

一次電池を使用した前照灯の光度維持の検証試験

—平成 24 年度自転車規格標準化事業の規格検証試験—

一般財団法人自転車産業振興協会技術研究所

1. 目的

JIS C9502（自転車用灯火装置）では、「一次電池を使用した前照灯の光度の維持」は 10 時間後の光度値を 100cd 以上と規定している。しかし、都道府県の道路交通規則又は道路交通法施行細則においては、軽車両の灯火は、「夜間 10m 先の交通上の障害物が確認できる光度」と規定されており、これは光度値 400cd に相当する。当協会事業である自転車規格標準化事業において設置する JIS 調査分科会・ランプ部会において、“一次電池を使用した前照灯の光度の維持について 400cd 以上”と規定すべきとの意見が出された。また、試験に使用する電池を規定していないため、電池の種類により維持時間に差が出るとの意見があった。

このため、前照灯の光度値 400cd の維持時間及び電池の種類による性能差について検証試験を実施し、規格改正のための基礎データとしたので報告する。

2. 試験概要

JIS C9502 の 8.1.2 「光度の維持」 8.1.2.1 「一次電池を使用した前照灯」では、1 日に 1 回、連続 30 分間、1 週間につき連日 5 日間、4 週間にわたって作動（合計 10 時間）させ、この試験期間終了時の電圧値で光度を測定した時の光度値を 100cd 以上と規定している。また、連続 10 時間作動させたときの光度値が 100cd 以上あるときには規格に適合したとみなしている。

検証試験では、前照灯及び一次電池の組み合わせにより、前照灯を連続点灯させる試験（測定方法 1）と、1 日に 1 回、連続 30 分間、1 週間につき連日 5 日間の 4 週間点灯させる試験（測定方法 2）の 2 種類の方法で光度値 400cd の維持時間を測定した。なお、検証試験は、本事業のメーカー委員の協力を得て自振協・技研と分担して実施した。

3. 供試品

3.1 前照灯

試験を実施した前照灯は、表 1 に示すように光源が LED のタイプ 11 種類、電球のタイプ 1 種類の計 12 種類で、国内及び海外メーカーの 6 社の製品（写真 1）とした。前照灯の使用電池（形状）は、LED タイプが単 3 形及び単 4 形電池で、電球タイプが単 2 形電池である。点灯状態は、Low と High モードの切り替えがあるものは Low モードで点灯したが、No.11 は Low モードでは 400cd の最低光度値を満たさないため High モードで点灯した。

表 1 前照灯

No.	メーカー	光源	使用電池	点灯状態
1	A	LED	単 3 形 × 4	点灯
2	A	LED	単 3 形 × 4	点灯 (Low)
3	A	LED	単 3 形 × 1	点灯
4	A	電球	単 2 形 × 2	点灯
5	A	LED	単 3 形 × 4	点灯
6	A	LED	単 3 形 × 4	点灯 (Low)
7	B	LED	単 3 形 × 3	点灯 (Low)
8	C	LED	単 4 形 × 4	点灯 (Low)
9	D	LED	単 4 形 × 4	点灯
10	E	LED	単 4 形 × 3	点灯
11	F	LED	単 4 形 × 3	点灯 (Hi)
12	C	LED	単 4 形 × 3	点灯



写真 1 前照灯

3.2 一次電池

一次電池（以下、電池という）は、表 2 に示すようにアルカリ乾電池 5 種類とマンガン乾電池 3 種類の計 8 種類で、メーカー 5 社の製品とし、家電メーカー製の電池以外に 100 円ショップなどで販売している安価な電池も試験した。

表 2 電池

No.	メーカー	種類	形状	備考
1	G	アルカリ 乾電池	単 2 形、単 3 形、単 4 形	
2	G		単 2 形、単 3 形、単 4 形	
3	H		単 2 形、単 3 形、単 4 形	JIS マーク品
4	I		単 2 形、単 3 形、単 4 形	
5	J		単 2 形、単 3 形、単 4 形	
6	G	マンガン 乾電池	単 2 形、単 3 形	
7	H		単 3 形	
8	K		単 2 形	

4. 試験方法

JIS C9502 の 8.1.2 「光度の維持」 8.1.2.1 「一次電池を使用した前照灯」の規定では、前照灯に未使用の電池を取り付けて、1 日に 1 回、連続 30 分間、1 週間につき連日 5 日間、4 週間にわたって作動（すなわち、合計 10 時間作動）させ、この試験期間終了時の電圧を測定する。次に、その電圧値により光度を試験し、試験方法 2（円形配光特性）による場合に図 1 の測定点 A の光度値を 100cd 以上と規定している。なお、連続 10 時間作動させたときの電圧を測定し、その電圧によって検査した測定点 A の光度値が 100cd 以上あるときは、この規定に適合したとみなしている。

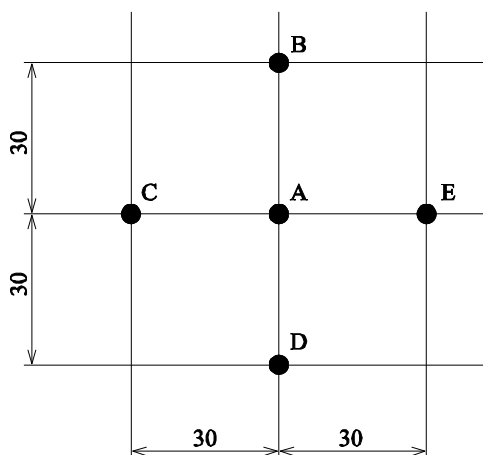


図 1 試験方法 2（円形配光特性）

検証試験は、**測定方法 1** の前照灯を連続点灯させる試験（連続点灯試験）と、**測定方法 2** の 1 日に 1 回、連続 30 分間、1 週間につき連日 5 日間の 4 週間点灯させる試験（1 日 30 分点灯試験）の 2 種類とした。前照灯の電池の電圧は、**写真 2** に示すデータローガー (GRAPHTEC 製 GL200) で測定した。電圧値の測定間隔は、1 分とした。また、測定方法 2 の前照灯の点灯及び消灯の操作は、手動で行った。

