

シティハイツ竹芝エレベーター事故調査に係る第4号機エレベーター追加実験 報告書

田中宏技術士事務所 071214

目次

P 3 日程順実験リスト

P 4～ 実験詳細記録

P 26～ 付録（分析報告書の添付資料2と同一のため省略）

日別順実験リスト

日付	実験 No.	実験区分	備考
9月13日	追-4	エレベータ負荷特性試験	
9月14日	追-1	ブレーキライニング摩耗実験 1	中古品、ブレーキコイル電流 0.55A
9月18日	追-1	ブレーキライニング摩耗実験 1	中古品、ブレーキコイル電流 0.55A
9月19日	追-1	ブレーキライニング摩耗実験 1	中古品、ブレーキコイル電流 0.55A
9月20日	追-2	ブレーキライニング摩耗実験 2	中古品、ブレーキコイル電流 0.48A
9月21日	追-2	ブレーキライニング摩耗実験 2	中古品、ブレーキコイル電流 0.48A
9月25日	追-2	ブレーキライニング摩耗実験 2	中古品、ブレーキコイル電流 0.48A
9月27日	追-6	ブレーキを弱めた状態でのかご の加振実験	ブレーキドラム常温
9月27日	追-3	ブレーキライニング摩耗実験	既存品、ブレーキコイル電流 0.55A
9月28日	追-3	ブレーキライニング摩耗実験	既存品、ブレーキコイル電流 0.55A
10月1日	追-3	ブレーキライニング摩耗実験	既存品、ブレーキコイル電流 0.55A
10月2日	追-5	インバータ過電流動作実験	
10月3日	追-6	ブレーキを弱めた状態をかごの 加振実験	ブレーキドラム表面温度 200℃
	追-7	ブレーキコイルのアクチュエータ 関係のせり	
10月4日	追-8	開扉時のノイズの制御系への影 響	

1. ブレーキライニング摩耗実験 1

9月14,18,19日

実験番号 追-1

1. 経緯と目的

鉄道、自動車、エレベーターなどで使用されているブレーキライニングは、ブレーキをかけている走行距離当りの摩耗量を出来るだけ少なくして長持ちさせ、摩擦係数は適度な量を確保するよう研究されてきた。歴史的には、木材や鋳鉄などであったが、現在は合成摩擦材が使用されている。一般に、合成摩擦材は鋳鉄材などと比べて摩耗量が少ないことから相手材が滑面化して摩擦係数が低下する傾向があるといわれている。

合成摩擦材の組成としては、結合材として樹脂、摩擦速度特性の調整として鉄粉、潤滑・摩耗特性として黒鉛、強度保持として石綿が使用されている。製造メーカーによって、これらの配合割合は大体ある傾向を有しているが、とくに練り固め成型方法については、各社のノウハウであり、秘密を堅持している。

参考までに、鉄道で使用されている合成制輪子の主要組成をこの項の末の参考資料に示す。

また、合成摩擦材のブレーキライニングは、同一社の製品であっても、製作時期によって配合や練り固め成型方法（練り固め時の温度、硬さなど）が異なっているため、ブレーキ特性としての走行距離当たりの摩耗量も異なってくる。エレベータのブレーキライニングの使用目的はもともとかが電氣的に停止した後の停止保持、すなわちパーキングブレーキとしての役割であるが、本件事故の場合では、常時ブレーキがかけられていて、どのくらい摩耗したかを調べる場合は、練り固め成型方法の影響が大きいと推測される。

ところで、7～8月のブレーキライニング摩耗実験では、シンドラ社から新品のブレーキライニング、つまり最近製造された製品を購入して、摩耗実験を行った。そこで、追加実験では、5号機エレベータの事故時に使用していたブレーキライニング、さらに同じ製作時期のブレーキライニングを選定して、摩耗特性の実験を行うこととした。これは事故発生時のブレーキライニングの摩耗特性をより正確に把握するためである。

2. 手段

本件エレベータは平成10年に竣工しているため、その頃のブレーキライニングを探したところ、幸いにも中古品を入手することができた。

このブレーキライニングを二つのブレーキアームにセットした後、次項は全て7～8月の実験と同じように行なった。

実験前の準備

エレベーターの始業検査を行う。

かごの積載荷重は 130kg とする。これは事故時の荷重として、55kg の人間 2 人、自転車と手荷物 20kg の合計に合わせたものである。

ブレーキコイル電流を 0.55A に設定して、ブレーキライニングとブレーキドラムの間の静摩擦状態におけるモータ軸のブレーキトルクを 140N・m に設定する。
(ブレーキトルクはこの項の参考資料参照)

モータ冷却ファンは停止する。

機械室内の空調機も停止する。

臭いが外に出ないように機械室の扉も閉じる。

ブレーキアーム移動量はブレーキドラムの中心を結ぶ直線上で、ブレーキアームの背面にダイヤルゲージをセットし、水平方向の移動量をダイヤルゲージで測定したものを記録するようにセットする。

実験中

機械室において、7～8月の実験と同じ走行パターンをもちいて、ボタン操作により運転する。走行パターンが一巡すれば、繰り返しこのパターンで運転する。運転は、9時から始めて、19時まで行う。

モータへの供給電流を測定し記録する。

ブレーキライニング温度、ブレーキドラム温度の測定を行う。

3. 結果

7～8月の実験では、ブレーキライニングが摩耗して、かごが停止時に自然に動き出すまで続けたが、今回はソレノイドの電流を高めにとってブレーキ力を弱めていたので、摩耗までの時間が延びており、走行距離対摩耗量の傾向が分かるまで走行させた段階で実験を打ち切った。

