

EN 規格によるどろよけ強度の検証試験 平成 20 年度自転車等規格標準化推進事業

1. はじめに

独立行政法人製品評価技術基盤機構（nite）の事故情報には、ブレーキをかけた時にどろよけが走行中の車輪に巻き込まれ、乗員が転倒し怪我を負う事例が報告されている。また、我々技術研究所にも、走行中につま先でどろよけを軽く蹴るような形になった時に、どろよけが車輪に巻き込まれたとの利用者からの相談があった。ところで現状の JIS では、強度に関する試験項目は横方向の静荷重（剛性）試験、および合成樹脂製どろよけの低温での衝撃強度試験の 2 項目のみ規定されているが、平成 17 年に制定された EN 規格（EN 14674）では、どろよけの接線方向とハブ軸方向の強度に関する試験項目が盛り込まれている。

これらを受けて、平成 20 年度の JIS D 9411（自転車用どろよけ）改正に際して、どろよけの強度に関する試験項目の見直しを JIS 調査分科会で検討することになったが、今回、同分科会からの要請により、この EN に規定されている強度試験を JIS に採用するかを検討するために、現在市販されている代表的などろよけについて検証試験を行ったので、その結果を報告する。

2. 供試品

2.1 自転車

技術研究所所有の 26 インチ、27 インチのシティ車と 24 インチの子供車（マウンテンバイク類形車）を用いて測定を行った。写真 1 にその外観を示す。



シティ車 26 インチ



シティ車 27 インチ



子供車（マウンテンバイク類形車） 24 インチ

写真 1 供試品（自転車）

2.2 どろよけ、ステー

今回、検証したどろよけは11種類で、外観を写真2-1、2-2、2-3に、詳細を表1に示す。どろよけは車輪の径の呼びが24、26、27に対応したものを、どろよけ体の材質は鉄製、ステンレス製、アルミニウム製、合成樹脂製のものを、ステーは鉄製、ステンレス製、アルミニウム製のものを、また後どろよけではステーの取付け本数の異なるものも用いた。



No.1：鉄製どろよけ体+ステンレス製ステー（車輪の径の呼び26、左：前輪 / 右：後輪）



No.2：鉄製どろよけ体+アルミニウム製ステー（車輪の径の呼び26、左：前輪 / 右：後輪）



No.3：鉄製どろよけ体+鉄製ステー（車輪の径の呼び26、左：前輪 / 右：後輪）



写真2-1 供試品（どろよけ体+ステー）



No.4： 鉄製どろよけ体 + ステンレス製ステー（車輪の径の呼び 26、左：前輪 / 右：後輪）



No.5： ステンレス製どろよけ体 + ステンレス製ステー（車輪の径の呼び 26、左：前輪 / 右：後輪）



No.6： ステンレス製どろよけ体 + ステンレス製ダブルステー（車輪の径の呼び 26、後輪のみ）



No.7： アルミニウム製どろよけ体 + ステンレス製ステー（車輪の径の呼び 26、左：前輪 / 右：後輪）

写真 2 - 2 供試品（どろよけ体 + ステー）



No.8 : 合成樹脂製どろよけ体 + ステンレス製ステー (車輪の径の呼び 26、左 : 前輪 / 右 : 後輪)



No.9 : 鉄製どろよけ体 + ステンレス製ステー (車輪の径の呼び 27、左 : 前輪 / 右 : 後輪)



No.10 : タイヤサイズが 27×1 1/2 ステンレス製どろよけ体 + ステンレス製ステー
(車輪の径の呼び 27、左 : 前輪 / 右 : 後輪)



No.11 : 子供車用合成樹脂製どろよけ体 ステーなし (車輪の径の呼び 24、左 : 前輪 / 右 : 後輪)
写真 2 - 3 供試品 (どろよけ体 + ステーもしくは取付金具)