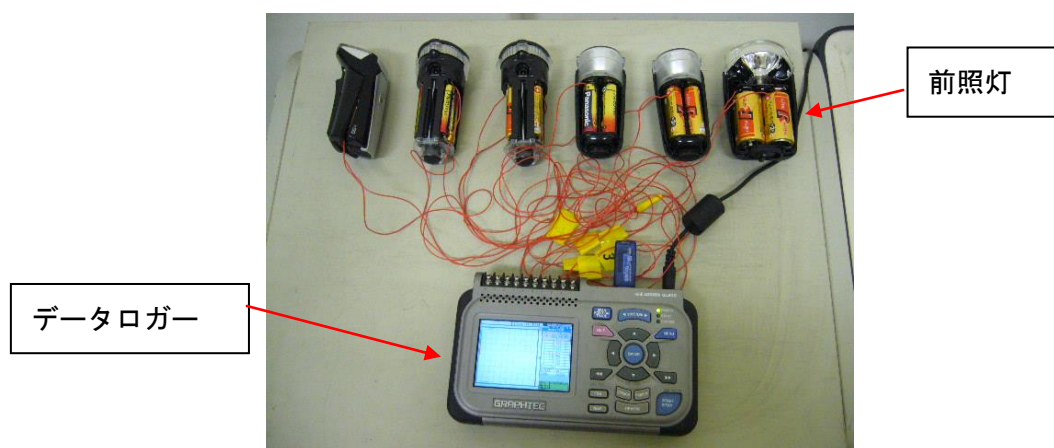


写真 2 電圧測定状況

なお、JIS では、周囲温度を $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ と規定しているため、恒温槽 (20°C) を使用する方法及び空調で試験室の温度を調整（サーモレコーダー：ESPEC 製 RS-12 で温度が規定の範囲内であったことを確認）する方法をとった。

前照灯の光度は、**写真 3** に示す直流電源装置により測定した電圧値で前照灯を点灯させた時の測定点 A (**写真 4** のスクリーン面の中心) の照度を照度計 (コニカミノルタ製 T-10) で測定し、測定した照度値から光度を算出¹⁾ した。**写真 4** にスクリーン、**写真 5** に前照灯を点灯した状況を示す。

注 1 $I = EL^2$

ここに、

I : 光度値 (cd)

E : 照度値 (lx)

L : 測定距離 (m)

なお、前照灯とスクリーン面の測定距離は 5 m で、電球タイプは約 10 分間、LED タイプは約 30 分間点灯させ、特性がほぼ一定になってから照度測定を行った。

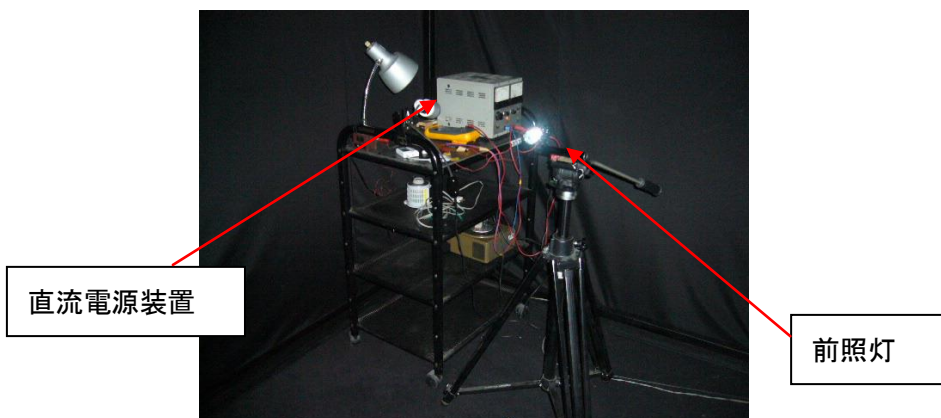


写真3 直流電源装置

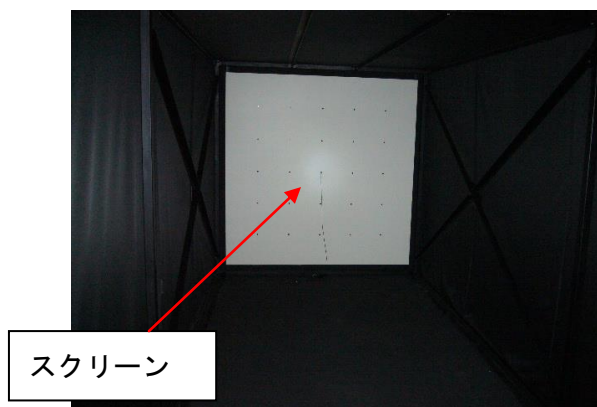


写真4 スクリーン
(スクリーン面の中心が測定点A)



写真5 前照灯の点灯状況

5 試験結果

5.1 測定方法 1

測定方法 1（連続点灯試験）による電圧と維持時間の試験結果を図 2～13 に示す。測定時間は、No.1～3 及びNo.8～12 が 24 時間、No.4～7 が 14 時間である。図中、それぞれの前照灯が 400cd の光線を発生することができる電圧値を赤色の線で示した。No.4 の電球のみ 100cd の光線を発生することができる電圧値を青色の線で示した。図 2～8 より電池の種類で比較すると、マンガン乾電池はアルカリ乾電池に比べて電圧の低下が早く維持時間も短い。マンガン乾電池は前照灯の電池として適していないようである。また、アルカリ乾電池でも製品による差が大きく、No.1 が最小 6 時間、最大 19 時間で約 3 倍、No.2 が最小 15 時間、最大 23 時間、No.3 が最小 7 時間、最大 10 時間で約 1.5 倍維持時間に差があった。

