

●車室外付加タイプ補助ミラー装備による影響度についての考察①（仮定）

試験前の振り子の位置エネルギーはミラーにぶつかる運動エネルギーとなり余剰分が、降りぬけた後の位置エネルギー e として残るものとして、まず、標準車のミラー（補助ミラー無し）について考える。

試験前の振り子の位置エネルギー E は

$$E = MgH$$

ミラーに衝突する際の運動エネルギーは

$$1/2Mv^2 = E$$

ミラーを倒すのに要する運動エネルギーを e とし

振り子の最大速度と、ミラーが動く瞬間速度 v が同じとすると

$$e = 1/2mv^2$$

ここで、 e を以下の要素に分解

$$e = e1 + e2$$

e1：ミラーのクラッチを外す、または摩擦保持力に抗するエネルギー = $F \cdot s$ （力×距離） → ミラーの質量に影響なし

e2：ミラーに与える運動エネルギー = $1/2 \cdot mv^2$ → ミラーの質量に影響あり

衝突直後の振り子のエネルギーは、試験後の高さ h の位置エネルギーと同じなので、振り子速度とミラー可倒速度が同じ v とし、試験後の振り子が**21度**まで振り抜けると仮定した場合、

$$1/2 \cdot Mv^2 = Mgh > Mg(1 - 1 \cdot \cos 21^\circ) = 0.066Mg$$

$$v^2 = 0.13g$$

試験前の振り子のエネルギー $E(=MgH)$ は、

$$E(=MgH) = e1 + e2 + Mgh = e1 + 1/2 \cdot mv^2 + 0.066Mg$$

$$e1 = MgH - 1/2 \cdot mv^2 - 0.066Mg$$

$v^2 = 0.13g$ より、

$$e1 = 0.5Mg - 1/2 \cdot m \cdot 0.13g - 0.066Mg = 0.5Mg - 0.065mg - 0.066Mg$$

$$= (0.434M - 0.065m) g$$

$$e2 = 1/2mv^2 = 0.066mg$$

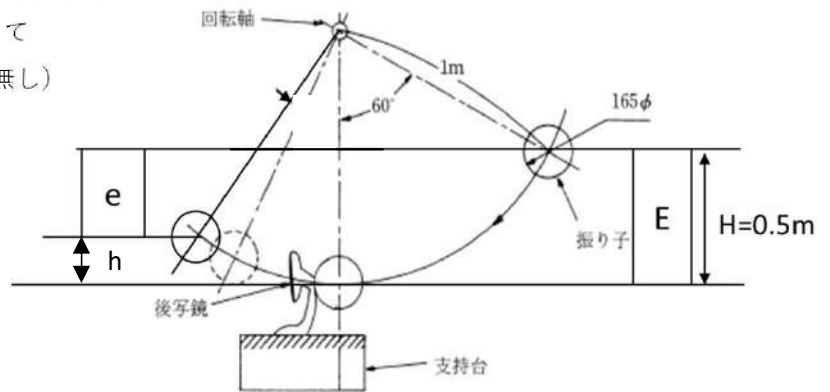
m の影響度を、 $e1$ と $e2$ の比率で考える。振り子が20度まで振り上がり、衝突直後の振り子速度とミラー可倒速度が同じと仮定して、

$$e1 : e2 = (0.434M - 0.065m) g : 0.066mg$$

$m=1.5kg$ と仮定すると

$$e1 : e2 = (2.95 - 0.098) : 0.099 = 2.852 : 0.099 \approx 28 : 1$$

質量の影響度は微小と言える



H : 試験前の振り子高さ = 0.5 m
M : 振り子の質量 = 6.8 kg
g : 重力加速度 = 9.8 m/s ²
v : 振り子の最大速度
m : 標準車のミラー質量 (可倒本体)
m' : 追加する補助ミラー質量
h : 振り子の振り抜け高さ(標準ミラー)
h' : 振り子の振り抜け高さ(補助ミラー付加)

