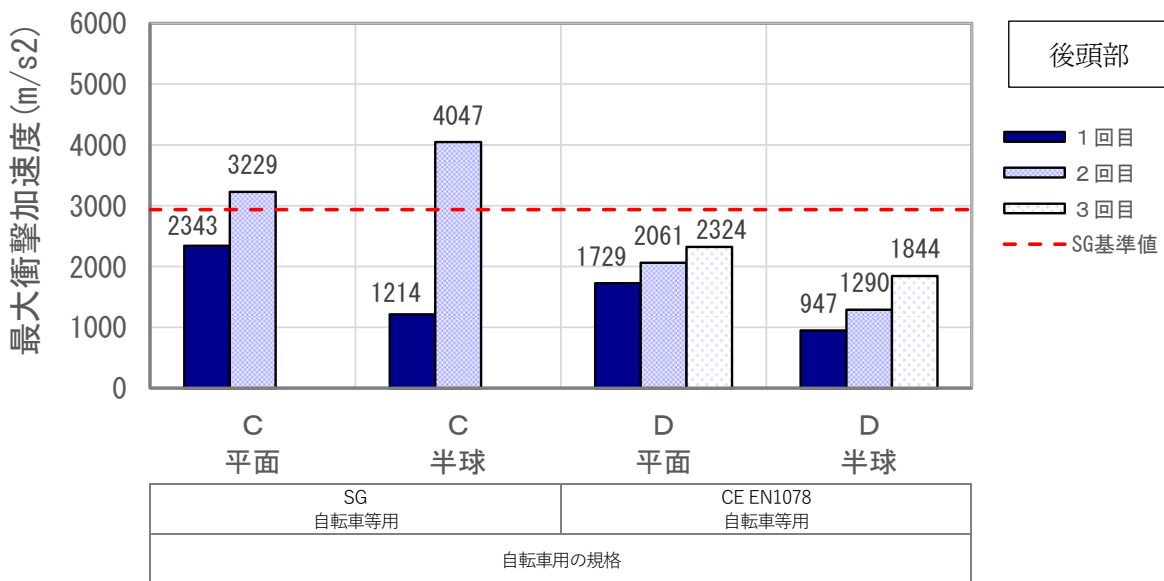


図 4 衝撃吸収性試験（繰り返し）の最大衝撃加速度（後頭部）

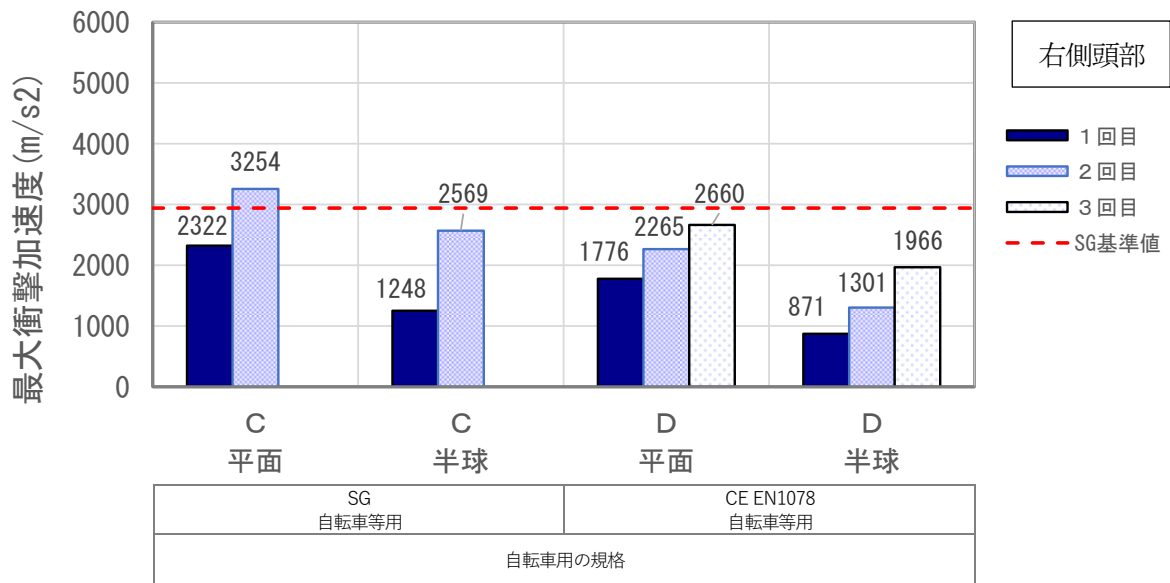


図 5 衝撃吸収性試験（繰り返し）の最大衝撃加速度（右側頭部）

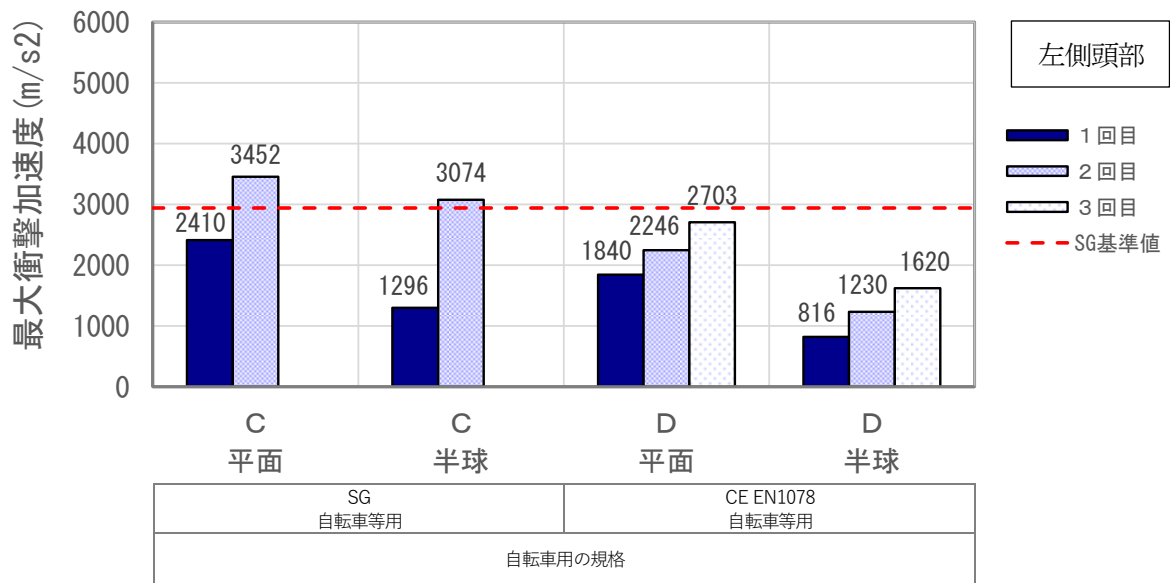


図 6 衝撃吸収性試験（繰り返し）の最大衝撃加速度（左側頭部）

3 衝撃加速度の頭部への加わり方について

頭部（試験時は人頭模型）への衝撃を計測した衝撃加速度の時間波形の現れ方の特徴を考察する。衝撃吸収性試験時の衝撃加速度の時間応答波形を図 7、図 8に示す。

- 図 7 の検体 A、B の波形は、衝撃加速度が急激に高くなりすぐに低下していることから、短時間で衝撃を受けていることが分かる。
- 図 7 の検体 C、D（自転車用の規格のヘルメット）の波形は、検体 A、B（適合マークの表示なし、自転車用以外の規格のヘルメット）と比較するとなだらかに上昇し、最高点が低いままなだらかに下降していることから、比較的長い時間をかけて衝撃を受け止めていることが分かる。
- 図 8 は、衝撃吸収性試験（繰り返し）の検体 C（前頭部、半球形アンビル）の落下1回目から3回目までの衝撃加速度の時間波形である。1回目の落下ではなだらかに衝撃加速度の値が上昇し、SG 基準値内で最大値に達した。一方、2回目・3回目の落下では、落下時の衝撃に対し時間波形の立ち上がりが早く、より鋭くなり、最大値も高くなっている。これは、同じ箇所を繰り返し落下させたことで、ヘルメットの衝撃吸収性能が低下したためである。