表1 供試品一覧

No.	車種	フレームサイズ	タイヤサイズ	どろよけ体の材質	ステー		どろよけ体				どろよけ体とタイヤ間			備考		
					ステーの本数	ステーの材質	ステーの太さ (mm)		最大幅 (mm)		厚み (mm)		前方隙間 (mm)		後方隙間 (mm)	
							前	後	前輪	後輪	前輪	後輪	前輪		前輪	後輪
1	シティ車	26	26×1 3/8	鉄	シングル	ステンレス	5	5	49	49	0.55	0.55	18	24	26	ハブナットへの締付トルクが半分
1'				鉄	シングル	ステンレス	5	5	49	49	0.55	0.55	21	26	24	
2				鉄	シングル	アルミニウム	5	5	49	49	0.55	0.55	17	25	26	
3				鉄	シングル	鉄	5	5	49	49	0.55	0.55	18	26	26	
4				鉄	シングル	ステンレス	5	5	51	50	0.6	0.6	25	26	27	
5				ステンレス	シングル	ステンレス	5	5	49	50	0.4	0.4	18	25	22	
6				ステンレス	ダブル	ステンレス	5	5	/	49	/	0.45	/	/	25	
7				アルミニウム	シングル	ステンレス	5	5	48	48	0.85	0.85	15	25	27	
8				合成樹脂	シングル	ステンレス	5	5	44	49	1.75	1.75	14	25	24	
9				MTB 類型車	24	27×1 3/8	鉄	シングル	ステンレス	5	5	49	47	0.55	0.55	
10	27×1 1/2	ステンレス	シングル			ステンレス	5	5	49	47	0.4	0.4	15	18	22	
11	MTB 類型車	24	24×1.75	合成樹脂	なし	/	/	97	80	2.6	2.6	/	28	49		

No.1 と No.1'については、どろよけ体、ステーの組合せは同じであるが、試験時にステーを固定するハブナットの締付けトルクを変えて試験を行った。No.1 は JIS D 9311:1994 (自転車組立作業方法) で目安とされている、前輪 18 N・m、後輪 30 N・m であるのに対し、No.1'は半分の前輪 9 N・m、後輪 15 N・m とした。なお、No.2~No.11 についても JIS D 9311:1994 の締付けトルクを採用した。No.1、No.2、No.3 は同じどろよけ体であるがステーの材質を変えた。また、No.1 と No.4 は材質の組合せは同じであるが、どろよけ体、ステーとも銘柄が異なるものである。No.1、No.5、No.7、No.8 ではどろよけ体の材質が異なり、ステーは同じ銘柄のものを用いた。No.6 はダブルステーである。No.1 と No.9 では自転車のサイズが異なり、No.9 と No.10 ではタイヤサイズとどろよけ体の材質が異なるものを用いた。No.11 はステーがないタイプで、合成樹脂製である。

3 . 試験方法

3 . 1 EN14764 第1段階：試験方法 - 接線方向の妨害

図1に示すように、直径12mmの鉄棒を、スポーク間でリムと接触させて、どろよけステーの下方に挿入し、鉄棒の両端を均等に引き上げて160Nの接線方向上向きの力をどろよけステーに負荷し、この力を1分間保持した。その後、鉄棒を取外し、車輪が自由に回転するかどうか、どろよけの損傷が操舵に悪影響を及ぼさないかどうかを確認した。試験状況を写真3に示す。試験はステーのついているどろよけで行った。