●車室外付加タイプ補助ミラー装備による影響度についての考察②（仮定）

ここで、補助ミラーを付加したことによる質量増加の影響度について具体的に考える。

追加する補助ミラー質量 m' を0.4kgと仮定すると、

$$m' = 0.4\text{kg}$$

e_1 は質量増加の影響がなく、

$$e_1 = 27.91 \text{ (J)}$$

e_2 は質量増加の影響を受け、 m が $m+m'$ へと増加する。

増加後の $e_2(=e_2')$ は、

$$e_2' = 0.066 \cdot (1.5+0.4) \cdot g = 1.23 \text{ (J)}$$

補助ミラー付加後の $e(=e')$ は、

$$e' = e_1 + e_2' = 29.14 \text{ (J)}$$

補助ミラー付加後の $h(=h')$ は、

$$Mgh' = E - e'$$

$$h' = (E - e') / Mg$$

$$h' = 0.062 \text{ (m)}$$

角度換算すると、

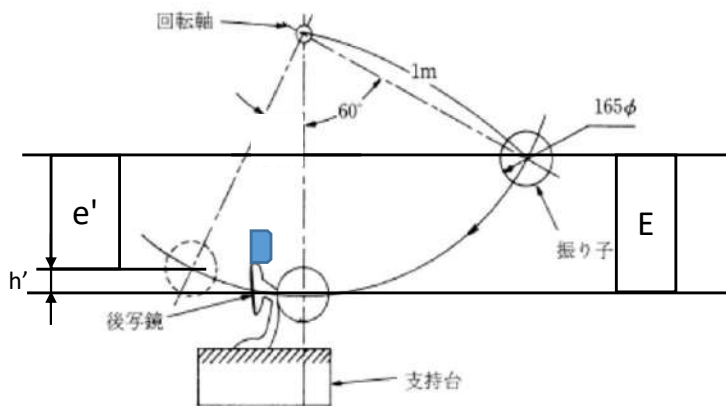
$$\theta' = \cos^{-1}((1-h') / 1) \doteq \mathbf{20.36^\circ} \leftarrow \mathbf{R46試験成績=21^\circ \text{ のミラーでも閾値=20^\circ を下回らない}}$$

同様に、R46試験成績入手済の3車種について計算すると、

車種	X車	Y車	Z車
標準車ミラーの質量(可倒本体)(kg) (※1)	(1.3)	1.329	(1.1)
指定車届出値 (※2)	23.00	24.00	11.00
400gの質量追加試算(°)	22.30	23.27	10.67

※1・・・ 本仮定において、標準車ミラーの質量は計算上打ち消され、計算結果に影響を及ぼさない。

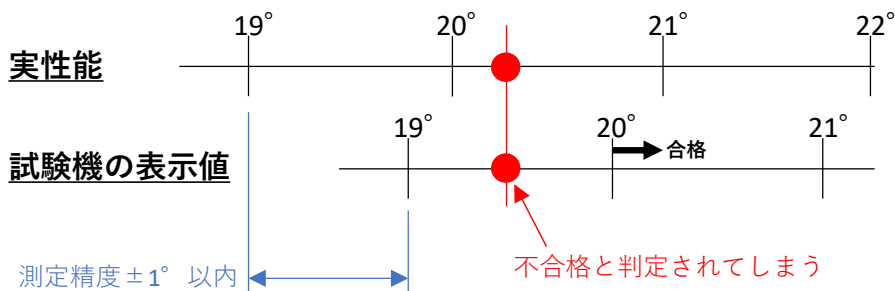
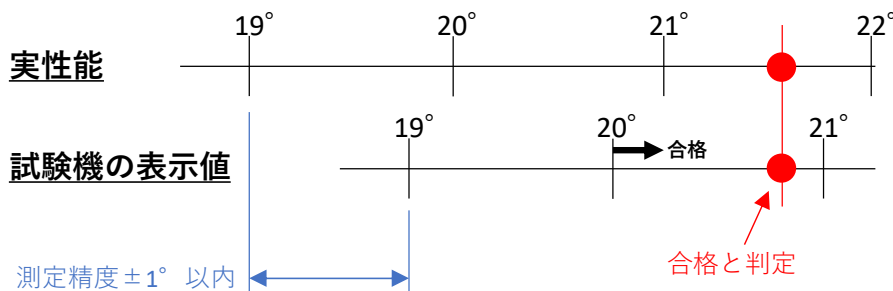
※2・・・ 指定者届出値は、 $F \Rightarrow R$ 、 $R \Rightarrow F$ のうち、角度の低いもののみ記載



●補助ミラー質量制限を設けるうえでの基本的な考え方（Class II、III共通）

UN-R46に適合済のミラーについて、メーカーによる部品認証または車両認証時に、閾値に対して余裕を持っているものと考えており、その根拠として、UN-R46 6.3.3.1.で、試験の測定精度が $\pm 1^\circ$ とされているため、メーカーとしては閾値 $+1^\circ$ 以上を目標性能として設計し、R46試験に臨むのが、量産開発の基本と考える。

実際に、現在試験データを入手出来ている3車種については、すべて閾値 $+1^\circ$ 以上の性能の確保している。

実性能 21° 未満でR46試験を受けた場合実性能 21° 以上でR46試験を受けた場合

試験機の測定精度（R46原文より）

6.3.3. Results of the tests

6.3.3.1. In the tests described in paragraph 6.3.2. above, the pendulum shall continue to swing after impact in such a way that the projection of the position assumed by the arm on the plane of release makes an angle of at least 20° with the vertical. The accuracy of measurement of the angle shall be within $\pm 1^\circ$.