実験開始直後から強い臭いが立ち込めたが、徐々に臭いは消えていった。

インバータ保護機能による運転停止は起こらなかった。

ブレーキコイル電流は 0.55A、ドラムの表面温度は最高で 300℃近くに達していた。3日間の走行距離は 42,293.3m であり、ブレーキライニングの左側と右側の摩耗量の平均値は 0.705mm であり、走行距離に対する摩耗量は 0.0167mm/km であった。

4. 参考資料

鉄道で使用されている合成制輪子の主要組成例

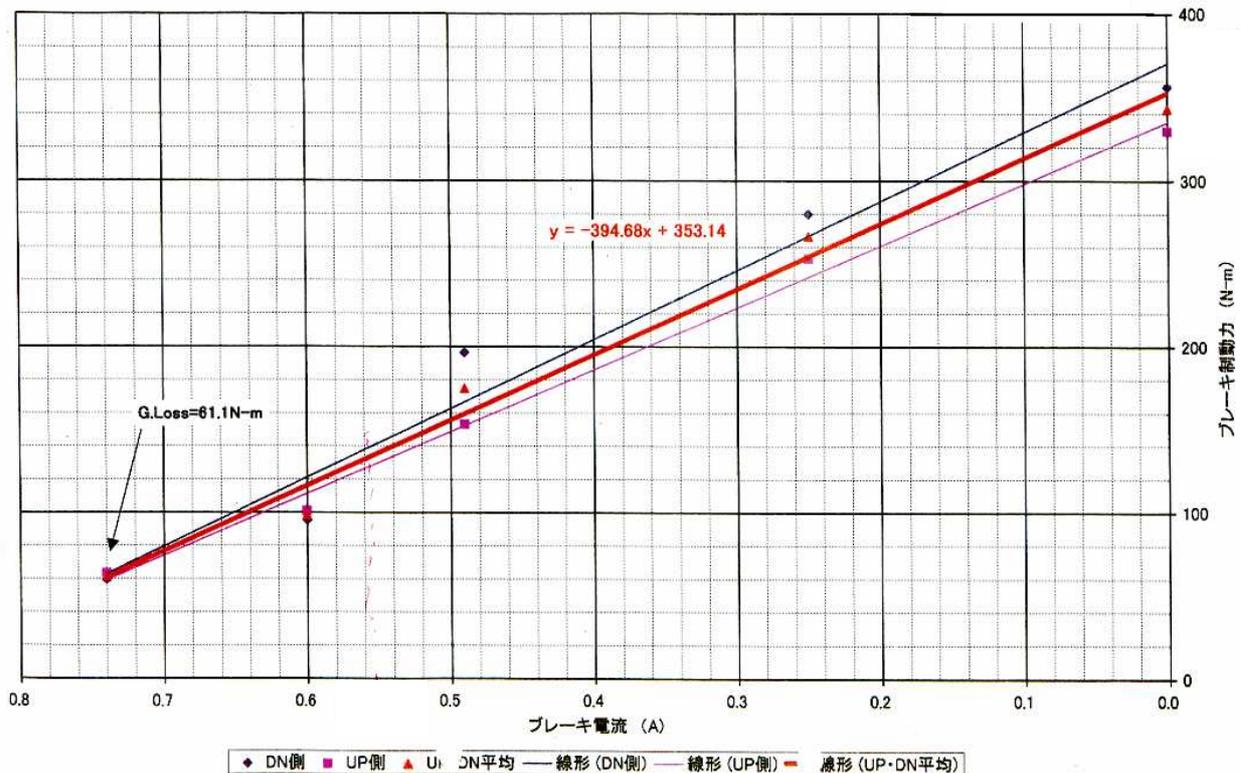
出典：出村要、日本機械学会 406 講習会教材(1975)p.53

配合成分	重量配合比 %		効果
	高摩擦材	低摩擦材	
樹脂	14～20	10～25	結合材
鉄分	30～64	25～40	摩擦速度特性の調整
黒鉛	9～16	15～40	潤滑、摩擦特性の調整
石綿	2～6	2～5	強度保持

合成摩擦材は鉄道では JIS によって 3 種類に分けられるが、結合材としてフェノール系の樹脂を使用しており、高温で粘弾性的挙動を呈し（260～300℃で熱分解を開始する）、摩擦係数 $f = \sigma / p$ （摩擦材のせん断強さ σ 、塑性流動圧力 p ）は温度に依存した σ 、 p の影響を受ける（出典：R.T.Spurr, Wear.22(1972)p.367）。したがって、高温になると熱分解ガスによる気体潤滑も考えられ、摩擦係数は低下傾向を示し、摩擦速度 v 、押し付け荷重 P 、摩擦面ベース温度 T とすると、 $v > P > T$ の順序で影響を受けるが、結合材の特性で多少変化する。（出村要、辻村太郎、保田秀行、ブレーキ摩擦材料とその特性、機械の研究、1997.1.）

ソレノイドの電流とブレーキトルクの関係図 縦軸はモータ軸端のブレーキトルク(N・m)、横軸はソレノイドコイルの電流(A)を示す。

2007年8月9日 ブレーキ制動力測定
(ブレーキライニング連続磨耗実験前)