なお、参考として、鉄棒がついたままで車輪が自由に回転しなくなるまで負荷をかけ、その時の負荷（最大負荷）と変形状況も調べた。

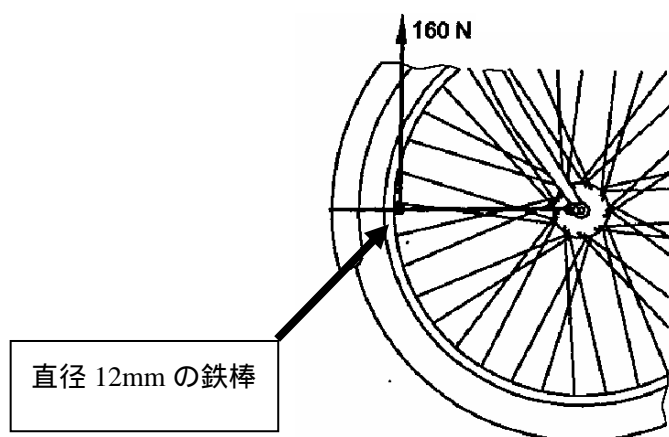


図1 どろよけ接線方向の妨害試験



写真3 試験状況（左：前輪 右：後輪）

3.2 EN14764 第2段階：試験方法 - ハブ軸方向の力

図2に示すように、どろよけの後端から20 mmの位置に、直径20 mmで端面が平らなツールを用いて、ハブ軸の方向に80 Nの力でどろよけを押しつけた。そして、この力を保持しながら、車輪を手で（自転車の）前進方向に回転させ、車輪が自由に回転するかどうか、またはどろよけの損傷が操舵に悪影響を及ぼさないかを確認した。試験状況を写真4に示す。

また、参考として、車輪が自由に回転しなくなるまで負荷をかけ最大負荷と変形状況も調べた。

寸法単位：mm

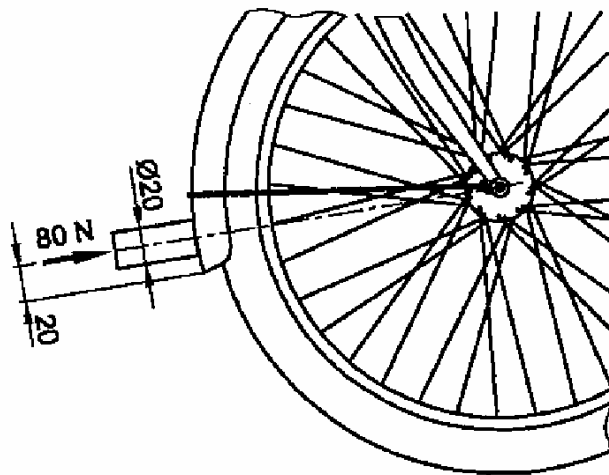


図2 どろよけハブ軸方向の力による試験



写真4 試験状況（左：前輪 右：後輪）

4 . 試験結果

4 . 1 EN14764 第1段階：試験方法 - 接線方向の妨害

(1) 前どろよけ

結果を表2に示す。試験時にタイヤとどろよけ体の間にどれだけの隙間があるかも測定した。測定箇所はどろよけの最前端と最後端である。EN規格で要求されている項目は全ての組合せで適合していた。合成樹脂製のどろよけ体を用いたNo.8の組合せは負荷が160Nに達する前にどろよけがタイヤに接触したが、鉄棒を外した後は車輪が自由に回転し、どろよけの変形が操舵に悪影響を及ぼさなかった。また、タイヤに接触するのはどろよけ体の前方であり、どろよけの巻込みにはつながらないものと思われる。

表2 EN第1段階 試験結果(前輪)

No.	合否	どろよけ体とタイヤ間の隙間					
		前端部 (mm)			後端部 (mm)		
		負荷前	160N負荷後 0N時	増減割合	負荷前	160N負荷後 0N時	増減割合
1		18	18	± 0%	24	24	± 0%
1'		21	21	± 0%	26	26	± 0%
2		17	17	± 0%	25	25	± 0%
3		18	20	+ 11%	26	26	± 0%
4		25	25	± 0%	26	26	± 0%
5		18	18	± 0%	25	25	± 0%
7		15	13	- 13%	25	25	± 0%
8		14	13	- 7%	25	25	± 0%
9		18	18	± 0%	18	18	± 0%
10		15	13	- 13%	18	17	- 6%