●補助ミラー付加による影響

仮に補助ミラーの質量を400g(上限)とし、前述した仮定式により計算すると、

実性能 21° のミラーで、補助ミラー付加後：約 20.36° （前述計算例通り）

実性能 11° のミラーで、補助ミラー付加後：約 10.67°

となり、標準車ミラーが閾値 $+1^\circ$ 以上の性能を確保しているとの推測のもと、計算上は基準適合性に影響はないと考える。

●確認試験の実施

当ワーキンググループでは、前述した仮定を検証するため、以下2種類の試験を実施した。

尚、地上においては質量と重量は等しいことから、質量を重量として扱うこととした。

①重量増加の影響度計測に特化した模擬試験（非破壊試験） ワーキンググループ内呼称：「模擬試験」

前述した仮定から、R46の衝撃試験においては、スプリング等による節度力（クリック力）や、フリクションほか、重量以外のエネルギー消費の方が支配的であると想定されるため、②の試験に先立ち、重量増加の影響度計測に特化した模擬試験を実施した。

- ・ 試験条件：別紙2-1 「模擬試験実施要領」参照
- ・ 試験結果：別紙2-2 「模擬試験テストレポート」参照

【試験結果考察】

模擬試験においては、400g相当のウェイトを追加した3車種のミラーについて、いずれも想定された計算値内におさまるか、少なくとも角度換算で指定車届出値 -1° 以内におさまり、400g以下の補助ミラー付加による基準適合性への影響はないと考える。

②UN-R46 6.3.2.に定める衝撃試験（破壊試験）

実際に3車種のミラーについて、補助ミラーを想定した400g以上のウェイトを装着した状態で、UN-R46 6.3.2.に定める衝撃試験を行った。試験条件（打撃位置）などについては、メーカーからのデータを入手出来ているものについてはそれに従い、不明なものについては、UN-R46の各規程を基に設定した。

- ・ 試験条件：別紙3-1 「R46本試験実施要領」参照
- ・ 試験結果：別紙3-2 「R46本試験テストレポート」参照

【試験結果考察】

UN-R46 6.3.2.に定める試験では、ミラー本体の形状や可動範囲による幾何学的影響が非常に大きく、指定車届出値と試験結果に乖離があるものは、ウェイト無しでの試験も実施したが、いずれも重量増加による影響は微小であり、400g以下の補助ミラー付加による基準適合性への影響はないと考える。

●結論

車室外付加タイプ補助ミラー付加による重量増加の影響は微小であり、基準適合性への影響度はないと考えられ、代表試験において、その仮定の確からしさを確認した。

代表試験では様々な形状の3車種のミラーを用いたが、他の車種においてもミラーの形状の種類は限られること、代表試験の結果が閾値に対して十分安全側であることから、代表試験を行っていない他の車種についても、車室外ミラーに対し、本ガイドラインに示す手順に沿って取り付けられた400g以下（取付位置によっては上限値は減じられる）の付加タイプ補助ミラーは、母体となるClass II or IIIのミラーの基準適合性への影響はないものとする。

【別紙 2-1】模擬試験実施要領

●試験実施の目的

- ・補助ミラーの付加が軽微な変更であり、ベース車両の技術基準に対し影響がないことの確認

●試験条件

- ・UN-R46 6.3.2.1.2.の試験条件に従い、 $m_0 = 6.8 \pm 0.05\text{kg}$ となるウエイト（以下、模擬ハンマー）を用いる。（今回は平鋼製）
- ・模擬ハンマーとミラーは、ワイヤー等なるべく伸びの少ないもので接続する。
- ・ワイヤー等はミラーを有効に倒せる位置に接続し、接続した位置と実際の R46 試験におけるハンマー打撃位置が異なる場合は、ミラー回転軸を支点とし、レバー比補正を行う。（下表 α ）
- ・補助ミラーに見立てて追加するウエイト（以下、補助ミラーウエイト）の重量は約 400g とし、R46 試験におけるハンマー軌道線上を中心として配置する。ハンマー軌道線上の位置に補助ミラーウエイトを追加できない場合は、ミラー回転軸を支点とするレバー比を用いて補正した重量のウエイトを追加する。（下表 β ）
- ・本試験で使用する数値： Δh は、補助ミラーウエイトの有無による、計算上での試験結果の差とする。（ $= h - h'$ ）