運行パターン

摩耗実験において使用した運行パターンは7～8月実験で使用したものと全く同じもので、事故が土曜日の19時20分頃であったので、実験前の6月のある土曜日の13時から20時まで7時間分の5号機エレベーターの稼働状況を記録し、2台運行中であった場合の片方の1台運行パターンを算出した。

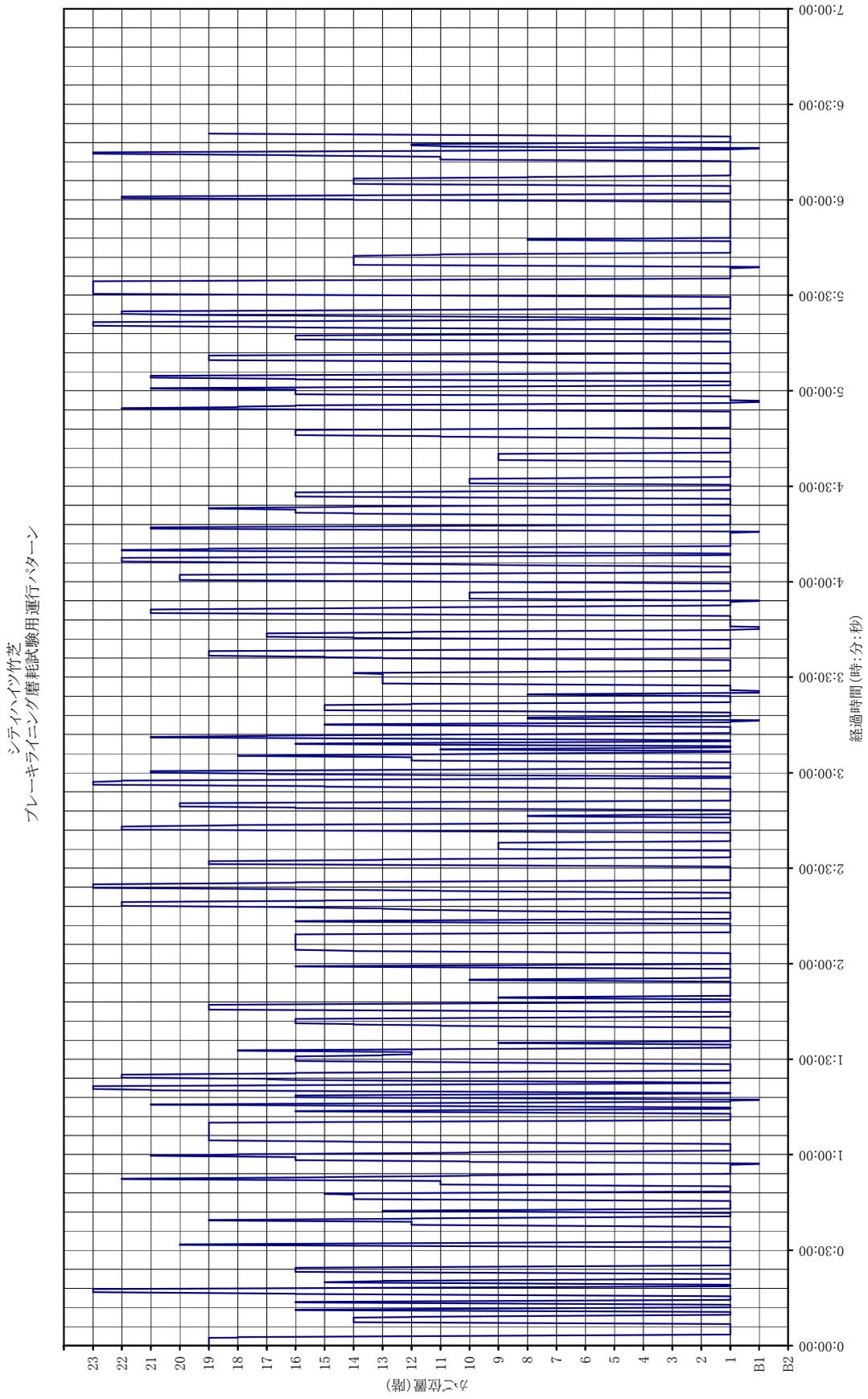
摩耗実験中はこのパターン通りで運行し、パターンが終わったらこのパターンを繰り返した。9時から実験を開始し19時に終わらせると、このパターンで約1回半運行し、次の日にこのパターンの続きから始めた。

運行パターンの図を次ページに示す。縦軸はエレベーターの止まる階数（B1～23F）を表し、横軸は経過時間（スタートから7時間後まで）を表している。

この図の元になっている実際のエレベーターを動かす作業を9ページの表に示す。

作業員によるエレベーターの動作指示回数は、1パターンにおいて230回、エレベーターの着発の数は461回である。

運行パターンの図



運行パターンの表(1)

