

# 電気機関車の軸重移動とその補償法 (第2報)

## Weight Transfer and Its Compensation in Electric Locomotive

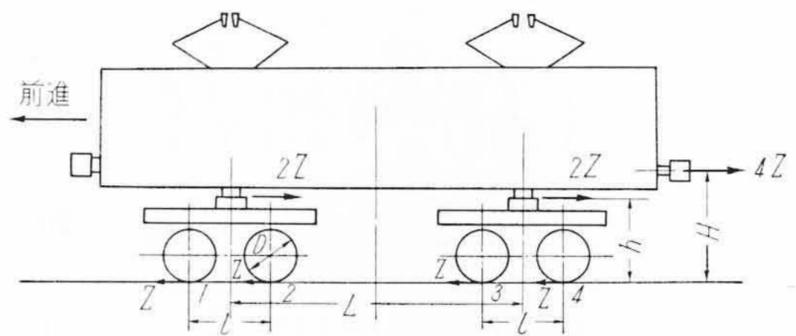
高橋 忠太\*  
Chūta Takahashi

### 内 容 梗 概

第1報においては、数種の電気機関車の起動時の軸重移動を実測し、その実体をまず把握したことを述べた。本第2報では、理論式との比較をふたたび行い、ジャックマン氏式が実測と一致することを結論し、さらに軸重移動の補償方法を分類し、この中で最も実施しやすく効果もある着力点低下方式と空気シリンダ方式による補償試験を行った結果を述べた。この試験はED61形電気機関車について実施したもので、両方式とも補償法として有効であることを明らかにした。

### 1. 緒 言

第1報において、電気機関車の起動時における軸重移動を測定し、その結果、おおむね予期した結果となったが、ジャックマン氏式と山下氏式による計算値と実測値は傾向は一致するが、完全に一致せぬことを述べた。本第2報ではこの点をさらに検討し、さらに1台車1モータ方式以外の軸重補償法についても考察し、国鉄向ED61形電気機関車に対して実施した着力点低下式補償法と空気シリンダ式補償法についてその試験結果を報告し、本論文をまとめることとする。



第1図 ジャックマン氏算式説明図

### 2. 軸重移動計算式の再検討

第1報においては、ジャックマン氏式と山下氏式の両者を取り扱ったが、ここでさらにこの検討を行ってみる。両式は次のように表わされる。符号は下記とする。

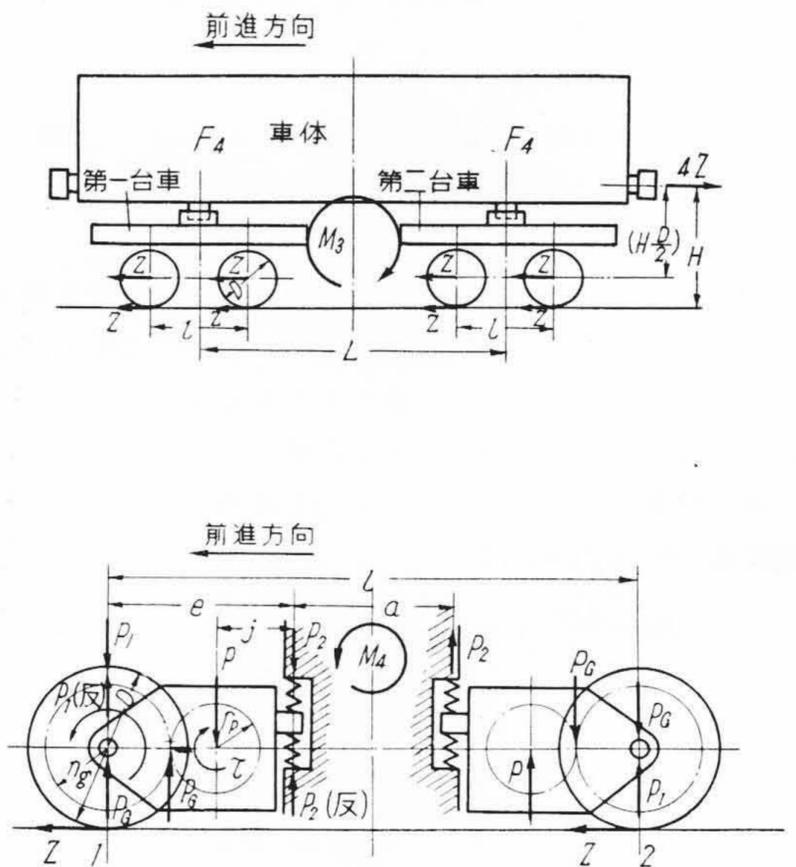
- Z: 1軸あたりの引張力
- H: 車体の引張力の軌条面からの作用高さ
- h: 車体と台車間の引張力作用点の高さ
- L: 台車間距離 (第1図参照)
- l: 台車固定軸距

$$\text{ジャックマン氏式軸重移動量} = 2Z \left( \frac{H-h}{L} + \frac{h}{l} \right) \dots\dots\dots (1)$$