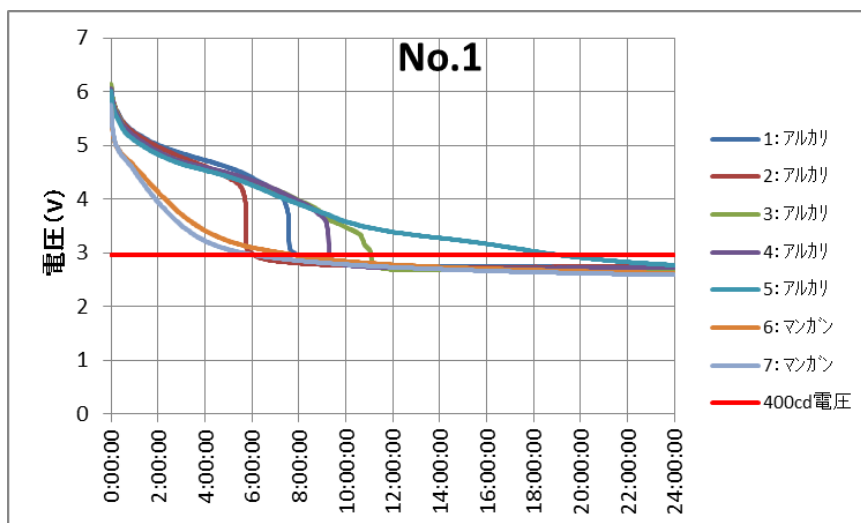


図 2 測定方法 1 No.1

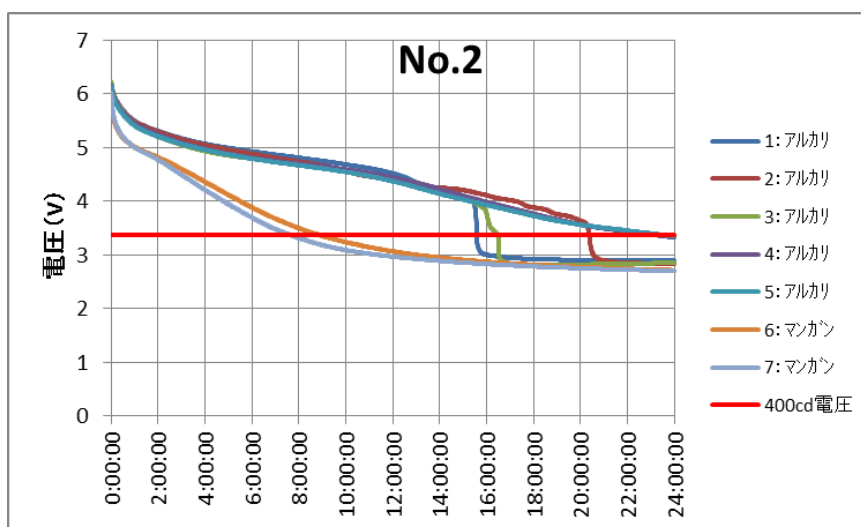


図 3 測定方法 1 No.2

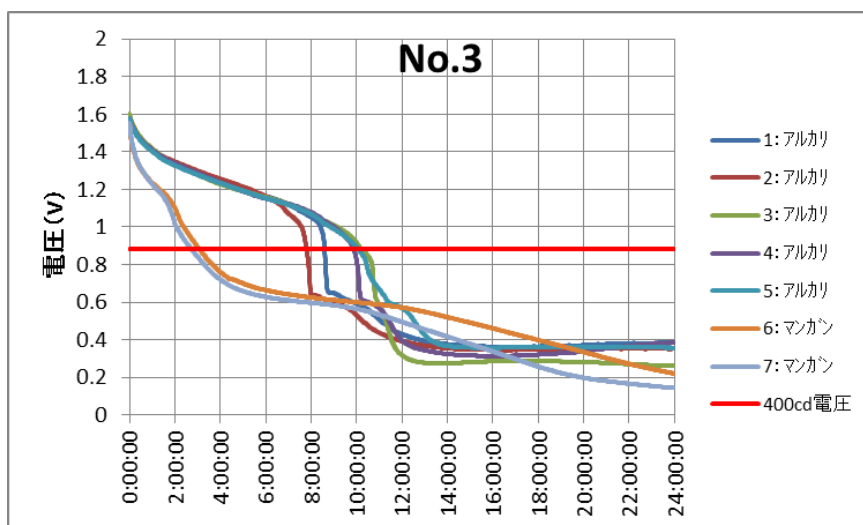


図 4 測定方法 1 No.3

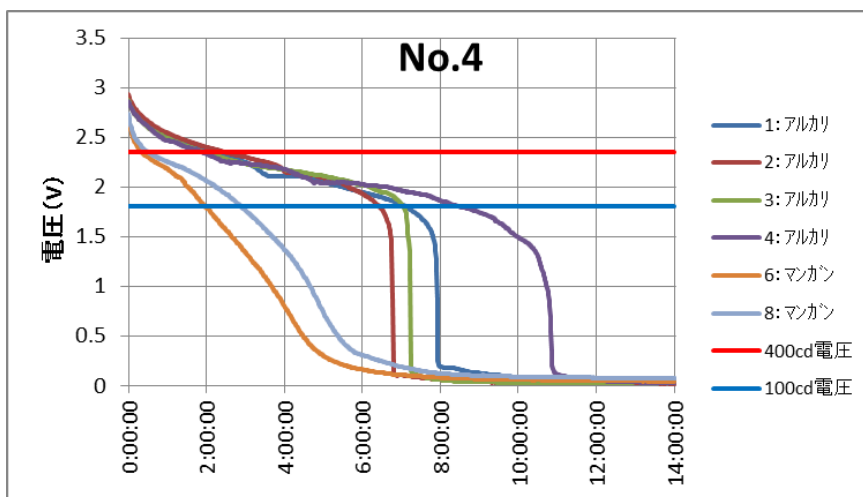


図 5 測定方法 1 No.4

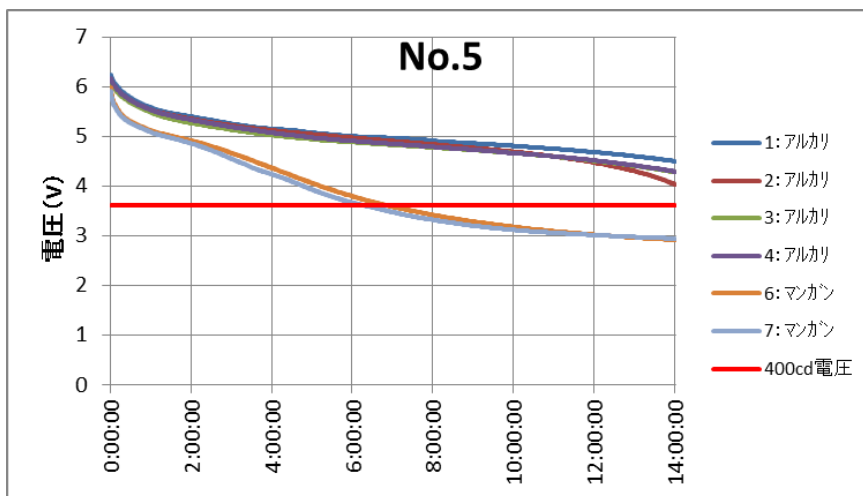


図 6 測定方法 1 No.5

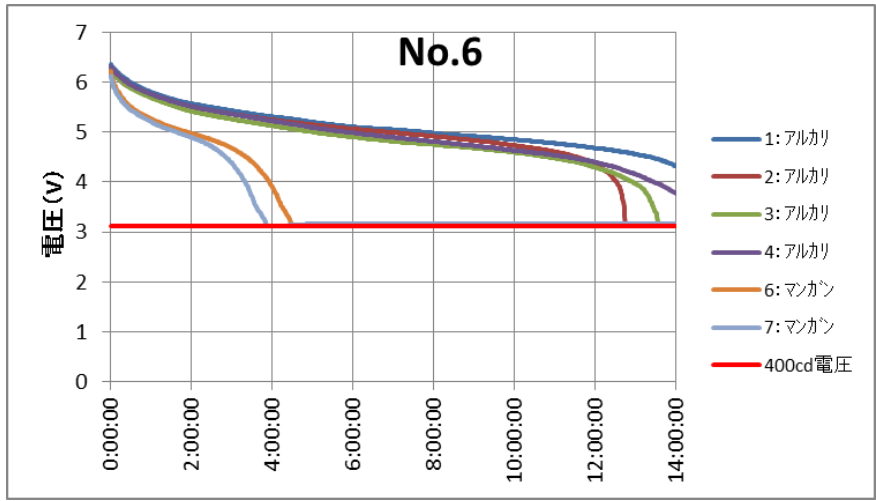


図 7 測定方法 1 No.6