160N 負荷時の変形の特徴としては

ほとんど変形しないもの (No.2、No.8 以外)

ステーが曲がるもの (No.2)

どろよけ体が曲がるもの (No.8)

の3つに分けられる。いずれの場合も鉄棒を取り除いた際には車輪の回転、操舵に全く影響はなかった。それぞれの変形の様子を写真5に示す。



負荷前

160N 負荷時

160N 負荷後 ON 時



負荷前

160N 負荷時

160N 負荷後 ON 時



負荷前

160N 負荷時

160N 負荷後 ON 時

写真5 EN 第1段階 変形の様子(前輪)[上段:No.1 中段:No.2 下段:No.8]

また、参考として行った、車輪が自由に回転しなくなるまで負荷をかけた時の結果を表3に示す。鉄製のどろよけ体+ステンレス製ステアの組合せ(No.1)が最も大きな負荷に耐えた。また全てのどろよけが、負荷を上昇させていくと、どろよけ体の前方が先にタイヤに接触することが分かった。代表的なものとして、No.1の最大負荷時の接触の様子を写真6に示す。

表3 EN 第1段階 最大負荷時の試験結果（前輪）

No.	最大負荷 (N)	状況
1	428	前方で接触
1'	422	前方で接触
2	420	前方で接触
3	405	前方で接触
4	359	前方で接触
5	223	前方で接触
7	363	前方で接触
8	148	前方で接触
9	393	前方で接触
10	272	前方で接触



写真6 最大負荷時の接触の様子 (No.1)

(2) 後どろよけ

結果を表4に示す。EN規格で要求されている項目は全ての組合せで適合していた。合成樹脂製のどろよけ体を用いたNo.8の組合せは前輪と同じく、160Nに達する前にどろよけがタイヤに接触してしまったが、鉄棒を取外した後は車輪の回転の障害にならなかった。代表的なものとしてNo.1とNo.8のそれぞれの変形の様子を写真7に示す。

表4 EN 第1段階 試験結果（後輪）

No.	合否	どろよけ体とタイヤ間の隙間		
		後端部 (mm)		
		負荷前	160N負荷後 0N時	増減割合
1		26	26	± 0%
1'		24	24	± 0%
2		26	28	+ 8%
3		26	24	- 8%
4		27	27	± 0%
5		22	22	± 0%
6		25	25	± 0%
7		27	27	± 0%
8		24	19	- 21%
9		20	20	± 0%
10		22	22	± 0%



写真7 EN 第1段階 変形の様子(後輪) [上段: No.1 下段: No.8]

また、参考として行った、車輪が自由に回転しなくなるまで負荷をかけた時の結果を表5に示す。鉄製のどろよけ体+アルミニウム製ステーの組合せ(No.3)が最も大きな負荷に耐えた。また全てのどろよけが、負荷を上昇させていくと、どろよけ体の後方が先にタイヤに接触することが分かった。代表的なものとして、No.1の最大負荷時の接触の様子を写真8に示す。

表5 EN 第1段階 最大負荷時の試験結果(後輪)

No.	最大負荷(N)	状況
1	416	後方で接触
1'	364	後方で接触
2	361	後方で接触
3	428	後方で接触
4	292	後方で接触
5	301	後方で接触
6	381	後方で接触
7	368	後方で接触
8	132	後方で接触
9	385	後方で接触
10	356	後方で接触



写真8 最大負荷時の接触の様子(No.1)

4.2 EN14764 第2段階：試験方法 - 半径方向の力

(1) 前どろよけ

結果を表6に示す。EN規格で要求されている項目はNo.11以外の組合せで適合していた。No.11についてはステアがなく、合成樹脂製であるということもあり、わずか26Nの負荷でどろよけ後方にてタイヤと接触し、車輪の回転を止めてしまった。他の組合せでは80Nの負荷では車輪、操舵ともに問題はなかった。