●試験手順

- (1) 被試験体ミラー（補助ミラーウエイト無し）と模擬ハンマーを、ミラーを有効に倒せる位置関係に配置する。
- (2) 模擬ハンマーを振り上げてリリースし、ミラーが倒れた高さを記録する。
- (3) 被試験体ミラーに補助ミラーの重量増分を見込んだウエイトを追加する。
- (4) 模擬ハンマーの振り上げ高さを補正後リリースし、ミラーが倒れたリリース高さを記録する。

※F⇒R の試験後、補助ミラーウエイトを残したまま R⇒F の試験を行った方が効率的ですが、エネルギーの高い方（リリース位置が高い方）から閾値を探っていくと、ワイヤー等の疲労が懸念されること、標準ミラーの試験後に補助ミラーウエイトを追加した試験を実施した方が、万が一ワイヤー等に疲労や伸びが発生しても、試験結果を不利にすることから、試験結果を有効に使えること、などを理由に本手順とします。

●判定基準

- ・ミラーの保持機構が解除されて、ミラーの倒れる動作が開始される。
- ・あらかじめ定めた位置までミラーが倒れる。

このいずれかの条件に達することより、ミラーが「倒れた」ものとするとき、補助ミラーウエイトの有無でのリリース位置の高低差が、おおよそ計算で想定した Δh 以内におさまること。そうでない場合は、角度換算にて 1° 以内におさまること。

●試験に必要な数値等

車種	部番	試験方向	メーカー試験 成績値 (θ)	レバー比補正值		Δh (計算値)	レバー比補 正後 Δh (= $\Delta h1$)	1° 相当 Δh (= $\Delta h2$)
				ワイヤー接続 (α)	補助ミラーウエイト (β)			
X 車	■■■■■	F ⇒ R	32°	0.781	1.15	8.93 mm	6.97 mm	7.12 mm
		R ⇒ F	23°			4.67 mm	2.24 mm	5.21 mm
Y 車	■■■■■	F ⇒ R	36°	0.793	1.12	11.23 mm	8.91 mm	8.03 mm
		R ⇒ F	24°			5.08 mm	4.03 mm	5.51 mm
Z 車	■■■■■	F ⇒ R	11°	1.17	1.0	1.08 mm	0.92 mm	3.72 mm
		R ⇒ F	20°			3.54 mm	3.03 mm	6.81 mm

※ Δh は、換算重量 400g の補助ミラーウエイトを付加した際の計算値

Δh : WG で仮定した式による計算値 ($e2$ と $e2'$ の差から求まる)

レバー比補正後 Δh (= $\Delta h1$) : = $\Delta h \times \alpha$

1° 相当 Δh (= $\Delta h2$) : = $(1 \cdot \cos(\theta - 1^\circ) - 1 \cdot \cos \theta) \times \alpha$

付加するウエイト重量 : = $400g \times \beta$

●試験順序

・補助ミラーウエイト重量の測定

・模擬試験(X 車)

試験 F⇒R (補助ミラーウエイト無し)

試験 F⇒R (補助ミラーウエイト有り)

試験 R⇒F (補助ミラーウエイト無し)

試験 R⇒F (補助ミラーウエイト有り)

・模擬試験(Y 車)

試験 F⇒R (補助ミラーウエイト無し)

試験 F⇒R (補助ミラーウエイト有り)

試験 R⇒F (補助ミラーウエイト無し)

試験 R⇒F (補助ミラーウエイト有り)

・模擬試験(Z 車)

試験 F⇒R (補助ミラーウエイト無し)

試験 F⇒R (補助ミラーウエイト有り)

試験 R⇒F (補助ミラーウエイト無し)

試験 R⇒F (補助ミラーウエイト有り)

【別紙2-2】模擬試験テストレポート

2023.10.29

会議名	R46対応ワーキンググループ		
開催日	2023年10月20日	開催時間	13:00～16:45
場所	(株)野口自動車	作成	東京特殊車体 升澤
出席者	参加者リスト参照		
議題	模擬試験		
議事	<p>1. 情報共有 R46本試験で使用する振り子が公開され、模擬試験に参加したメンバーで確認をおこなった。</p> <p>2. 試験手順の説明 模擬試験は以下の手順で実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 被試験体ミラーと模擬ハンマーを、ミラーを有効に倒せる位置関係に配置する。 2) 模擬ハンマーを振り上げてリリースし、ミラーが倒れた高さを記録する。 3) 被試験体ミラーに補助ミラーの重量増分を見込んだウエイトを追加する。 4) 模擬ハンマーの振り上げ高さを補正後リリースし、ミラーが倒れた高さを記録する。 <p>備考: ミラーは本試験のために準備したX車、Y車、Z車用を利用した。 なお、試験のN数は5回とした。</p> <p>3. 補助ミラーウエイト確認 ウエイトの重量は付加する補助ミラー重量上限の400g(換算重量)とした。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>※ 実際には試験の途中で確認作業を実施した。</p> <p>4. 装置の確認 試験前に装置の確認をおこなった。</p> <div style="display: grid; grid-template-columns: 1fr 1fr; gap: 10px;">     </div>		