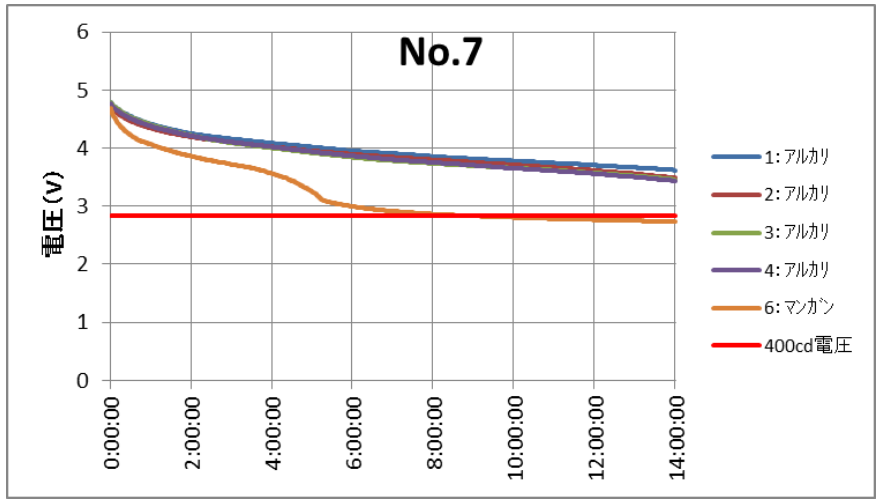


図 8 測定方法 1 No.7

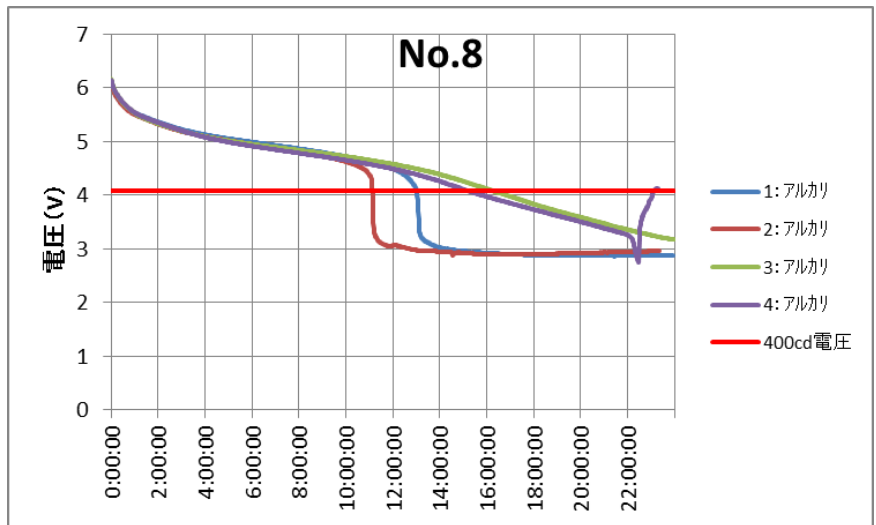


図 9 測定方法 1 No.8

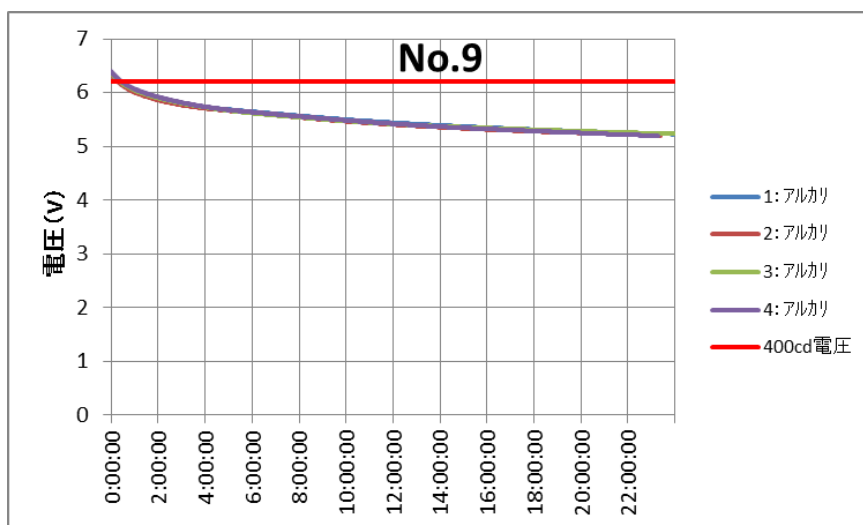


図 10 測定方法 1 No.9

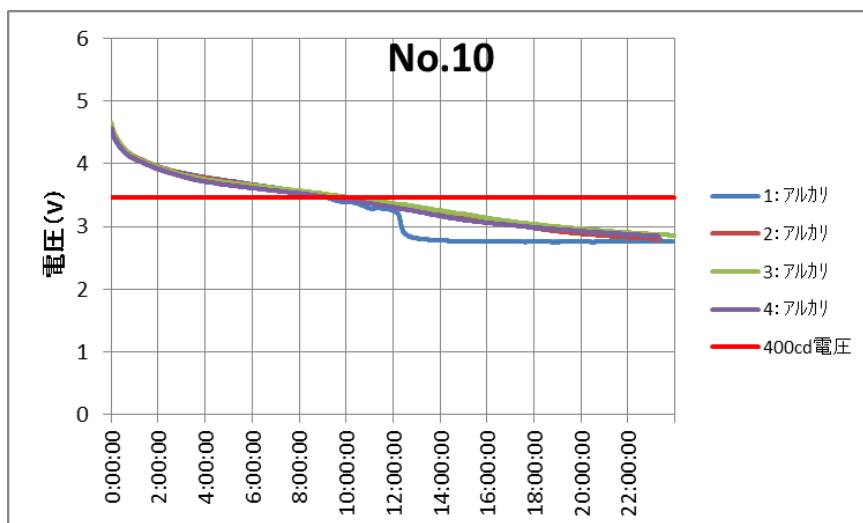


図 11 測定方法 1 No.10

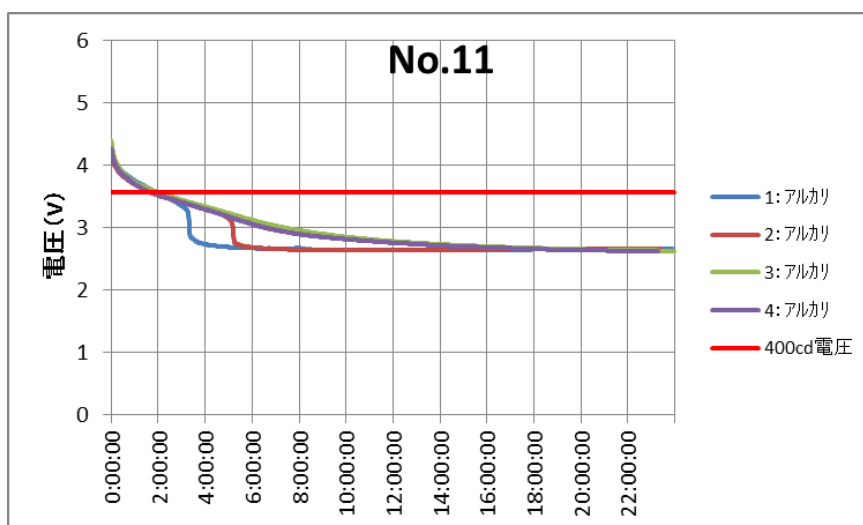


図 12 測定方法 1 No.11

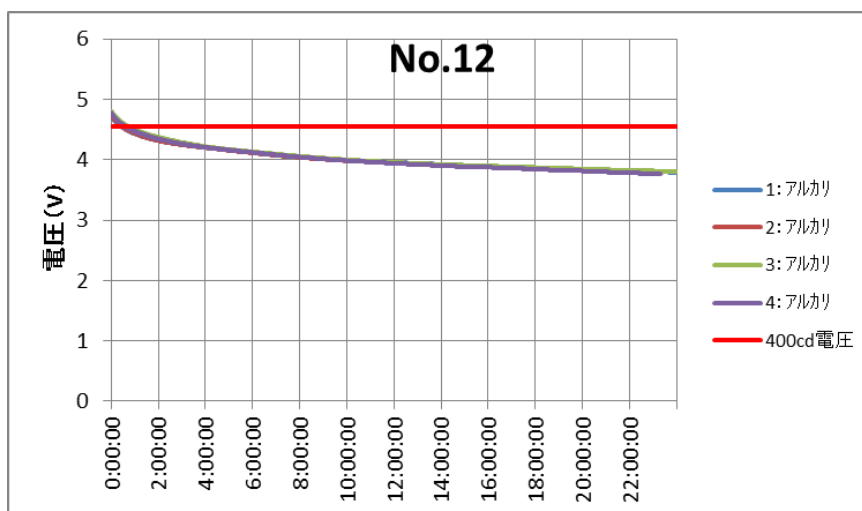


図 13 測定方法 1 No.12

表 3 は測定方法 1 の試験結果で、点灯開始から 400cd になるまでの時間及び 400cd 時の電圧を示す。表 3 より単 3 形電池を使用した LED タイプは、No.2、5、6、7 が全てのアルカリ乾電池で 10 時間以上、No.1、3 が 2 種類のアルカリ乾電池が 10 時間以上で、最低でも 6 時間以上光度値 400cd を維持した。

単 4 形電池を使用した LED タイプは、No.8 がアルカリ乾電池で 10 時間以上、No.10 が 9 時間以上であったが、No.9、11、12 は 2 時間以下となり、製品により 400cd を長時間維持するものと短時間しか維持しないものに分かれた。電球タイプは、アルカリ乾電池で約 2 時間しか光度値 400cd を維持することができなかった。