表6 EN第2段階 試験結果（前輪）

No.	80N負荷時 合否	どろよけ体とタイヤ間の隙間					
		前端部 (mm)			後端部 (mm)		
		第1段階後	80N時	増減割合	第1段階後	80N時	増減割合
1		18	18	± 0%	24	24	± 0%
1'		21	19	- 10%	26	25	- 4%
2		17	16	- 6%	25	24	- 4%
3		20	19	- 5%	26	26	± 0%
4		25	24	- 4%	26	26	± 0%
5		18	18	± 0%	25	25	± 0%
7		13	13	± 0%	25	24	- 4%
8		13	12	- 8%	25	23	- 8%
9		18	16	- 11%	18	18	± 0%
10		13	10	- 23%	17	17	± 0%
11	x					0	

また、参考として行った、車輪が自由に回転しなくなるまで負荷をかけた時の結果を表7、写真9-1、9-2に示す。

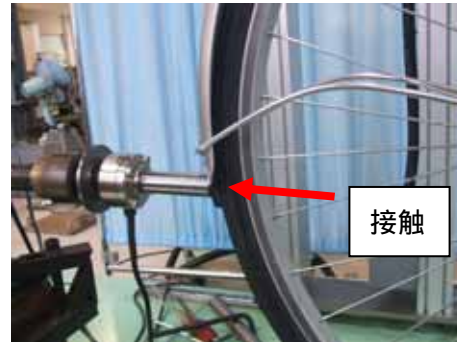
表7 EN第2段階 最大負荷時の試験結果（前輪）

No.	車輪の回転に支障のある状態まで負荷をかけた時	
	最大負荷 (N)	状況
1	841	本体折れ曲がる
1'	1088	本体折れ曲がる
2	537	ステアが曲がり本体が接触
3	902	ステアが曲がりステアが接触
4	284	前方で接触
5	714	本体折れ曲がる
7	833	本体折れ曲がる
8	1034	前方で接触（ステアに直接力がかかる）
9	535	本体折れ曲がる
10	308	前方で接触
11	26	後方で接触

最大負荷時の様子は組合せにより大きく異なっていた。ステアの材質がアルミニウム、鉄のときはステアの変形により車輪の回転を妨げていた。また、どろよけ体の材質が合成樹脂以外るとき、最大負荷時にはどろよけ体が折れ曲がった。合成樹脂製のものにはステアの取付け位置が、負荷点にかなり近いため、大きな力に耐えた。また同じ材質の組合せでも、No.4 では折れ曲がらずにタイヤに接触する結果になった。これはどろよけの形状、負荷点とステア取付け位置の位置関係が異なることによるものと考えられる。またタイヤサイズが大きいNo.10 ではどろよけが折れ曲がる前にタイヤに接触した。



No.1、No.1



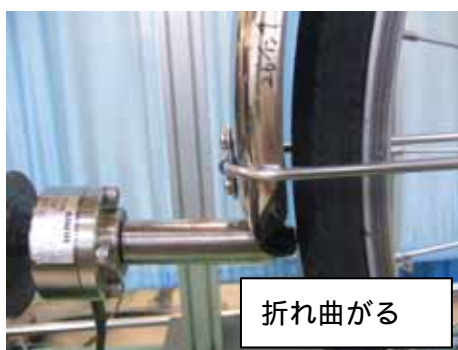
No.2



No.3



No.4



No.5



No.7

写真9 - 1 EN 第2段階 最大負荷時の接触の様子(前輪)



No.8



No.9



No.10



No.11

写真9 - 2 EN 第2段階 最大負荷時の接触の様子(前輪)

(2) 後どろよけ

結果を表8に示す。No.8とNo.11の組合せで不適合となった。不適合となったNo.8、No.11はともにとろよけ体が合成樹脂製であり、80N時には車輪に接触し、車輪が自由に回転しなくなった。それ以外のものについては80Nで車輪の回転に支障なかった。