- D: 車輪径
- $P_G$ : ギヤのかみ合力
- $P_1$ : モータ枠の車軸受金を通じて車軸に働く  $P_G$  の反力の分力とトルク反力の和 (第2図参照)

$$\text{山下氏式軸重移動量} = (-P_G + P_1) - 2Z \left( H - \frac{D}{2} \right) \dots\dots\dots (2)$$

この両式を比較して気づくことは、第1報にも述べたように(1)式ではモータトルクによる影響をまったく考慮していない。また(2)式では台車自身の引張力(2Z)



第2図 山下氏算式説明図

による回転を考慮していない。しかし起動時の機関車の車体と台車の動きを観察すればこのようなことはなく、モータトルクの影響も台車回転の影響も存在すると考えるのが妥当である。そこで、(2)式について台車回転の影響をプラスすればどうなるかを考察してみる。このときは車体の回転は当然(H-h)をモーメントアームとする

\* 日立製作所水戸工場

と考えなければならない。したがって、(1)式の第1項がこのモーメントによる値となる。すなわち、車体の回転による効果は

$$2Z\left(\frac{H-h}{L}\right)$$

次に台車回転は車軸中心を中心として表われると考える。すなわち、

$$-2Z\left(\frac{h-\frac{D}{2}}{l}\right) \dots\dots\dots (3)$$

(3)式が台車回転による軸重移動である。この上さらに、モータトルクによる(4)式の値がある。

$$-P_G + P_1 + \frac{P_2 a}{l} \dots\dots\dots (4)$$

ここで、

$P_2$ : モータノーズを通じ台車枠に働く  $P_G$  の反力の分力とトルク反力との和

$a$ : 第2図参照

(3)式と(4)式を加えると計算の経過は省略するが、結局は、(1)式の第2項すなわち  $2Z \cdot \frac{h}{l}$  とまったく等しくなる。したがって、山下氏式に1部上述のような台車回転の補正を加えるとジャックマン氏式と等しいとい

う結果になったわけである。換言すれば簡単なジャックマン氏式でよいことになる。このように考察したあとで第1報の軸重測定値とジャックマン氏式とをふたたび比較してみる。これが第3~4図である。東武鉄道納入ED5012形45t電気機関車に対するものであって、実線は実測値の傾向を示す線であり点線はジャックマン氏式による計算値である。ただしより正確を期するため第1報と異なり、機関車引張力の値としてはオシログラムのモータ電流値から求めたモータ引張力から機関車起動抵抗として7kg/tを差し引いたものを用いた。さらに着重点  $h$  の値は軌条から上、下心皿の側接触面の間中までの高さをとっている(第1報では下心皿底面までの高さ)。このような配慮のもとに画いた第3~4図においては実測値と計算値はかなりよく一致する。したがって簡単なジャックマン氏式を使用して軸重移動量をあらかじめ算出し、その補償対策をたててよいことになる。

### 3. 軸重移動補償法の分類

軸重移動補償の方法には、軸重の移動そのものをなくしようとする直接的方法と軸重の移動はなくなりますが、その影響を消滅させようとする間接的方法とが考えられる。また電氣的に行うか、機械的に行うかによって

これを電氣的方法と機械的方法の両者に分類することができよう。

#### 3.1 電氣的補償法

電氣的補償法として考えられる主なものは次の方式である。

##### (1) 車輪と軌条間に電氣的に吸引力を起す方法

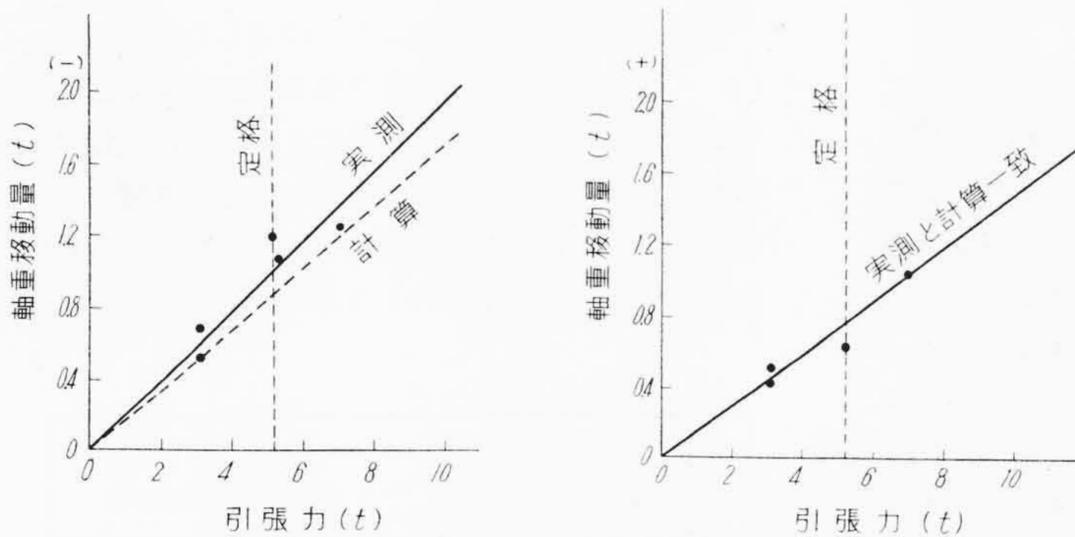
これは軸重の減少する第1, 3軸と軌条との間に磁力による吸引力を働かせて軸重移動をなくしようとするもので直接的方法である。