表3 測定方法1の試験結果

前照灯			400cd時の 電圧(V)	電池							
No.	光源	使用電池		1	2	3	4	5	6	7	8
				アルカリ乾電池				マンガン乾電池			
1	LED	単3形×4	2.960	7時間54分	6時間 5分	11時間4分	9時間16分	19時間3分	7時間45分	6時間 3分	-
2	LED	単3形×4	3.360	15時間33分	20時間21分	16時間27分	23時間18分	23時間40分	8時間55分	7時間40分	-
3	LED	単3形×1	0.880	8時間35分	7時間47分	10時間12分	9時間52分	10時間5分	3時間4分	2時間43分	-
4	電球	単2形×2	2.350	2時間19分	2時間33分	1時間59分	1時間57分	-	22分	-	32分
5	LED	単3形×4	3.600	14時間以上	14時間以上	14時間以上	14時間以上	-	6時間53分	6時間20分	-
6	LED	単3形×4	3.110	14時間以上	14時間以上	14時間以上	14時間以上	-	14時間以上	14時間以上	-
7	LED	単3形×3	2.830	14時間以上	14時間以上	14時間以上	14時間以上	-	9時間3分	-	-
8	LED	単4形×4	4.080	13時間	11時間7分	16時間15分	15時間11分	-	-	-	-
9	LED	単4形×4	6.200	19分	17分	23分	27分	-	-	-	-
10	LED	単4形×3	3.470	9時間3分	9時間28分	9時間59分	9時間6分	-	-	-	-
11	LED	単4形×3	3.570	1時間51分	1時間42分	1時間54分	1時間34分	-	-	-	-
12	LED	単4形×3	4.540	27分	30分	46分	37分	-	-	-	-

注: 赤字は2時間未満

5.2 測定方法 2

測定方法 2 (1 日 30 分点灯試験) による電圧と維持時間の試験結果を図 14~20 に示す。前照灯が単 3 形電池を使用した LED タイプ 6 種類と電球タイプ 1 種類、電池が比較的入手し易い乾電池 (No.2) と JIS マーク品 (No.3) のアルカリ乾電池の 2 種類とし、試験は、4 週間 (20 日点灯) を実施した。

図 14~16 及び図 18~20 より LED タイプは、2 種類の電池タイプともに 10 時間後に光度値 400cd 以上となった。図 17 の No.4 の電球タイプは、点灯時のみ電圧値を表示するため消灯時には電圧値が 0 を表示している。図 21 に電球タイプの 5 日目の拡大図を示すが、5 日目で 400cd の光線を発することのできる電圧値を下回った。