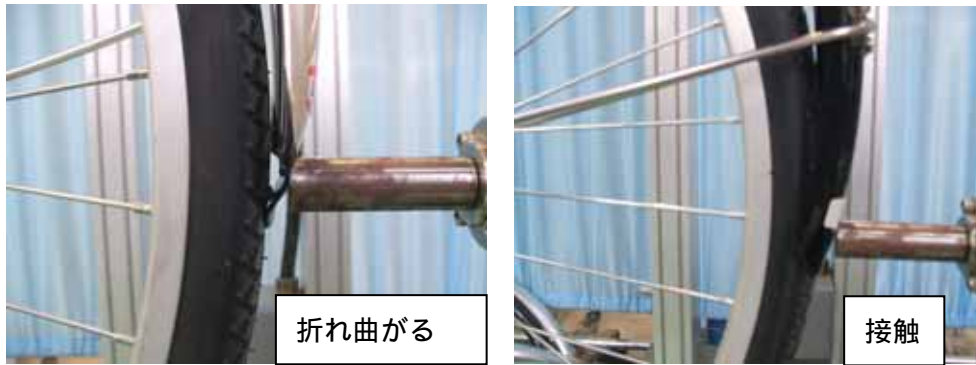
表8 EN第2段階 負荷80Nまでの試験結果(後輪)

No.	80N負荷時	後端部隙間(mm)		
	合否	第1段階後	80N時	増減割合
1		26	23	- 12%
1'		24	19	- 21%
2		28	23	- 18%
3		24	22	- 8%
4		27	25	- 7%
5		22	19	- 14%
6		25	23	- 8%
7		27	25	- 7%
8	×	19	0	- 100%
9		20	19	- 5%
10		22	17	- 23%
11	×		0	

また、参考として行った、車輪が自由に回転しない状態まで負荷をかけた時の様子を表9に、代表的なもの(No.1とNo.8)の変形の様子を写真10に示す。

表9 EN第2段階 最大負荷時の試験結果(後輪)

No.	車輪の回転に支障のある状態まで負荷をかけた時	
	最大負荷(N)	状況
1	267	本体折れ曲がる
1'	286	本体折れ曲がる
2	276	本体折れ曲がる
3	344	本体折れ曲がる
4	283	本体折れ曲がる
5	222	本体折れ曲がる
6	308	本体折れ曲がる
7	313	本体折れ曲がる
8	80	後方で接触
9	279	本体折れ曲がる
10	174	本体折れ曲がる
11	30	後方で接触



No.1

No.8

写真10 EN第2段階 最大負荷時の様子(後輪)

どろよけ全体の変形の様子として、代表的なもの(No.1とNo.8)を写真11に示す。後輪ではステアとフレーム2か所(写真11の赤矢印)の合計3か所で支えていることにより、どろよけ前方ではほとんど変化がなかった。後方では鉄、アルミニウム、ステンレス製のものではどろよけ体がたわむと同時に、負荷に対して折れ曲がった。合成樹脂製のものでは、たわむことによりそのままタイヤに接触した。