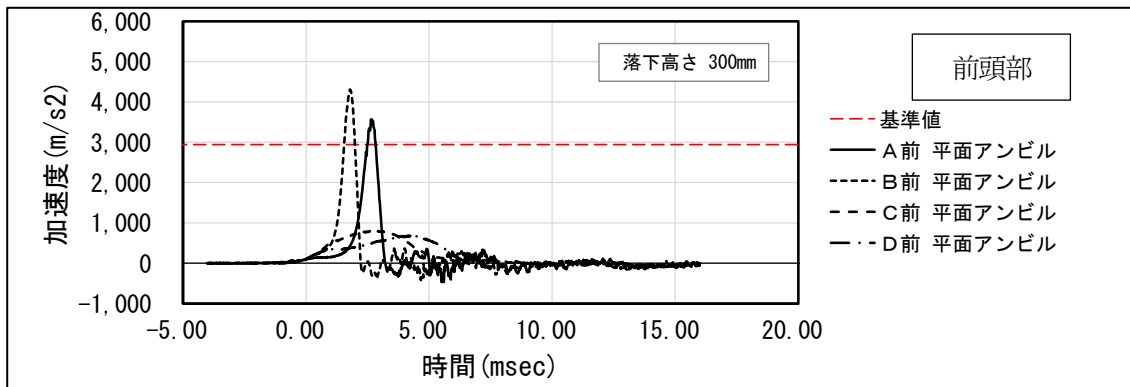


図 7 衝撃吸収性試験の衝撃加速度の時間波形（検体 A～D 前頭部）

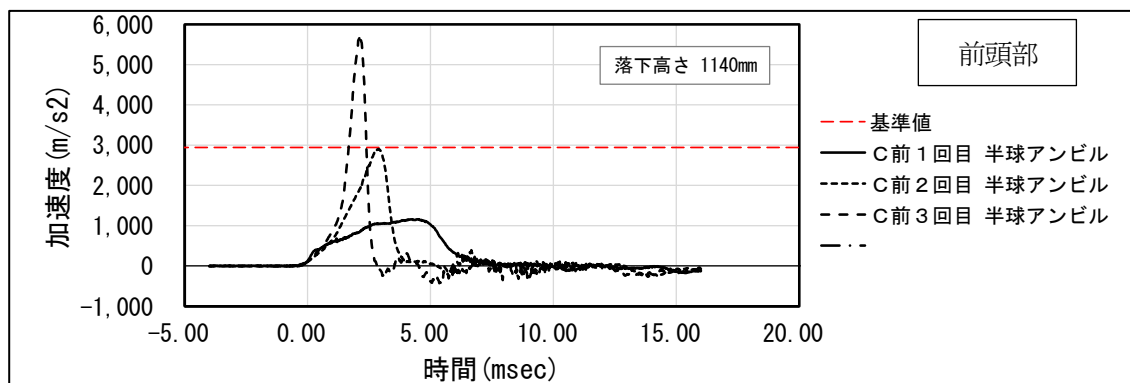


図 8 衝撃吸収性試験（繰り返し）の衝撃加速度の時間波形（検体 C 前頭部）

4 保持装置の強さ試験

保持装置の強さ試験において、得られた結果は以下の通りであった。

- 適合マークの表示なしである検体 A は、重すい落下の衝撃に耐えられず、あご紐のアジャスターが破損した。
- 自転車用以外の規格のヘルメットである検体 B は、あご紐に負荷装置を取り付けた（予荷重をかけた）時点で留め具の固定が緩みあご紐が長くなってしまい、試験が成立しなかった。
- SG 認証品である検体 C は、SG 基準に適合した。
- 欧州規格品（CE EN1078 自転車等用）である検体 D は、保持装置の最大伸びが SG 基準値を超過した。日本の基準である SG 基準には適合しなかったが、検体 A・B とは異なり破損等せず、試験は成立した。