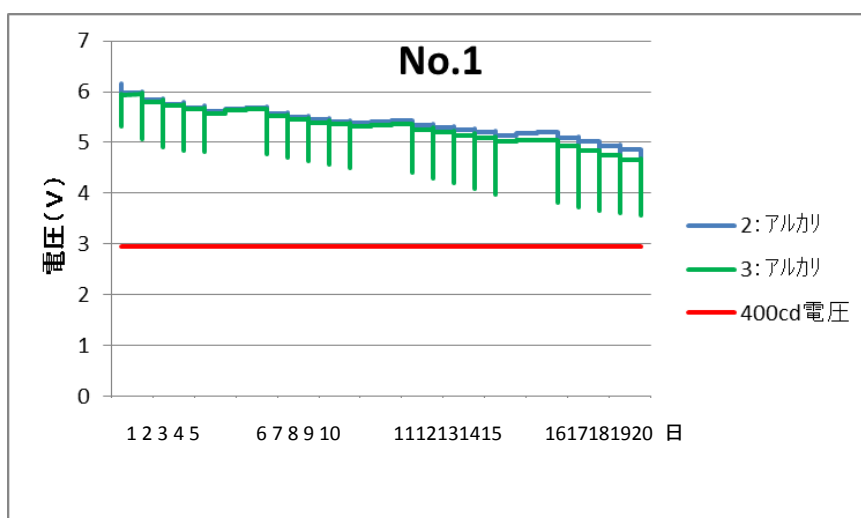


図 14 測定方法 2 No.1

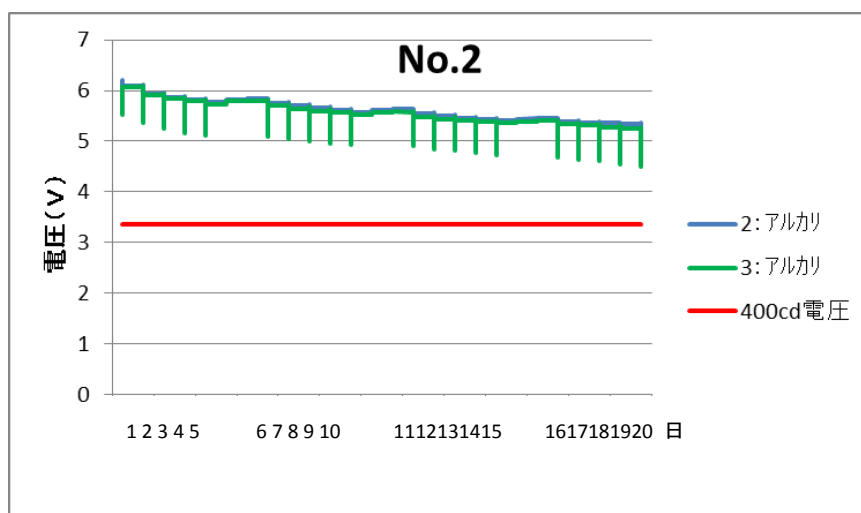


図 15 測定方法 2 No.2

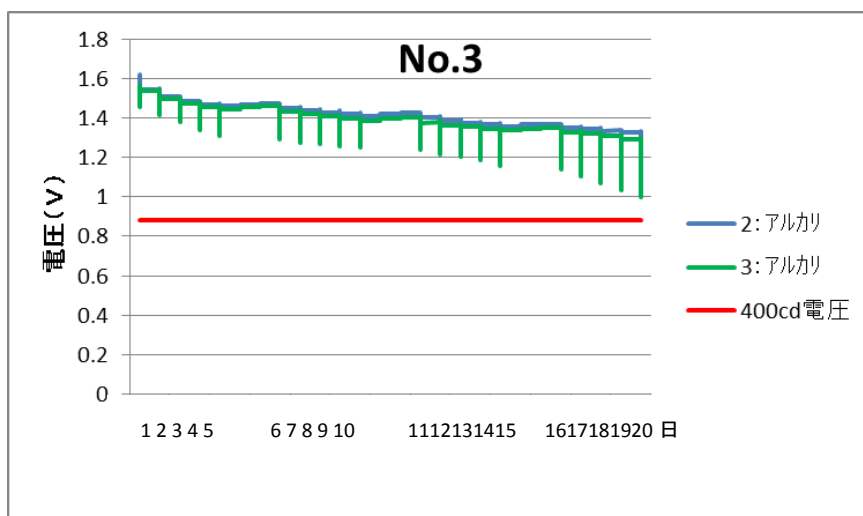


図 16 測定方法 2 No.3

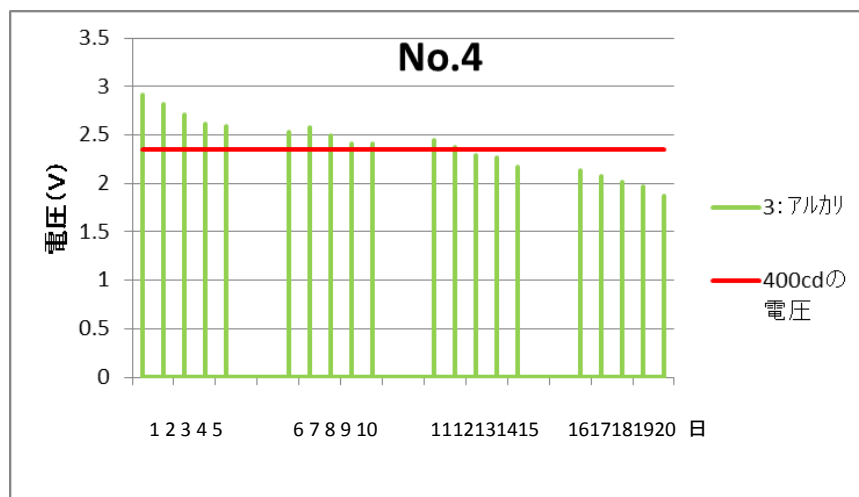


図 17 測定方法 2 No.4

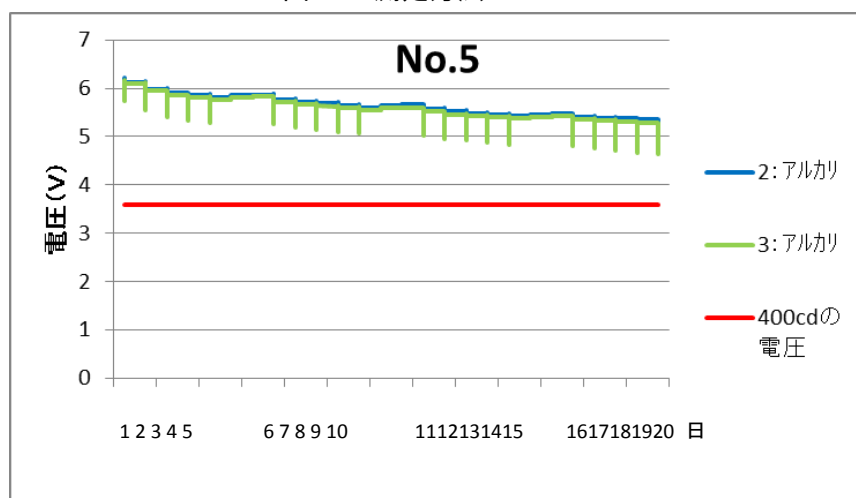


図 18 測定方法 2 No.5

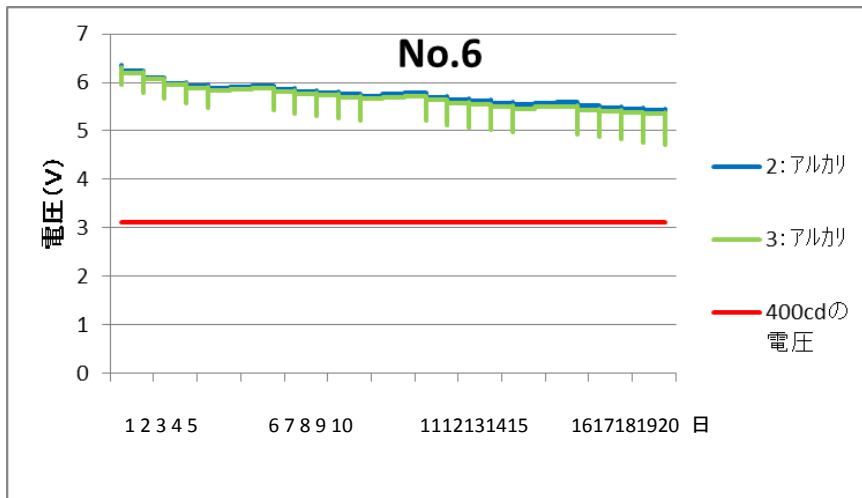


図 19 測定方法 2 No.6

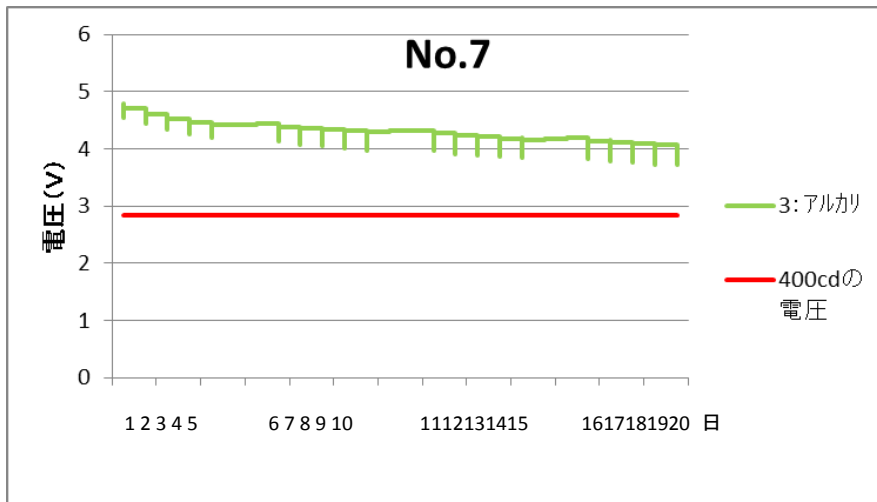


図 20 測定方法 2 No.7

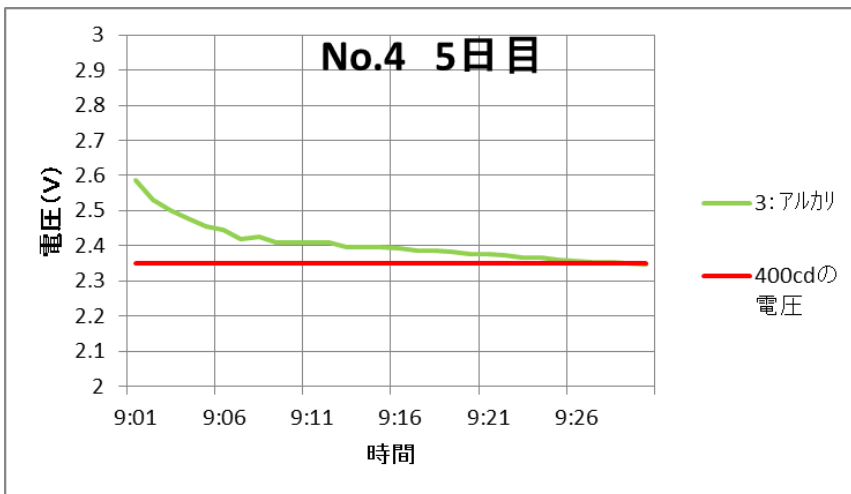


図 21 測定方法 2 No.4 (5 日目)

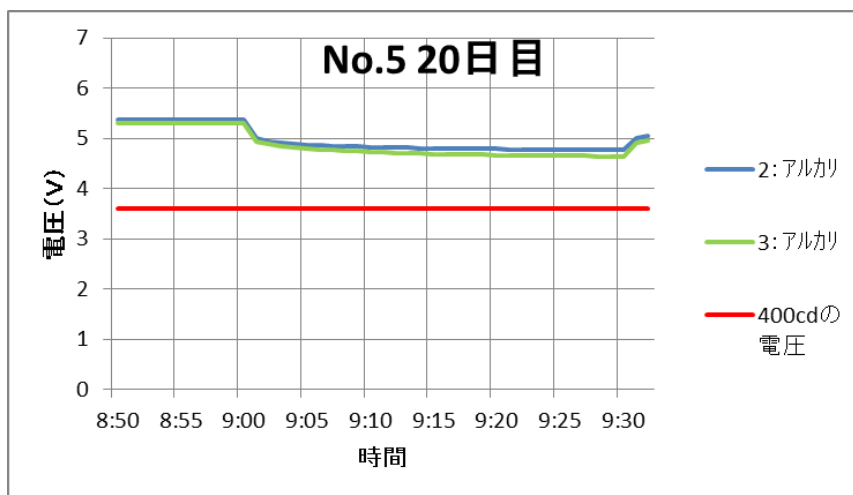


図 22 測定方法 2 No.5 (20 日目)

表 4 に測定方法 1 及び 2 の試験結果を示す。表 4 より点灯 10 時間目の電圧を比較すると、連続点灯に比べて 1 日 30 分点灯した場合の方の電圧値が高い。これは、図 22 の No.5 の 20 日目の電圧値 (拡大図) より、前照灯を 9 時に点灯し 30 分後の 9 時 30 分に消灯しているが、消灯すると電圧が回復 (低下した電圧値の 50%以上) するためである。

また、測定方法 2 (1 日 30 分点灯試験) の 10 時間の光度値が測定方法 1 (連続点灯試験) では何時間に相当するのかがグラフから読み取った時間を表 4 に示す。前照灯、電池により若干時間が異なるが、連続点灯試験では平均時間が 7 時間 35 分となり、連続点灯させた方が 1 日 30 分点灯させたときよりも維持時間が短く試験条件が厳しいといえる。

表 4 測定方法 1 及び測定方法 2 の試験結果

No.	前照灯 光源	400cd時の電圧 (V)	測定方法1		測定方法2		測定方法1		1日30分(10時間)点灯に相当する連続点灯時間	
			点灯10時間目の電圧 (V)		点灯10時間目の電圧 (V)		400cdになるまでの時間			