##### (2) モータトルクを加減する方法

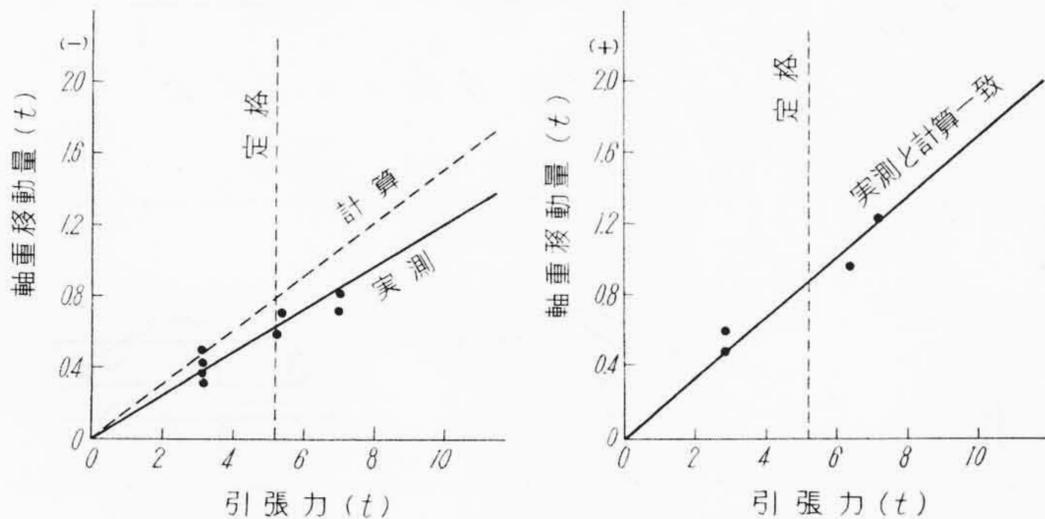
これは軸重の減少する第1, 3軸のモータトルクを減らしてやり、軸重の増加する第2, 4軸のモータトルクを増してやる方法である。いわば間接的方法であって軸重移動はそのまま残る代りに、モータトルクにおいてもこれに相応したトルク移動をさせて相殺させるわけである。

##### (3) その他の方法

モータの接続を並列とする方



左: 第1軸, 右: 第2軸  
第3図 東武 ED5012 軸重移動



左: 第3軸, 右: 第4軸  
第4図 東武 ED5012 軸重移動

法、バーニアノッチを使用する方法、モータのトルク速度特性の傾斜を急にする方法などがあるが、これらは軸重補償ではなく動輪の空転防止、再粘着特性の向上を目的とするものである。しかし、本質的には軸重の移動が遠因をなすものであるから、広い意味で補償法といえよう。

### 3.2 機械的方法

機械的補償法として考えられるものは次のとおりである。この場合も直接的方法と間接的方法とがある。

#### (1) 着地点を下げる方法

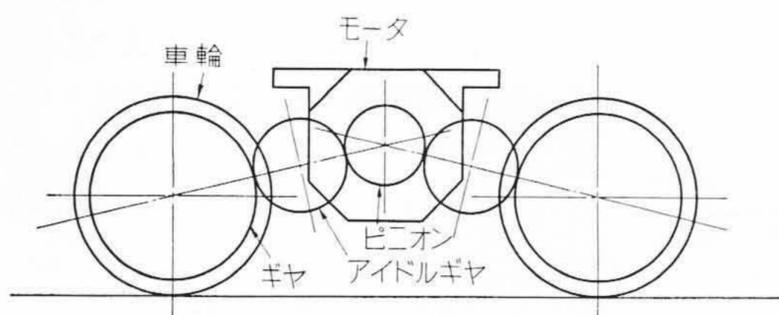
(1)式において軸重移動量を減らすには、 $(H-h)$ を小にし、 $L$ を大にし、 $h$ を小にし、 $l$ を大にすればよい。構造上、 $L$ と $l$ を大にすることは必然的に機関車の死重を増すことになり、軽量強力な機関車実現の目的にまったく反するので得策でない。 $(H-h)$ を小にするには $H$ を小にし、 $h$ を大にすればよい。 $H$ は連結器高さであるから一定値におさえられる。したがって $h$ を大にするよりない。しかし、 $h$ を大にすることは(1)式の第2項の要求である $h$ を小にせよということと相反する。しかし(1)式の第1項は一般に第2項に比べると問題にならぬほど小さい値であるから第2項を重点的に取り扱えばよい。したがって、着地点高さ $h$ のみを小さくすると十分である。この方法は直接的方法である。