5. 試験

模擬試験はX車、Y車、Z車の順番で実施した。

1) X車(クラッチ付)

・ Fr⇒Rr

ウエイト無し



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→13mm

$\Delta h1 = 6.97\text{mm}$ 、 $\Delta h2 = 7.12\text{mm}$

試験結果(Δh_{res}) = $13\text{mm} - 13\text{mm} = 0.0\text{mm} < \Delta h1(\Delta h2)$

ウエイト有り



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→13mm

・ Rr⇒Fr

ウエイト無し



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→29mm

$\Delta h1 = 2.24\text{mm}$ 、 $\Delta h2 = 5.21\text{mm}$

試験結果(Δh_{res}) = $30\text{mm} - 29\text{mm} = 1.0\text{mm} < \Delta h1(\Delta h2)$

ウエイト有り



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→30mm

議事

2) Y車(クラッチ付)

- ・ Fr⇒Rr
- ウエイト無し



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→12.5mm

ウエイト有り

$$\Delta h1 = 8.91\text{mm}, \Delta h2 = 8.03\text{mm}$$

$$\text{試験結果}(\Delta h_{\text{res}}) = 12.5\text{mm} - 12.5\text{mm} = 0.0\text{mm} < \Delta h1(\Delta h2)$$



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→12.5mm

- ・ Rr⇒Fr
- ウエイト無し



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→29mm

ウエイト有り

$$\Delta h1 = 4.03\text{mm}, \Delta h2 = 5.51\text{mm}$$

$$\text{試験結果}(\Delta h_{\text{res}}) = 29.5\text{mm} - 29\text{mm} = 0.5\text{mm} < \Delta h1(\Delta h2)$$

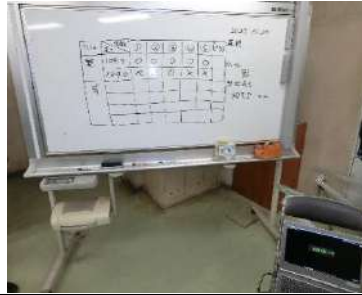


ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→29.5mm

議事

3) Z車(クラッチ付)

- ・ Fr⇒Rr
- ウエイト無し



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→109.5mm

ウエイト有り

$$\Delta h1 = 0.92\text{mm}, \Delta h2 = 3.72\text{mm}$$

$$\text{試験結果}(\Delta h_{\text{res}}) = 110\text{mm} - 109.5\text{mm} = 0.5\text{mm} < \Delta h1(\Delta h2)$$



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→110mm

- ・ Rr⇒Fr
- ウエイト無し



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→27mm

ウエイト有り

$$\Delta h1 = 3.03\text{mm}, \Delta h2 = 6.81\text{mm}$$

$$\text{試験結果}(\Delta h_{\text{res}}) = 30.5\text{mm} - 27\text{mm} = 3.5\text{mm} < \Delta h2$$