着発時刻の欄では、例えば 13:00:00 は 19 階に着き、13:02:25 に 19 階から動きだしたことを表す。

着発時刻	階数	着発時刻	階数	着発時刻	階数	着発時刻	階数
13:00:00	19	13:25:11	1	13:57:05	B1	14:20:16	21
13:02:25	19	13:30:50	1	13:57:12	B1	14:20:23	21
13:02:35	18	13:31:41	20	13:57:45	10	14:20:39	23
13:02:43	18	13:31:47	20	13:57:52	10	14:21:33	23
13:03:29	1	13:32:38	1	13:58:15	16	14:22:30	1
13:06:47	1	13:37:20	1	13:59:14	16	14:22:41	1
13:07:25	14	13:37:54	12	13:59:36	21	14:23:24	16
13:08:49	14	13:38:53	12	13:59:45	21	14:23:30	16
13:08:58	12	13:39:19	19	14:00:03	18	14:23:41	17
13:09:05	12	13:39:26	19	14:00:10	18	14:23:47	17
13:09:40	1	13:39:51	12	14:00:38	10	14:24:10	22
13:10:35	1	13:39:59	12	14:00:45	10	14:25:11	22
13:11:10	16	13:40:34	1	14:01:15	1	14:25:35	16
13:11:17	16	13:41:41	1	14:03:21	1	14:25:43	16
13:12:00	1	13:42:17	13	14:03:59	14	14:26:26	1
13:12:51	1	13:42:24	13	14:04:05	14	14:28:25	1
13:13:33	16	13:43:01	1	14:04:27	19	14:28:56	10
13:13:42	16	13:45:26	1	14:10:02	19	14:29:02	10
13:14:24	1	13:46:04	14	14:10:51	1	14:29:25	16
13:15:32	1	13:47:27	14	14:12:51	1	14:30:54	16
13:16:14	16	13:47:40	15	14:13:34	16	14:31:12	13
13:16:20	16	13:47:47	15	14:13:41	16	14:31:19	13
13:16:48	23	13:48:28	1	14:14:24	1	14:31:32	12
13:17:45	23	13:50:06	1	14:14:48	1	14:32:18	12
13:18:43	1	13:50:38	11	14:15:40	21	14:32:41	18
13:19:11	1	13:51:44	11	14:15:48	21	14:32:48	18
13:19:51	15	13:52:17	22	14:16:41	1	14:33:36	1
13:19:59	15	13:52:25	22	14:16:56	1	14:34:34	1
13:20:15	13	13:52:50	15	14:17:10	B1	14:35:01	9
13:20:22	13	13:52:58	15	14:17:17	B1	14:35:11	9
13:20:58	1	13:53:20	10	14:18:02	16	14:35:40	1
13:22:31	1	13:53:28	10	14:18:33	16	14:39:58	1
13:23:13	16	13:53:58	1	14:19:15	1	14:40:30	11
13:24:28	16	13:56:51	1	14:19:24	1	14:40:37	11

運行パターンの表(2)

着発時刻	階数	着発時刻	階数	着発時刻	階数	着発時刻	階数
14:40:55	14	15:16:55	12	15:43:29	18	16:06:30	1
14:41:01	14	15:17:01	12	15:43:36	18	16:06:45	1
14:41:17	16	15:17:14	13	15:44:22	1	16:07:17	11
14:42:38	16	15:17:20	13	15:45:56	1	16:07:24	11
14:43:21	1	15:17:38	16	15:46:22	8	16:07:56	1
14:44:49	1	15:17:45	16	15:46:30	8	16:08:19	1
14:45:36	19	15:18:10	22	15:46:56	1	16:09:01	16
14:47:06	19	15:19:19	22	15:48:14	1	16:09:09	16
14:47:56	1	15:19:45	15	15:48:56	16	16:09:51	1
14:48:49	1	15:19:53	15	15:49:02	16	16:10:12	1
14:49:18	9	15:20:33	1	15:49:22	20	16:11:05	21
14:49:25	9	15:22:19	1	15:50:25	20	16:11:15	21
14:49:53	1	15:22:50	11	15:51:17	1	16:11:35	17
14:54:21	1	15:22:57	11	15:54:58	1	16:11:42	17
14:54:51	10	15:23:18	16	15:55:39	15	16:12:25	1
14:55:00	10	15:23:25	16	15:55:45	15	16:14:22	1
14:55:31	1	15:23:51	23	15:56:14	23	16:15:02	15
14:58:24	1	15:24:59	23	15:57:09	23	16:15:11	15
14:59:05	16	15:25:25	16	15:57:21	22	16:15:52	1
14:59:12	16	15:25:33	16	15:57:29	22	16:16:08	1
14:59:55	1	15:26:15	1	15:58:23	1	16:16:21	B1
15:03:19	1	15:30:29	1	15:58:52	1	16:16:29	B1
15:03:58	14	15:31:17	19	15:59:36	17	16:16:58	8
15:04:04	14	15:32:15	19	15:59:45	17	16:17:22	8
15:04:19	16	15:32:38	13	16:00:05	21	16:17:49	1
15:09:10	16	15:32:46	13	16:00:30	21	16:18:57	1
15:09:50	1	15:33:23	1	16:01:24	1	16:19:38	15
15:12:28	1	15:35:33	1	16:03:16	1	16:21:12	15
15:13:11	16	15:36:01	9	16:03:50	12	16:21:30	12
15:13:23	16	15:38:01	9	16:04:53	12	16:21:36	12
15:14:06	1	15:38:30	1	16:05:17	18	16:22:10	1
15:16:02	1	15:41:11	1	16:05:23	18	16:24:07	1
15:16:30	9	15:42:06	22	16:05:54	9	16:24:34	8
15:16:37	9	15:43:08	22	16:06:01	9	16:24:40	8

運行パターンの表(3)