#### (2) 前後軸連結方式

1台車1モータはこの方法である。すなわち、軸重の移動を許しておくけれども、第1軸と第2軸、第3軸と第4軸をそれぞれ互に歯車で連結して、各軸が各台車内において常に同一回転数で回転するようにした方法である(第5図参照)。モータは第5図のように台車中央に台車装荷され個数は1台となる。この方法では台車間の軸重移動量は全然補償されないが、(1)式の $(H-h)$ を零とする、すなわち $H=h$ となるように設計することによって、台車間の移動量をも零とすることができる。このほかに連結桿方式も考えられるがトルクの変動という欠点がある。いずれも間接的方法である。

#### (3) 車体および台車の回転を防止する方法

軸重の移動とは結局は車体と台車が引張力によって



第5図 1台車1モータ形式

回転(Pitching)するために生ずるものであるから、この回転をとめればよいという考えである。しかし、まったく回転をとめることは機関車が軌条上に乗っていて引張力作用点が軌条上ある高さに位置するかぎり不可能である。したがって、車体と台車がそれぞれ単独で回転できぬようにすることにとどまる。すなわちボギー車をボギー車でない固定台車の車輻にするということになる。具体的方法としては油圧シリンダまたは空気シリンダを使用することになる。これらは直接的補償法である。

#### (a) 空気シリンダ方式(第6図参照)

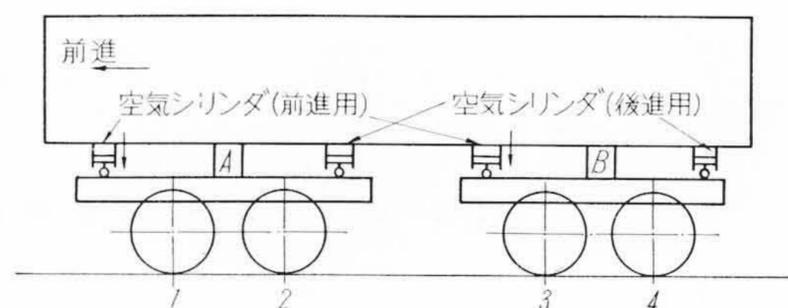
第6図に示すように、車体と台車枠との間に上下に作動するピストンのある空気シリンダを装着する。機関車が前進方向に起動するときには、軸重減少を予想される第1, 3軸寄りの前進用空気シリンダへ台車内軸重移動を補償するにたる力を発生する圧力空気を送入する。

#### (b) 油圧シリンダ方式(第7図参照)

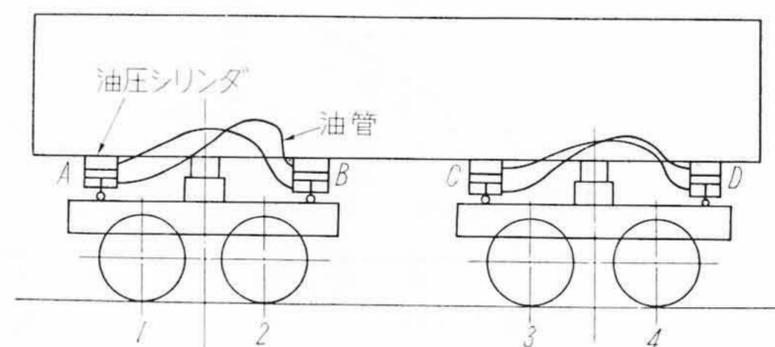
この方法は第7図に示すように、車体と台車枠との間に油圧シリンダを設ける。各シリンダは両作用のピストンを備え、ピストンの上下面を油管でタスキ掛けにつないでおく。台車内の軸重移動はこの方法で補償される。走行中の台車の単純上下動に対してはこのシリンダはまったく拘束しない。

#### (4) 軸重を一時的に増大させる方法(第8図参照)

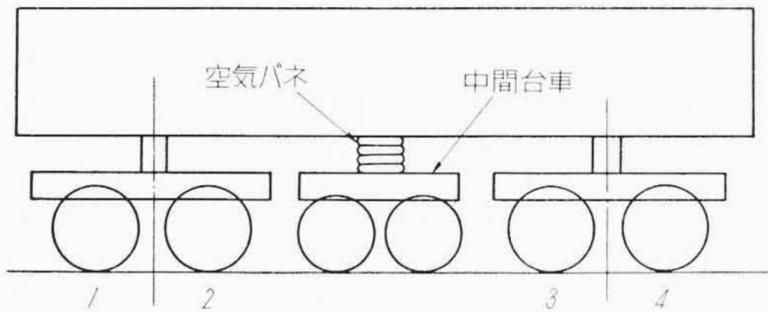
軸重の減少を補償するために、一時的に動軸の軸重を増加させる方法である。すなわち、第8図のように中間台車(Idler)を設けて、中間台車にかかる車体重量をたとえば空気パネのような可変荷重のもので受け