ミラーが倒れた
模擬ハンマー
振り上げ高さ
→30.5mm

議事

6. 結論

今回、模擬試験を実施した3車種のミラーでは、補助ミラーウエイト有無どちらの場合も、あらかじめ想定した高さで、ミラーが倒れることが確認出来た。

次回開催予定日 : 11/1(水) UN-R46本試験

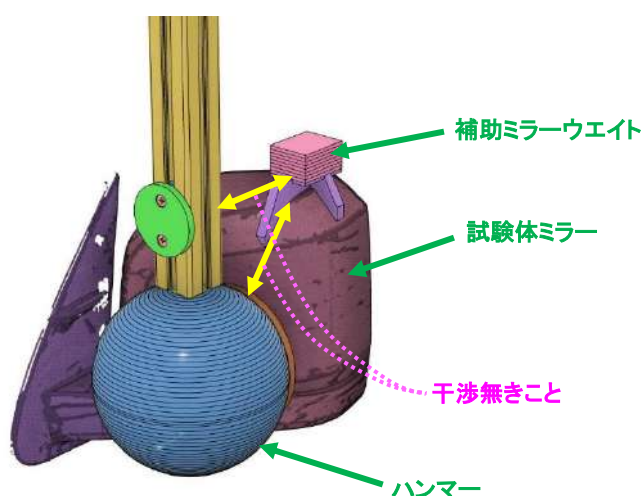
【別紙 3-1】R46 試験実施要領

●試験実施の目的

- ・補助ミラーの付加が軽微な変更であり、ベース車両の技術基準に対し影響がないことの確認

●試験条件

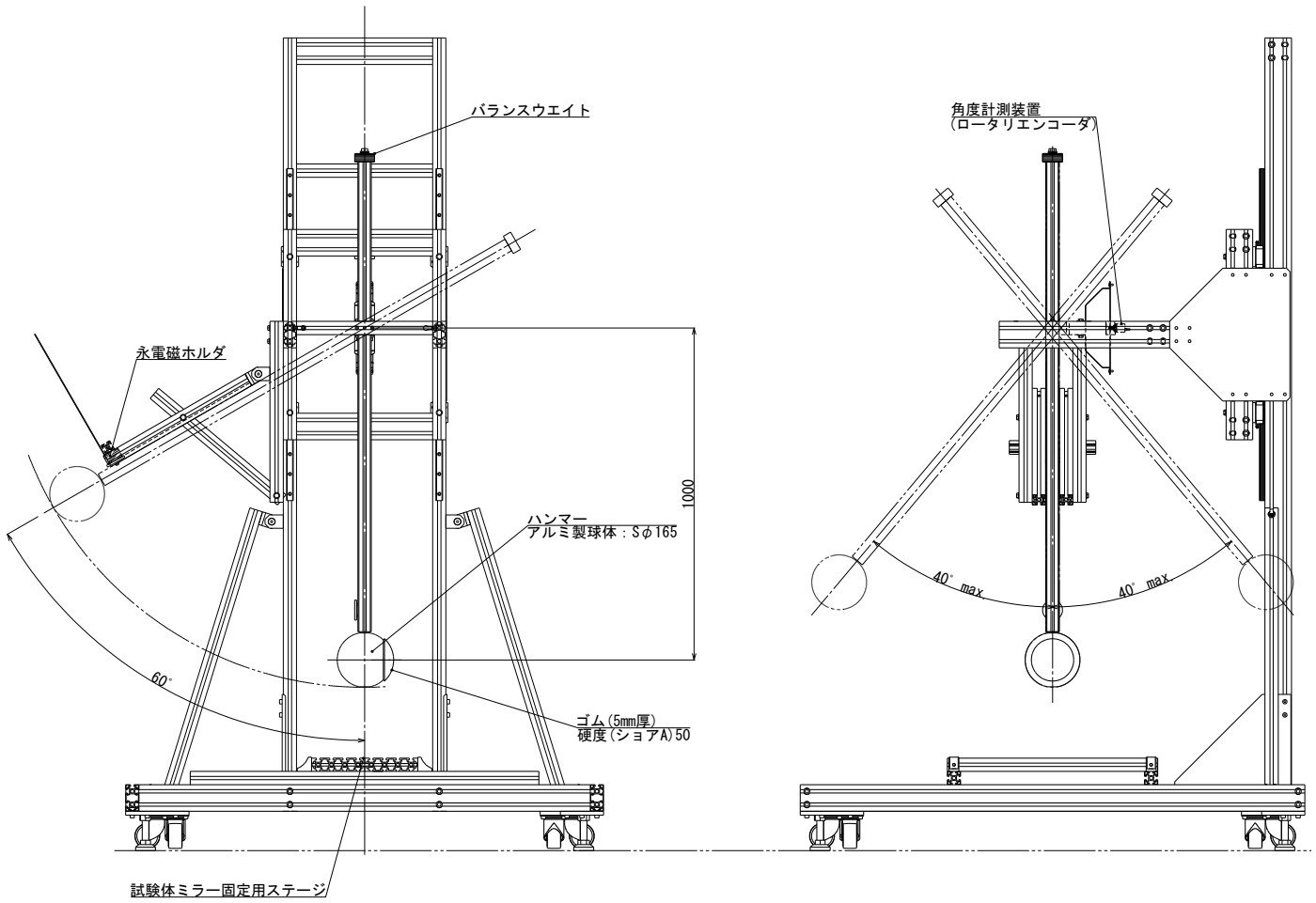
- ・UN-R46 6.3.2.の試験条件に従い、試験装置(図 2)を準備する。
- ・試験体ミラーに対するハンマーの打撃位置は、メーカー公表値に従うか、UN-R46 の試験条件に従う。
- ・補助ミラーに見立てて追加するウエイト(以下、補助ミラーウエイト)の重量は約 400g またはそれ以上する。
- ・補助ミラーウエイトの追加位置は反射面中心か、それよりも外側(不利側)とし、試験過程において、ハンマー等と干渉しない位置とする。(図 1)