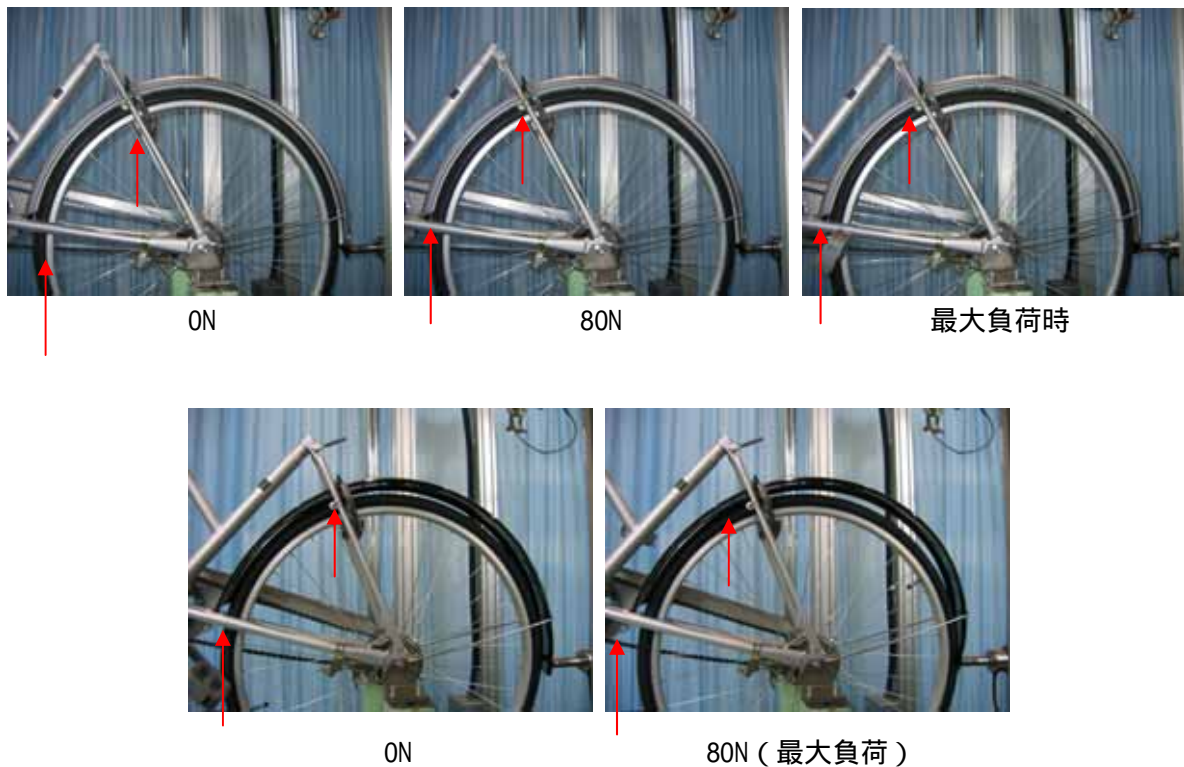


写真11 EN第2段階 変形の様子(後輪)[上段:No.1 下段:No.8]