第6図 空気シリンダ式



第7図 油圧シリンダ式



第8図 一時的軸重増大方式

ておく。必要に応じてこの空気バネの内圧を減少させると前後の動力台車にその分だけよけいに車体荷重がかかることになり軸重減少軸にプラスされる(特許申請中)。

(5) その他の方法

以上述べた諸方法でほとんどつきていると思われるが、さらに次の方法も考えられよう。

(a) 心皿位置を変化させる方法

起動時に軸重の減少する第1, 3軸寄りに心皿の位置をずらせてやり第1, 3軸の軸重を増す方法である。空気バネ式の心皿などの使用により可能であろう。

(b) 重量物を移動させる方法

軸重の減少を補うため、死重、水、燃料油などを適宜移動させる方法である。

4. 軸重移動補償試験

4.1 補償方法

上述の種々の補償方法のうち、ここでは機械的補償方法のみについて考えることとし、電気的方法についてはふれないでおく。機械的方法の中で最も実用的と考えられるものは着点低下方式、1台車1モータ方式、空気シリンダ方式と考えられるのでこれら3者について補償を行い試験した結果を述べる。

(1) 1台車1モータ方式

これは東武鉄道納入ED5050形42t電気機関車について実施したものである。すでに第1報において詳細を述べてあるので本報では省略する。

(2) 着点低下方式

日本国有鉄道納入ED61形電気機関車は着点高さhを極力低く下げて設計してあるのでこの効果を測定した。

(3) 空気シリンダ方式

前項と同じED61形機関車に試験的に第6図のような空気シリンダを取り付け、その効果を測定した。

4.2 補償試験結果

(1) 1台車1モータ方式

第1報で詳細に述べたのでここでは省略するが、本

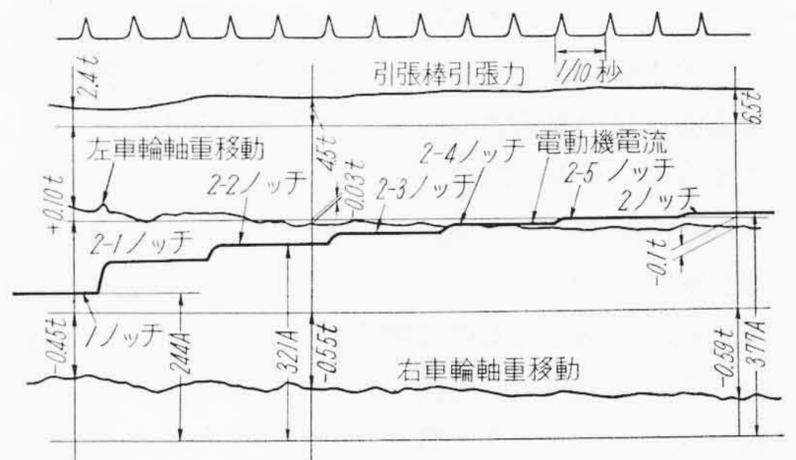
第1表 ED61軸重移動量(補償なし)

軸位	軸重(t)	ノッチ No.	電流(A)	軸重移動量(t)	引張力(t)		軸重に対する軸重移動量の比(%)
					A	B	
1	15.34	1 <sub>0</sub>	244	-0.35	2.85	2.4	-2.3
		1 <sub>2</sub>	321	-0.58	4.70	4.5	-3.8
		2 <sub>0</sub>	377	-0.69	6.45	6.5	-4.5
2	15.06	1 <sub>0</sub>	244	+0.06	2.85	3.2	+0.4
		1 <sub>2</sub>	321	+0.10	4.70	5.4	+0.7
		2 <sub>0</sub>	377	+0.07	6.45	6.5	+0.5
3	15.48	1 <sub>0</sub>	244	-0.17	2.85	4.4	-1.1
		1 <sub>2</sub>	325	-0.20	4.95	5.0	-1.3
		2 <sub>0</sub>	377	-0.26	6.45	6.5	-1.7
4	15.35	1 <sub>0</sub>	248	+0.36	2.95	3.4	+2.3
		1 <sub>2</sub>	333	+0.38	5.25	5.0	+2.5
		2 <sub>0</sub>	386	+0.45	6.75	6.8	+2.9
計	61.23			-0.83			

注: Aはモータ特性から求めた値, Bは引張棒測定値

第2表 ED61軸重移動量(空気シリンダ式補償つき)