【図 1】 補助ミラーウエイトの位置

●試験手順

- (1) 被試験体ミラー(補助ミラーウエイト有り)と試験ハンマーを、試験条件に定める位置関係に配置する。
- (2) 試験ハンマーを振り上げて永電磁ホルダに固定し、角度計測装置が 60° を指すことを確認する。
- (3) スイッチ操作により永電磁ホルダに通電(消磁)し、試験ハンマーを自由落下させる。
- (4) 試験ハンマーが試験体ミラーに衝突し、振り上がる高さを記録する。
- (5) 試験結果が計算による想定と大きく乖離した場合は、補助ミラーウエイト無しでも試験を行う。



【図 2】 R46 試験装置

【別紙3-2】 R46本試験テストレポート

試供部品に限りがあるため、補助ミラー相当のウェイトは400g+補正とした

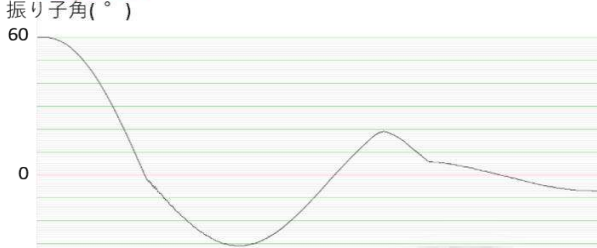
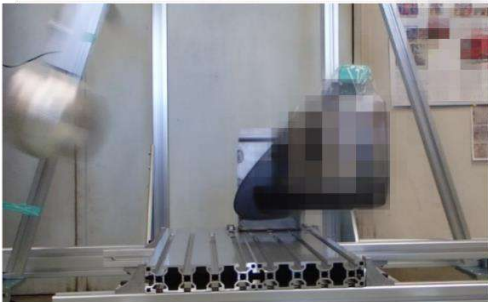
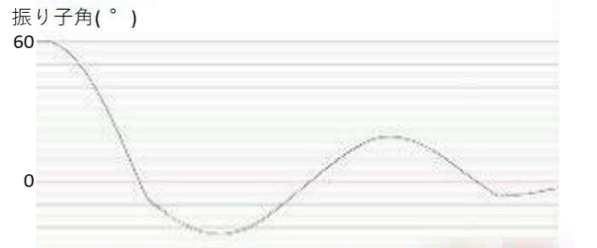
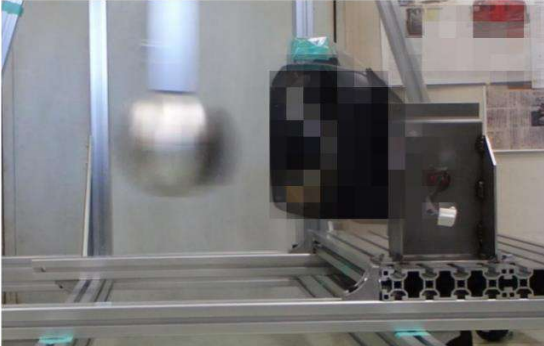
ウェイトは反射面中心、またはそれよりも外側（不利側）に固定した

※ウェイト付の試験結果において、届出値との乖離が有る場合はウェイト無しでも試験を実施した

試験場所：(株)野口自動車

試験実施日：2023年11月1日

X車

	ウェイト無し	ウェイトあり
F⇒R	32°（指定車届出値） 試験セズ	31°（試験結果） X車 F⇒R(ウェイト有) 2023-11-01 13-47-07 最大値:31.00° 振り子角(°)   ウェイト重量462g
R⇒F	23°（指定車届出値） 試験セズ	23°（試験結果） X車 R⇒F(ウェイト有) 2023-11-01 13-52-55 最大値:23.00° 振り子角(°)   ウェイト重量462g

試供部品に限りがあるため、補助ミラ-相当のウェイトは400g+補正とした

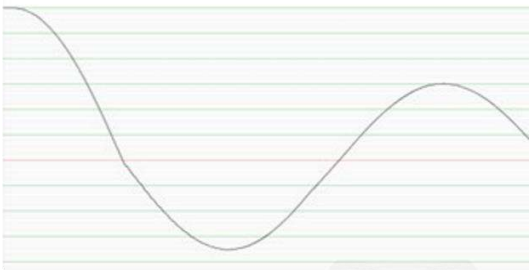
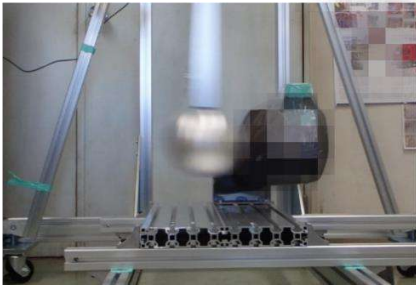