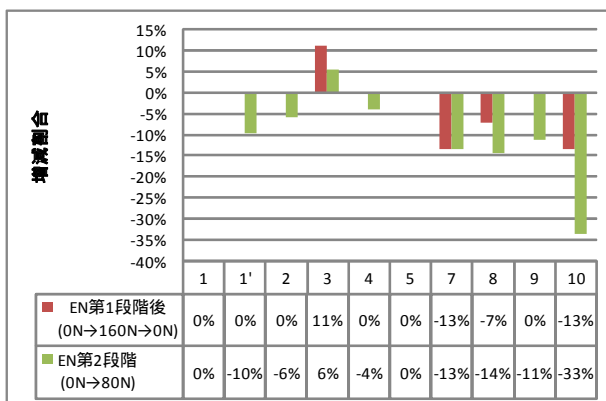
5. まとめ

EN 試験を通しての、タイヤとどろよけ体間の隙間の大きさを表10にまとめた。

表10 試験結果まとめ

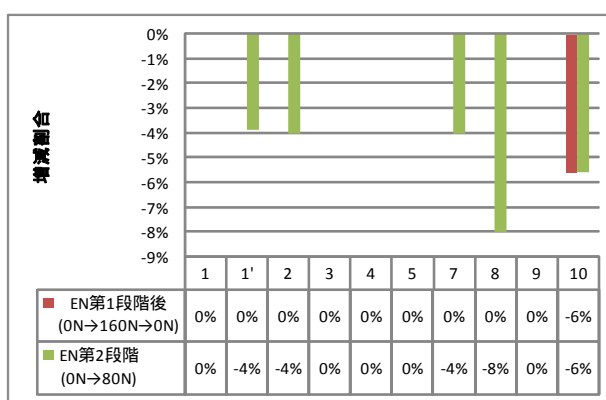
・前どろよけ 前端部隙間の大きさ

	負荷前	EN第1段階後 (ON 160N ON)	増減割合	EN第2段階 (ON 80N)	増減割合
1	18	18	0%	18	0%
1'	21	21	0%	19	-10%
2	17	17	0%	16	-6%
3	18	20	11%	19	6%
4	25	25	0%	24	-4%
5	18	18	0%	18	0%
7	15	13	-13%	13	-13%
8	14	13	-7%	12	-14%
9	18	18	0%	16	-11%
10	15	13	-13%	10	-33%



・前どろよけ 後端部隙間の大きさ

	負荷前	EN第1段階後 (ON 160N ON)	増減割合	EN第2段階 (ON 80N)	増減割合
1	24	24	0%	24	0%
1'	26	26	0%	25	-4%
2	25	25	0%	24	-4%
3	26	26	0%	26	0%
4	26	26	0%	26	0%
5	25	25	0%	25	0%
7	25	25	0%	24	-4%
8	25	25	0%	23	-8%
9	18	18	0%	18	0%
10	18	17	-6%	17	-6%



・後どろよけ 後端部隙間の大きさ

	負荷前	EN第1段階後 (ON 160N ON)	増減割合	EN第2段階 (ON 80N)	増減割合
1	26	26	0%	23	-12%
1'	24	24	0%	19	-21%
2	26	28	8%	23	-12%
3	26	24	-8%	22	-15%
4	27	27	0%	25	-7%
5	22	22	0%	19	-14%
6	25	25	0%	23	-8%
7	27	27	0%	25	-7%
8	24	19	-21%	0	-100%
9	20	20	0%	19	-5%
10	22	22	0%	17	-23%
11	49			0	-100%

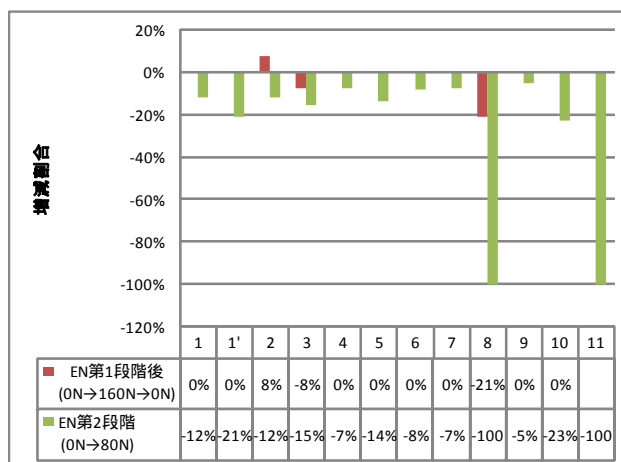


表10からもわかるように、今回の試験では、現在使用されているほとんどのどろよけがEN規格に対しても十分に対応できることが分かった。しかし、どろよけ体が合成樹脂製のものでEN規格を満足しないものがあった。

今回の検証試験を踏まえて、JIS調査分科会では、JIS D 9411（どろよけ）の改正案として、ENの2段階の試験方法を追加することとなった。第2段階の試験では、80N以下の力でどろよけがタイヤに接触したとしても、どろよけがタイヤに巻込まれない限り危険な状態とはならないこと、また力を除去すればどろよけが復元し、自転車の走行に支障はないことなどから、「どろよけのタイヤへの巻込みがあってはならない」、「ステーナシ合成樹脂製どろよけについてはタイヤに接触したとき、車輪の回転を妨げないような形状でなければならない」と規定が追加された。



この報告書は、競輪の補助金を受けて作成しました。