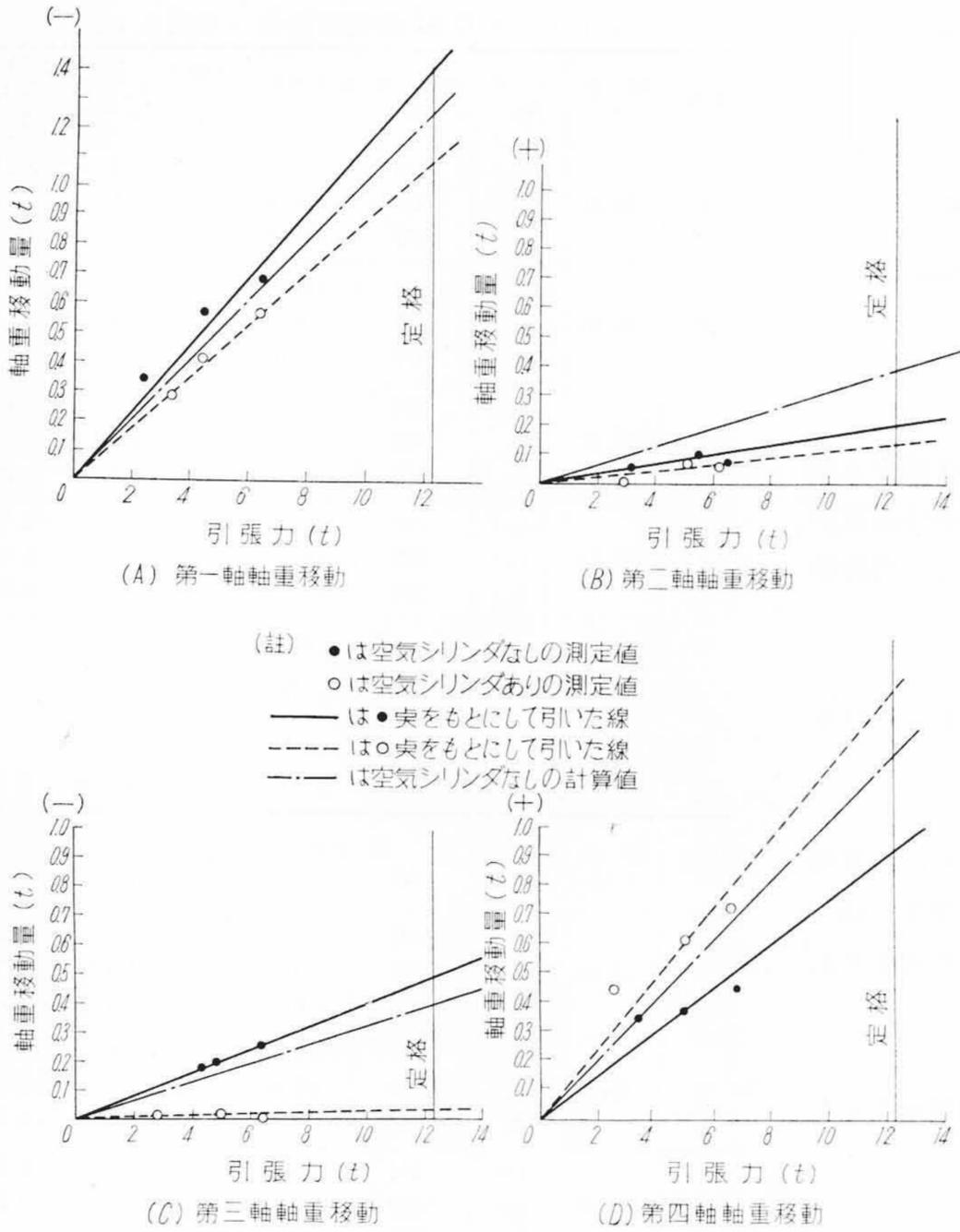
軸位	軸重(t)	ノッチ No.	電流(A)	軸重移動量(t)	引張力(t)		軸重に対する軸重移動量の比(%)
					A	B	
1	15.34	1 <sub>0</sub>	247	-0.29	2.95	3.3	-1.9
		1 <sub>2</sub>	329	-0.42	5.05	4.4	-2.7
		2 <sub>0</sub>	378	-0.58	6.55	6.4	-3.8
2	15.06	1 <sub>0</sub>	244	+0.01	2.85	2.8	+0.1
		1 <sub>2</sub>	329	+0.07	5.05	5.0	+0.5
		2 <sub>0</sub>	383	+0.07	6.65	6.2	+0.5
3	15.48	1 <sub>0</sub>	244	-0.01	2.85	2.8	-0.1
		1 <sub>2</sub>	329	-0.01	5.05	5.5	-0.1
		2 <sub>0</sub>	378	0	6.45	6.4	0
4	15.35	1 <sub>0</sub>	242	+0.45	2.75	2.5	+2.9
		1 <sub>2</sub>	333	+0.62	5.25	5.0	+4.0
		2 <sub>0</sub>	386	+0.73	6.75	6.6	+4.8
計	61.23			+0.64			



(空気シリンダ式補償なし)

第9図 ED61第1軸軸重移動オシログラム

方式の場合は軸重移動量はそのまま残るので、比較のためには引出し試験を行い粘着力を求めるわけである。第1報に述べたように在来形の機関車の1.25倍の平均粘着係数が記録されている。