以上の結果より、自転車用の規格のヘルメットではない検体 A・B は SG 基準に適合せず、SG 認証品に比べてあご紐の強さが劣ることが分かった。

5 保持性試験（ロールオフ試験）

保持性試験において次の結果が得られた。

- 検体 A、C、D は、SG 基準に適合する結果であった。
- 検体 B は、誘導装置のワイヤーを接続した（予荷重をかけた）時点で人頭模型から脱落してしまい、試験が成立しなかった。

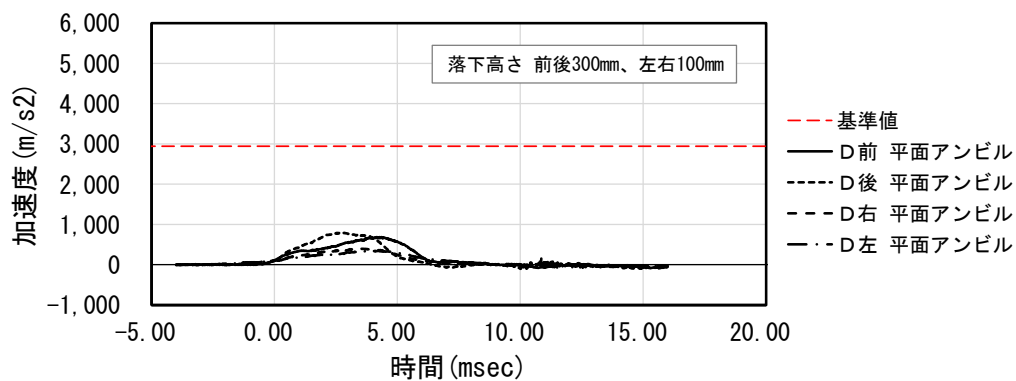
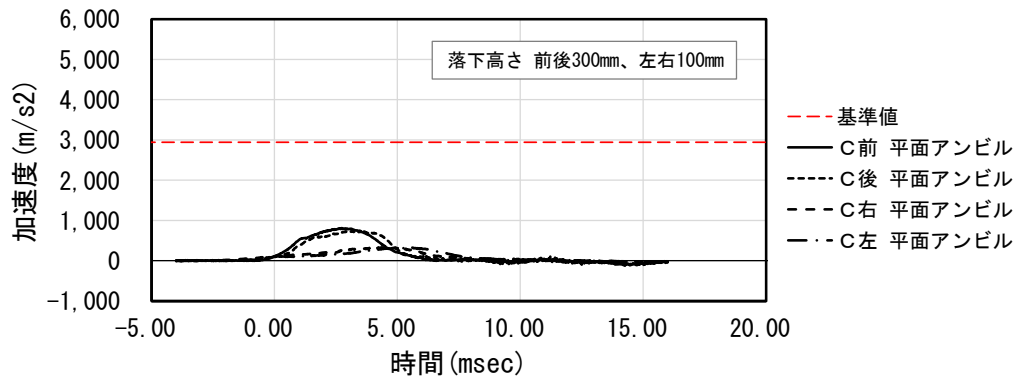
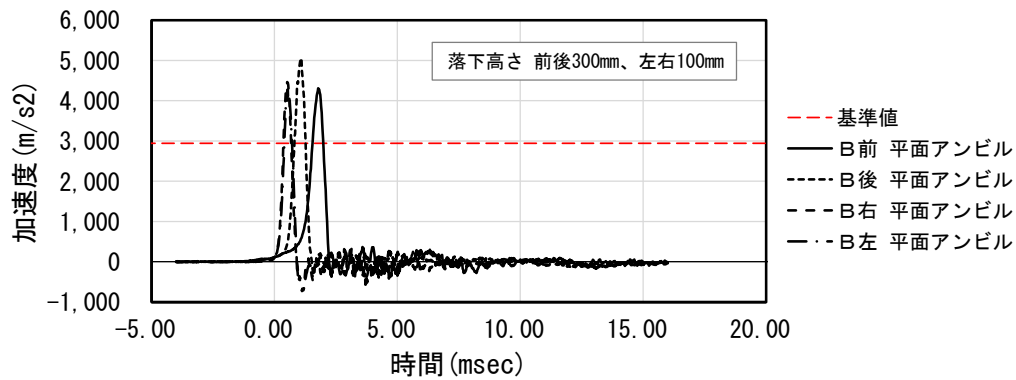
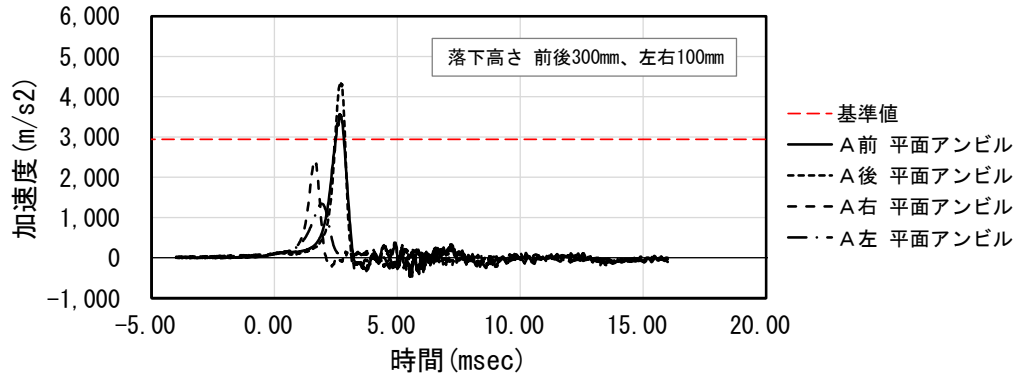
以上の結果より、自転車用の規格のヘルメットではない検体 A・B は SG 基準に適合せず、SG 認証品に比べてヘルメットが頭から外れやすいことが分かった。