着発時刻	階数	着発時刻	階数	着発時刻	階数	着発時刻	階数
16:25:08	B1	16:52:32	1	17:21:22	14	17:56:06	1
16:25:44	B1	16:53:43	1	17:21:30	14	17:56:13	1
16:25:58	1	16:53:57	B1	17:21:45	16	17:56:28	B1
16:27:23	1	16:54:04	B1	17:22:40	16	17:56:52	B1
16:28:00	13	16:54:38	10	17:22:58	19	17:57:03	1
16:31:03	13	16:56:36	10	17:23:09	19	17:58:11	1
16:31:16	14	16:57:08	1	17:23:32	14	17:58:53	16
16:31:23	14	16:59:23	1	17:23:38	14	18:00:21	16
16:32:02	1	16:59:51	9	17:24:17	1	18:00:43	21
16:35:20	1	16:59:58	9	17:26:04	1	18:00:51	21
16:35:56	13	17:00:31	20	17:26:46	16	18:01:44	1
16:36:03	13	17:02:10	20	17:28:04	16	18:02:55	1
16:36:19	15	17:03:00	1	17:28:47	1	18:03:37	16
16:36:27	15	17:04:47	1	17:30:26	1	18:03:43	16
16:36:46	19	17:05:14	9	17:30:57	10	18:04:06	21
16:38:08	19	17:05:21	9	17:32:21	10	18:04:44	21
16:38:58	1	17:05:41	13	17:32:52	1	18:05:37	1
16:41:44	1	17:05:49	13	17:37:47	1	18:08:33	1
16:42:22	14	17:06:18	22	17:38:15	9	18:09:00	9
16:42:28	14	17:07:29	22	17:40:08	9	18:09:09	9
16:42:45	17	17:08:25	1	17:40:38	1	18:09:40	19
16:43:43	17	17:08:52	1	17:45:03	1	18:11:02	19
16:44:05	12	17:09:48	22	17:45:36	11	18:11:47	1
16:44:14	12	17:09:56	22	17:45:42	11	18:15:24	1
16:44:48	1	17:10:14	19	17:46:03	16	18:16:06	16
16:44:55	1	17:10:22	19	17:47:40	16	18:17:21	16
16:45:09	B1	17:11:12	1	17:48:24	1	18:18:04	1
16:45:45	B1	17:15:24	1	17:53:32	1	18:19:10	1
16:45:59	1	17:15:38	B1	17:54:26	22	18:19:52	16
16:49:16	1	17:15:45	B1	17:54:33	22	18:20:00	16
16:50:08	21	17:16:41	21	17:54:53	18	18:20:26	23
16:51:17	21	17:17:06	21	17:55:01	18	18:21:32	23
16:51:48	12	17:17:58	1	17:55:17	16	18:22:31	1
16:51:57	12	17:20:45	1	17:55:23	16	18:22:40	1

運行パターンの表(4)

着発時刻	階数	着発時刻	階数
18:23:07	8	19:07:37	1
18:23:14	8	19:12:08	1
18:23:50	20	19:12:41	11
18:23:55	20	19:13:34	11
18:24:10	22	19:13:56	16
18:24:56	22	19:14:03	16
18:25:52	1	19:14:29	23
18:29:28	1	19:14:53	23
18:30:26	23	19:15:48	1
18:34:21	23	19:15:52	1
18:35:18	1	19:16:06	B1
18:38:29	1	19:16:15	B1
18:38:43	B1	19:16:49	11
18:38:51	B1	19:16:56	11
18:39:31	14	19:17:09	12
18:42:23	14	19:17:33	12
18:42:41	11	19:18:08	1
18:42:49	11	19:19:58	1
18:43:22	1	19:20:47	19
18:46:59	1		
18:47:24	8		
18:47:36	8		
18:48:02	1		
18:59:21	1		
18:59:59	14		
19:00:05	14		
19:00:32	22		
19:01:05	22		
19:01:59	1		
19:04:20	1		
19:04:58	14		
19:06:38	14		
19:07:02	8		
19:07:11	8		

II. ブレーキライニング摩耗実験 2

9月 20,21,25 日

実験番号 追-2

1. 目的

ブレーキライニングは追-1 と同じく入手した中古品を用い、ブレーキ力を高めて、摩耗特性を把握する。

2. 手段

実験前の準備は追-1 と同じだが、ブレーキコイル電流を 0.48A に減じてモータ軸のブレーキトルクを 160N·m に設定しておく。

3. 結果

ブレーキコイル電流は 0.48A で、運転開始後強いにおいと音が発生し、黒い粉が飛散した。半日経つと臭いも音も消えていった。

かごの停止時に、ブレーキの滑りによるかごの移動の現象は発生しなかったが、3日間の実験により摩耗特性が分かったので実験を打ち切った。

走行距離は 30,400m であり、ブレーキライニングの左側と右側の摩耗量の平均値は 0.785mm であり、走行距離に対する摩耗量は 0.0258mm/km であった。

III. ブレーキライニング摩耗実験 3

9月27,28,10月1日

実験番号 追-3

1. 目的

ブレーキライニングは事故後に4号機に取り付けられた既存品を用いて摩耗特性を把握する。

2. 手段

ブレーキコイル電流を0.55Aとし、モータ軸のブレーキトルクを140N·mに設定しておく。

モータ冷却ファンは停止しておき、機械室内の空調機も停止しておく。

始業検査、ブレーキトルクの確認の後、7~8月の実験と同じ走行パターンにより、9時から19時まで連続走行を行った。

その間、ブレーキライニング温度、ブレーキドラム温度の測定を行った。

3. 結果

ブレーキコイル電流は0.55A、かごの停止時にかごが動き出す現象はなく、走行距離は28,334mで中止した。ブレーキライニングの左側と右側の摩耗量の平均値は0.580mmであり、走行距離に対する摩耗量は0.0205mm/kmであった。