第10図 ED 61 軸重移動

(2) 着力点低下方式

軸重移動量の測定値を第1表に示す。第1報で詳細述べた軸重測定装置によって測定したものであり、すべてオシログラムで記録したものである。その一例として第1軸のオシログラムを第9図に示す。第1表の軸重移動量の軸重に対する%を見ると従来の機関車よりも非常に少ないことに気がつく。なお表中引張力のAはオシログラムの電流値とモータ特性から求めた値(起動抵抗を差引いたもの)であり、Bは引張棒(測定用として特製したもので腕部にひずみゲージを貼付してある)の引張力を直接測定しオシログラムから読み取った値である。AとBはほぼ同一値を示している。第1表から引張力Bを横軸にとり、縦軸に移動量をプロットすれば第10図が得られる。図中の実線は測定値の傾向を示し、1点鎖線はジャックマン氏式による計算値を示す。両者はほぼ一致しているといえよう。

(4) 空気シリンダ方式

空気シリンダによる補償を行ったときの軸重移動量測定値は第2表に示される。この表から明らかなよう

に空気シリンダによる効果は歴然たるものがあり、たとえば第3軸は20ノッチで軸重移動が零となっている。ただし、着力点低下による効果ももにはいつているわけである。第2表の数値をプロットすると、第10図の白丸となる。空気シリンダなしのときの測定値(黒丸)に比べて軸重減少は少なくなっていることがわかり、効果ありと思われる。第11図に一例としてこのときの第1軸測定値のオシログラムを示す。

4.3 試験結果の検討

(1) 1台車1モータ方式

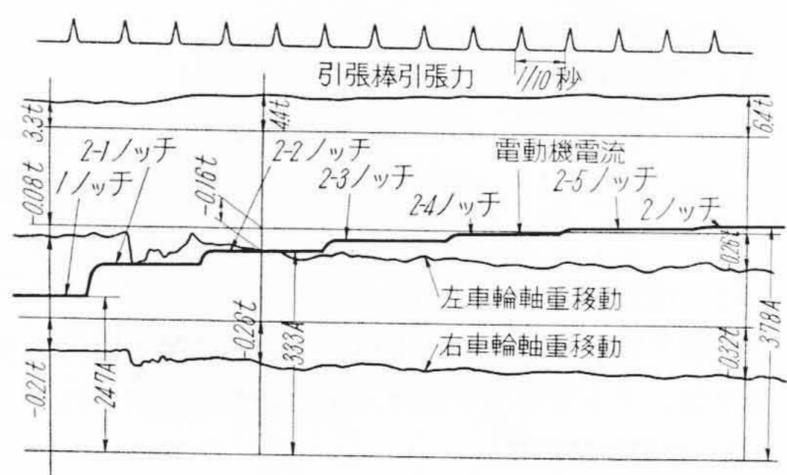
第1報で詳細に述べたように、予期の効果が得られており、起動時の粘着係数の平均値が在来形の同級機関車の1.25倍に達している。引張力においては1.16倍となっている。この関係について第1報ではふれていなかったのでここで検討してみる。符号を次に定める。

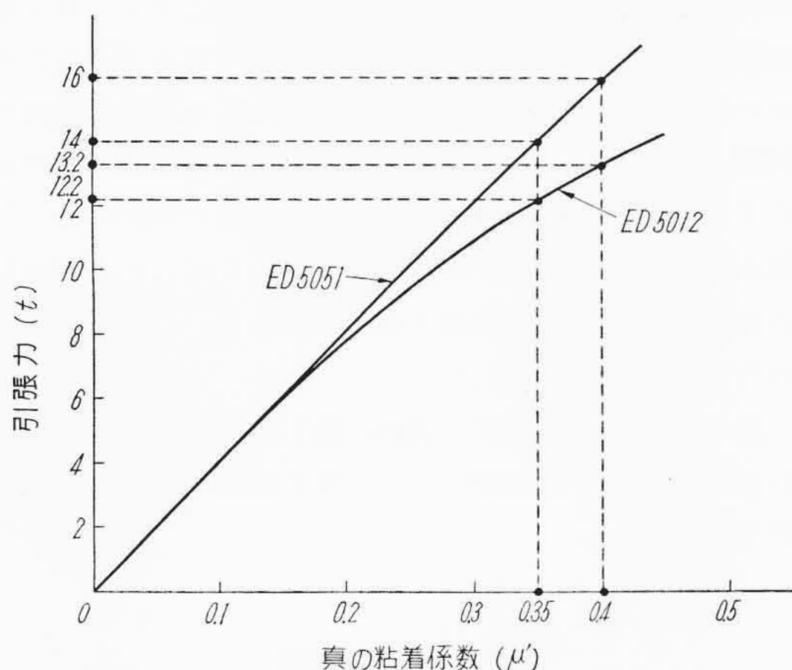
- $H, h, L, l$ : 前出
- $\mu$ : 見かけの粘着係数
- $\mu'$ : 真の粘着係数
- $W$ : 軸重(軸重移動がないものとしたとき)
- $\Delta W$ : 軸重移動量

機関車の有効引張力は4軸車の場合は次となる。

$$4 \times (W - \Delta W) \mu' = 4 \times \left\{ W - 2W\mu' \left( \frac{H-h}{L} + \frac{h}{l} \right) \right\} \mu' \dots \dots \dots (5)$$