			No.2 アルカリ	No.3 アルカリ	No.2 アルカリ	No.3 アルカリ	No.2 アルカリ	No.3 アルカリ	No.2 アルカリ	No.3 アルカリ
1	LED	2.960	2.76	3.47	3.665	4.183	6時間 5分	11時間 4分	5時間45分	6時間57分
2	LED	3.360	4.56	4.56	4.657	4.892	20時間21分	16時間27分	9時間2分	4時間25分
3	LED	0.880	0.53	0.91	1.081	1.158	7時間47分	10時間12分	6時間54分	5時間59分
4	電球	2.350	0.03	0.03	-	1.46	2時間33分	1時間59分	-	(7時間11分)
5	LED	3.600	4.69	4.66	4.76	4.64	14時間以上	14時間以上	9時間1分	10時間19分
6	LED	3.110	4.69	4.59	4.88	4.72	14時間以上	14時間以上	8時間28分	8時間19分
7	LED	2.830	3.71	3.65	-	3.72	14時間以上	14時間以上	-	8時間23分
									(平均時間) 7時間35分	

注: 10時間以下を赤字で示す。

6. まとめ

一次電池を使用した前照灯の光度維持試験では、LED タイプは単 4 形電池を使用した一部の製品を除いて連続点灯で 400cd 以上の光度値を 6 時間以上維持した。しかし、電球タイプは連続点灯で約 2 時間しか維持することができなかった。電球タイプは、従来の光度値 100cd で 10 時間の維持が、光度値 400cd では 2 時間の維持に相当する。消費電力の大きい電球タイプが LED タイプと同じ時間維持するためには電池の本数を増やして製品を大きくするなど大幅な設計変更が必要になる。また、LED タイプと電球タイプの維持時間を同じにすると、LED タイプでありながらすぐに暗くなるような粗悪品が増える恐れがある。LED タイプは電球タイプに比べて消費電力が小さいという特性があり、電球タイプと LED タイプは分けて考える必要がある。

電池については、試験に使用する電池によりばらつきが大きく規定することが困難であることから、メーカーの推奨する電池で試験すればよいと判断した。

以上のことから、JIS C9502 改正原案では、一次電池を使用した前照灯の光度維持試験での光度値は 400cd に変更し、LED が連続 5 時間以上、電球は連続 2 時間以上とした。また、試験に使用する電池はメーカーが推奨する電池で試験してもよいことを今回の規格検証を踏まえ提案した。