IV.追-1 から追-3 までの実験結果と考察

以上をまとめると次のようになる。

実験番号	ブレーキライニング種別	走行距離 m	ブレーキコイル電流 A	ブレーキライニング摩耗量 mm *注)	走行距離に対する摩耗量 mm/km
追-1	中古品	42,293.3	0.55	0.705	0.0167
追-2	中古品	30,424.7	0.48	0.785	0.0258
追-3	既存品	28,334.7	0.55	0.580	0.0205

中古品は 1998 年製、既存品は 2006 年製、新品は 2007 年製である。

*注) ブレーキライニング摩耗量はライニング左側、右側それぞれの摩耗量の平均値である。

追-1 と追-3 を比較すると、同じブレーキコイル電流であっても、既存品の方が走行距離に対する摩耗量は大きいと言える。

追-1 と追-2 を比較すると、同じ中古品であっても、ブレーキコイル電流が 0.07A 違うだけで、走行距離に対する摩耗量は後者が前者に対して、約 1.5 倍であることが分かった。

V. エレベーター負荷特性試験

9月13日

実験番号 追-4

1. 目的

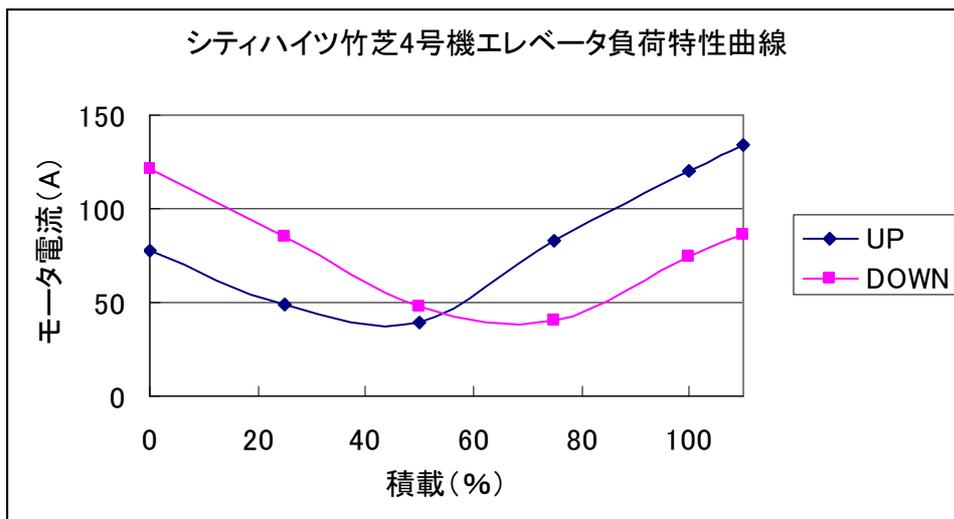
積載荷重に対するエレベーターの上昇時（UP）と下降時（DOWN）のモータ電流を測定することによって、モータの負荷特性が適切であったかどうかを確認する。

2. 手段

積載荷重 100%の 1850kg に対して、0%、25%、50%、75%、100%、110%の重りを載せて UP と DOWN の電流値を測定する。

3. 結果

測定の結果は次のグラフの通りであった。



上昇時と下降時の曲線が交わるバランスポイントは、定格積載量に対して55%で、そのときの電流は45Aであった。通常のエレベーターのバランスポイントは45~55%で、このエレベーターの55%は特に問題のある値ではないと言える。

VI インバータ過電流動作実験

10月2日

実験番号 追-5

1. 目的

エレベーターが稼働中にブレーキがかかり、モータに過負荷がかかったとき、インバータの保護装置が働けば、今回の事故を防ぐことができたのではないかとの意見が出され、追加実験で確認することとする。

2. 手段

エレベーターが稼働中に、積載荷重 110%の 10%増し相当のブレーキ電流をかけて、何秒でインバータの過電流検知装置が働くかを見たが、働かないので、さらに積載荷重 120%相当のブレーキを強くする電流にし、安全装置が働くのに何秒かかるかを確認する。

3. 結果

エレベーターが稼働中に、積載荷重 110%の 10%増し相当のブレーキ電流をかけて、何秒でインバータの過電流検知装置が働くかを見たが、働かないので、さらに積載荷重 120%相当のブレーキを強くする電流にしたが、インバータは何も動作しなかった。さらにブレーキ力を強めていったとき、インバータ自身の保護装置が働き、「OL」の表示とともにインバータは停止した。

機械室備え付けの配線図を調べた結果、このインバータには、出力側の過負荷を検知する機能は付いているが、それをモータとつなぐ回路が設定されていなかった。オプションカードを追加し回路を設定すれば、この機能を使用できることが分かった。

VII. ブレーキ力を弱めた状態でのかごの加振実験（ブレーキドラム常温）

9月27日

実験番号 追-6

1. 目的

常時ブレーキをかけた状態で走行して、ブレーキライニングが摩耗し、停止中のブレーキ力が弱まっているときに、かご内の振動でかごが上昇するかどうかにより、事故時の現象を再現する。なお、この実験は8月にも行い、5キロの米袋を落下させたが、かごの動きはなかった。