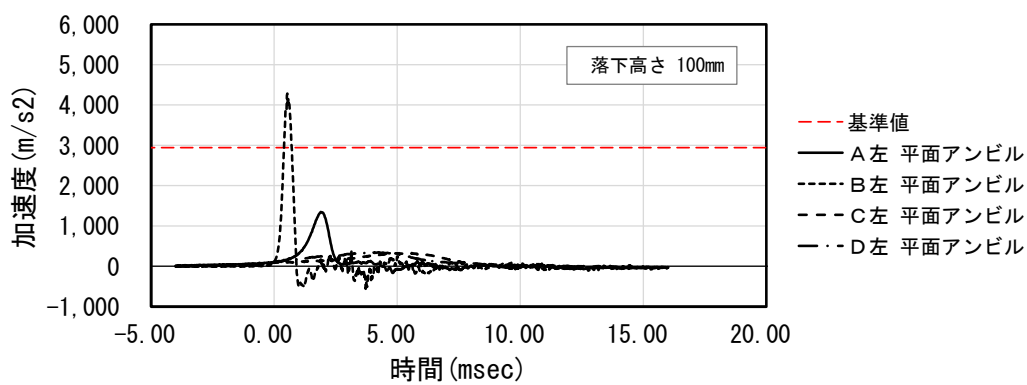
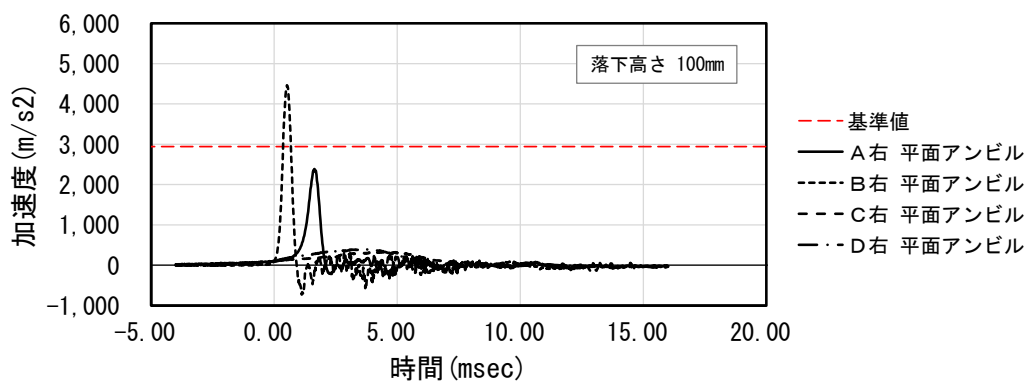
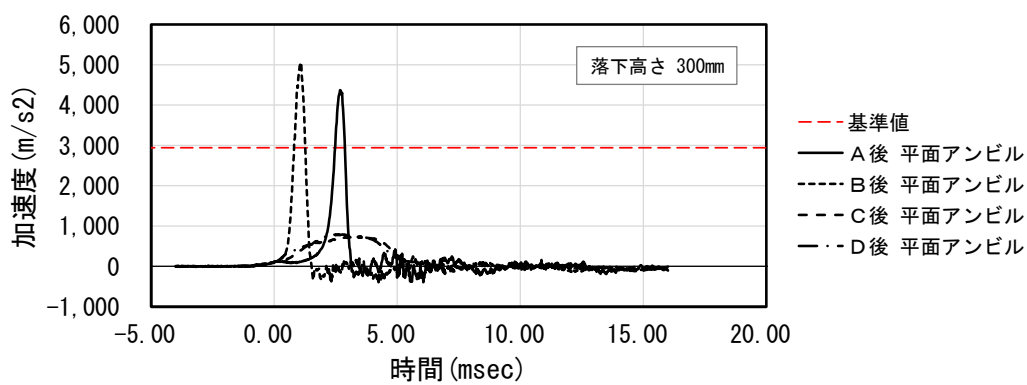
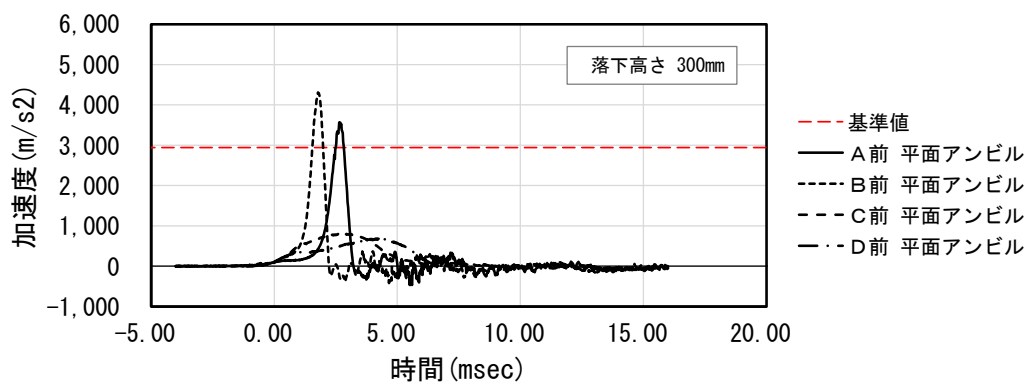
6 総括

自転車乗車時に着用できる旨を表示して販売しているヘルメット4商品の安全性を検証した結果、自転車用の規格のヘルメットに対し、「規格の適合マーク表示がないヘルメット」や「自転車用以外の規格のヘルメット」は、衝撃吸収性能やあご紐の性能が劣り、頭部保護効果が低い結果となった。

【資料】衝撃吸収性試験の波形チャート

1 衝撃吸収性試験（落下高さをSG基準より低く設定）





2 衝撃吸収性試験（3回繰り返し）