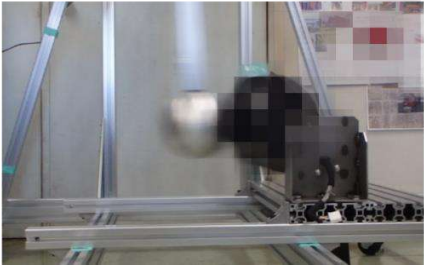
ウェイトは反射面中心、またはそれよりも外側（不利側）に固定した

※ウェイト付の試験結果において、届出値との乖離が有る場合はウェイト無しでも試験を実施した

試験場所：(株)野口自動車

試験実施日：2023年11月1日

Y車

	ウェイト無し	ウェイトあり
F⇒R	36°（指定車届出値） 試験セズ	35.25°（試験結果） Y車 F⇒R(ウェイト有) 2023-11-01 14-02-44 最大値:35.25° 振り子角(°)   ウェイト重量459g
R⇒F	24°（指定車届出値） 試験セズ	23.25°（試験結果） Y車 R⇒F(ウェイト有) 2023-11-01 14-29-07 最大値:23.25° 振り子角(°)   ウェイト重量410g

試供部品に限りがあるため、補助ミラ-相当のウェイトは400g+補正とした

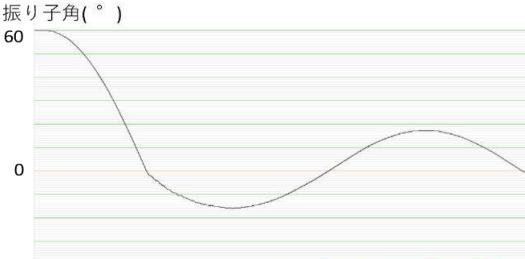

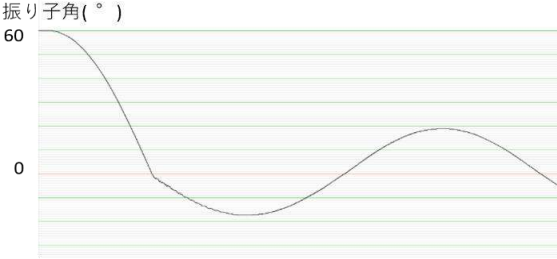

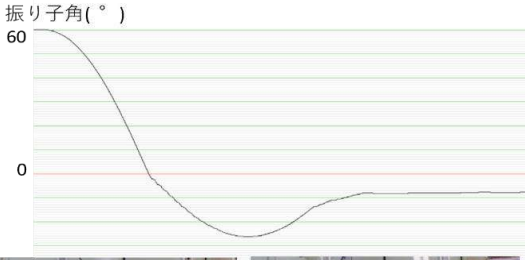

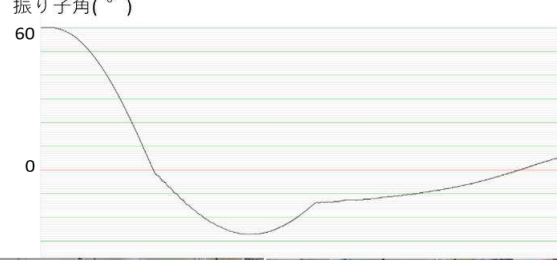

ウェイトは反射面中心、またはそれよりも外側（不利側）に固定した

※ウェイト付の試験結果において、届出値との乖離が有る場合はウェイト無しでも試験を実施した

試験場所：(株)野口自動車

試験実施日：2023年11月1日

Z車

	ウェイト無し	ウェイトあり
F⇒R	<p>11°（指定車届出値） 16°（試験結果）</p> <p>【参考】 Z車 F⇒R(ウェイト無) 2023-11-01 16-18-36 最大値:16.00°</p>  	<p>17.5°（試験結果）</p> <p>Z車 F⇒R(ウェイト有) 2023-11-01 16-29-41 最大値:17.50°</p>   <p>ウェイト重量403g</p>
R⇒F	<p>20°（指定車届出値） 26.25°（試験結果）</p> <p>【参考】 Z車 R⇒F(ウェイト無) 2023-11-01 17-06-54 最大値:26.25°</p>  	<p>27.25°（試験結果）</p> <p>Z車 R⇒F(ウェイト有) 2023-11-01 17-15-10 最大値:27.25°</p>   <p>ウェイト重量403g</p>

※このタイプは結果（降りぬけ角）に対して、打撃位置の感度が高いと考える。
ウェイト無しでF⇒Rを6回行ったが、結果14.7°～16°の幅があった。