2. 手段

ブレーキドラムの温度は30℃。

かご内には、実験者60kg+重り70kg+振動計5kgの合計135kgが搭載された。これは事故当時の大人55kg×2人+自転車10kg×2台+その他5kg=135kgに相当する。

作業員はかご内で飛び上がって、約1Gの下向きの加速度をかごの床に与える。ブレーキコイル電流は0.69~0.75Aの間の0.01Aずつ増やして行って、その都度、実験者がかご内で飛び上がって1G程度の振動を床に与える。

3. 結果

ブレーキ電流が0.73Aのときかご内を動き回ると、かごはゆっくり動き出したので、ロープクリッパーでとめた。

0.75Aに電流を上げたとき、何も行動をとらないのにかごは自然に動き出した。

VIII. ブレーキ力を弱めた状態でのかごの加振実験（ブレーキドラム表面温度 200℃）

10月3日

実験番号 追-6

1. 目的

常時ブレーキをかけた状態で走行して、ブレーキライニングが摩耗し、停止中のブレーキ力が弱っているときに、かご内の振動でかごが上昇するかどうかにより、事故時の現象を再現する。前回の9月27日の実験はブレーキドラム温度が常温の30℃であったが、ブレーキドラムが加熱した状態として200℃で実験を行った。

2. 手段

ブレーキドラムの温度は200℃になるように予めブレーキをかけて走行させておいた。

かご内には、実験者60kg+重り30kg+米袋10kg×4袋+振動計5kgの合計135kgが搭載された。

これは事故当時の大人55kg×2人+自転車10kg×2台+その他5kg=135kgに相当する。

ブレーキコイル電流を0.74~0.77Aの間の0.01Aずつ増やして行って、その都度、実験者がかご内で米袋を床上に落として行く。

3. 結果

ブレーキ 電流 A	米袋を床に落とす、各3回行う				かご内から外へ出す	
	10キロ	20キロ	30キロ	40キロ	40キロを 外へ	実験者が そとへ出 て、かご内 を空にする
0.74 ~ 0.76	床不動	床不動	床不動	床不動	床不動	床不動
0.76 ~ 0.77	床不動	床上昇	床上昇	床上昇	床上昇	床上昇

ブレーキコイル電流が0.74~0.76Aの間では、かごはどのような衝撃を与えても、不動であった。

0.76~0.77Aの間では、10キロの米袋を落とすただけではかごは動かず、20キ

ロ以上では動いた。

ブレーキドラムの温度が約 200℃高いだけで、ブレーキ電流では 0.01A の差でブレーキライニングとブレーキドラムの間に滑りが出て、かごが上昇することが分かった。

IX. ブレーキコイルのアクチュエータ関係のせり

10月3日

実験番号 追-7

1. 目的

このエレベーターのブレーキシステムは、かごがインバータの制御により停止したときに、停止した信号を受けて、ブレーキコイルに流れていた電量を遮断して、ブレーキアームについているばねの力でブレーキライニングをブレーキドラムに押し付けるものである。

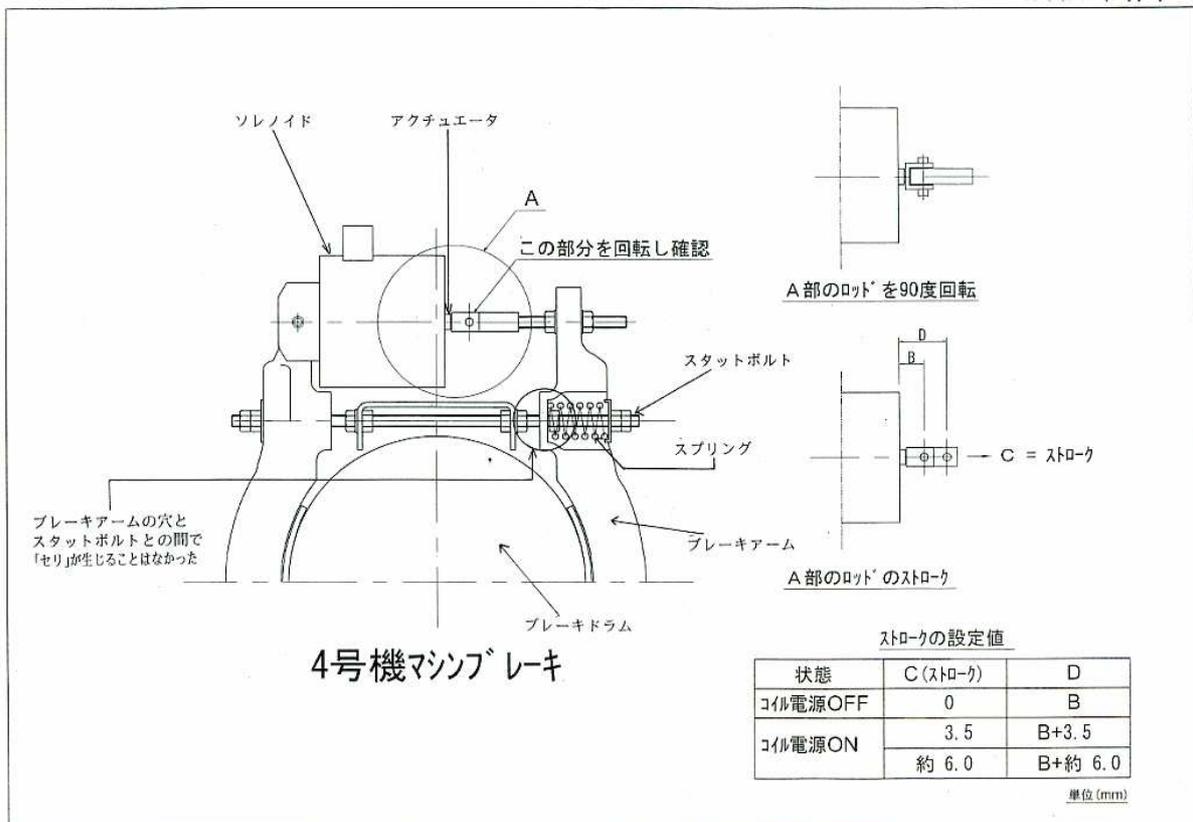
本件エレベーターのブレーキ機構の特徴は、重たいコイルは両ブレーキアームの間で吊り下げられている状態にあり、もしもアームに取り付けているボルトが緩んでいると、コイルの重さで弛んで、ばねがブレーキアームを押すときに、スタットボルトがブレーキアームの穴に接触して、いわゆるセリの状態を発生するかどうか、あるいはソレノイドの中のスリーブとアクチュエータの間でせりが出るかどうか実際にボルトを緩めて確認する。

写真はソレノイドとアクチュエータ端、スタットボルト、ナットを示す。



2. 手段

アクチュエータストロークの設定を基本の 3.5mm に対して 6.0mm まで延ばして、ソレノイドの重さでたれるような状態をつくり、ブレーキアームの穴とのせりの発生、あるいはソレノイドの中のスリーブとアクチュエータの間でせりが出るかどうかの確認を行った。次に説明図を示す。



3. 結果

別紙の図面にブレーキアームのボルトが緩んだときに、コイルが重さで頭を垂れて、スタットボルトがブレーキアームとせるかどうかの確認を行ったが、次の表に示すようにせりは確認されなかった。

アクチュエータストロークの設定	ロッドの角度	結果
3.5mm	0°（水平）から 15° ずつ傾け 90°（垂直）まで変化させて、せりの発生の確認	せりは確認されず
6.0mm	同上	せりは確認されず

X. 開扉時のノイズの制御系への影響

10月4日

実験番号 追-8

1. 目的

建築基準法施行令第129条の10（エレベーターの安全装置）第3項に次の条文がある。

「エレベーターには、前項に定める制動装置のほか、次に掲げる安全装置を設けなければならない。一 かが及び昇降機のすべての出入り口の戸が閉じていなければ、かごを昇降させることができない装置」

本件のエレベータではブレーキ装置がこれに該当すると思えるが、かごが停止中、扉が開いているときにノイズをかけた場合、どのような現象が起こるか及びかごが動くかを実験によって確認する。

7～8月の実験における制御盤内でのノイズ印加実験では、エレベーターの扉は閉まった状態で行ったが、今回はかごが停止し、扉は開いている状態で、7～8月の実験同様のノイズ印加実験を行った。

2. 手段

① ノイズ印加クランプをラック間のBUS（リボンケーブル）に設置した。

かごが上昇しやすいように重りを一切載せず、運転操作は操作者1人（約65kg）が乗り込み、かごを1階に止めておき、主操作盤ボタンの12階と13階を押す。扉が閉まり、かごが上昇し、12階で止まり、扉が開いたとき、乗り場のUP呼びボタンを押しっぱなしにした。

ノイズ印加は、10V ステップにて印加し、+印加、-印加を交互に行い、+1000Vまで印加したとき、動作確認で全く動作しなかった。

制御盤内を調査したところ、CPU基板側のラック単体では動作していると思われた為、CPU側ラックと副操作盤側ラックの中継基板を取り外し、副操作盤側に挿入されていたインバータI/O用基板をCPU側ラックへ移動したところエレベータの運転が可能になった。

このことから、ノイズ印加によりラック間の中継基板が破損したものと思われる。電磁環境は変化したが、エレベータの運転が可能となったので、次の実験を行うこととした。

② ノイズ印加クランプをCPUのI/O中継フラットケーブルからCPUのI/O入力フラットケーブルに設置した。

①と同様に、かごを1階に止めておき、主操作盤ボタンの12階と13階を押す。扉が閉まり、かごが上昇し、12階で止まり、扉が開いたとき、主操作盤で

開きボタンを押しっぱなしにした。

4. 実験結果

マイナス印加：-140V で、かご内の照明灯が消えた。

エレベーター電源をリセットし、エレベーターを1階に戻し、
実験を繰り返した。

プラス印加：+180V にて照明灯が一旦消え、復活した。

+270V にて他階の呼びランプが点灯した。

エレベーター電源をリセットし、エレベーターを1階に戻し、
実験を繰り返した。

マイナス印加：-290V にて他階呼びランプが点灯し、消灯し、ドア開閉の電
磁開閉器が作動した。

-300V で CPU がリセットした。

エレベーターを1階に戻し、実験を繰り返した。

プラス印加：+270V にて他階の呼びランプが点灯した。

+300V にて他階の呼びランプが点灯し、別の他階の呼びランプ
が点灯した。

エレベーター電源をリセットし、エレベーターを1階に戻し、
実験を繰り返した。

マイナス印加：-290V にて他階の呼びランプが点灯した。

-290V にて CPU リセットした。

かごが上昇しやすいように重りなどは一切のせないで、実験を行ったが、か
ごがノイズ印加の影響で動く現象は観察されなかった。

4. 参考資料

NSJ 試験結果報告書

以上