1台車1モータのED5051では  $W=10.47$  t,  $H=880$  mm,  $L=5,900$  mm,  $l=2,080$  mm,  $h=1,215$  mm, 在来形のED5012では  $W=11,325$  t,  $H=880$  mm,





(東武 ED 5012 と ED 5051 の比較)

第12図 真の粘着係数と有効引張力

$L=5,600\text{ mm}$ ,  $l=2,450\text{ mm}$ ,  $h=750\text{ mm}$  であるから(5)式より

$$\text{ED 5051の有効引張力} = 4(10.47 - 1.19\mu')\mu' \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$\text{ED 5012の有効引張力} = 4(11.325 - 7.45\mu')\mu' \quad \dots\dots\dots(7)$$

ただし、(6)式は(5)式中の  $\frac{h}{l}$  を零として求めたものである。(6)、(7)式の関係を示したものが第12図である。横軸には真の粘着係数  $\mu'$  をとり、縦軸には有効引張力をとったものである。この図から明らかなように高粘着域になるほど、ED 5051 が有利となり、たとえば真の粘着係数  $\mu'$  が0.35のときは有効引張力はED 5012は12.2 t, ED 5051は14 t となりその比は1.15,  $\mu'$  が0.4のときにはED 5012は13.2 t, ED 5051は16 t となりその比は1.21 となる。引出し試験の引張力からみて  $\mu'$  はこのときは30~35%の域にあると推定されるので  $\mu'$  が0.35のときの比1.15は引出し試験の引張力の比の1.14 とかなり一致したといえる。ただし再粘着特性とか、 $\mu'$  のばらつきなどを考えると一概にはこのように断言できぬかもしれないが、一応1台車1モータは理論的な予想と合致し、有効な補償法と認めてよいと思われる。

(2) 着地点低下方式

着地点を高くした場合の測定値と比較すべきであるが、着地点を高くした測定は行わなかったため、着地点が従来のように高い場合を想定し、そのときの軸重移動量をジャックマン氏式により算出し、その値と比較することにした。実際のED 61形電気機関車は着地点高さは著しく低く  $h=334\text{ mm}$  であるが、これを従来なみの  $h=800\text{ mm}$  と想定して計算した値が第3表に示されている。この表中の空気シリンダなしの場合

第3表 補償効果比較表 (ED 61)

軸位	ノッチ No.	軸重移動量 (t)		
		着地点 $h=800$ と想定補償なし	空気シリンダなし	空気シリンダあり
1	2 <sub>0</sub>	-1.06 (154%)	-0.69 (100%)	-0.58 (84%)
2	2 <sub>0</sub>	+0.06 (86%)	+0.07 (100%)	+0.07 (100%)
3	2 <sub>0</sub>	-0.06 (23%)	-0.26 (100%)	0
4	2 <sub>0</sub>	+1.06 (236%)	+0.45 (100%)	+0.73 (162%)

合と比較すればよく、第1軸は明確に効果が表われており、第3軸は補償しないときよりもかえって浮上っているが、最大となる第1軸が大幅に補償されているのでその効果は認められる。ただし  $h$  をあまり低く下げると台車間の軸重移動が大きく成長するので注意しなければならない。第3軸がかえって浮上ったのはこのためである。第10図の一点鎖線は空気シリンダなしのときの計算値であって、上述のように  $h=334\text{ mm}$  を用いてあるが、これはレール面から中心ピン摺板の中心までの高さであって、この値を  $h$  として使用すれば最も測定値に合うようである。第1報さらに本報においてジャックマン氏式がよく測定値と一致することを述べたがこのED 61の測定からみても、このことはいえよう。ただし第2、4軸が計算値から少しばらついているが、ED 61の台車はその揺れ機構が独特の1本釣りリンク式なので台車が前後にピッチングしやすく、これが1軸ごとの軸重測定という本測定方法により、各軸の測定ごとに軸重のバランスが変化したためと考えられる。

着地点を下げるために軸重移動が著しく減っていることは次の比較からも明らかである。すなわち、第1報のED 5012においては粘着係数  $\mu=15\%$  のとき軸重移動量は11.5% (軸重に対して) に達しているが、ED 61においては同じく  $\mu=15\%$  において6.8%にすぎず、ED 5012の59%に相当する。以上のように、着地点低下方式も理論で予期した効果があると考えられる。

(3) 空気シリンダ方式

第10図から明らかなように空気シリンダの使用によって、第1軸はほぼ20%軸重移動は減少し、第3軸はほとんど100%減っており、有効であった。しかし各軸ごとにその利き方に著しい差がある。空気シリンダによる補償効果をあらかじめ計算して求めることができるがこの計算値 (計算値の記述は省略する) と測定値はかなり食違いを生じ、まったく一致しない。この理由として考えられることは、空気シリンダによって台車を強制的に回転させるときに、各部の摩擦、遊間におけるこじりなどの影響があり計算どおりの効果が表われないということである (測定中に空気洩れはなかった)。したがって、空気シリンダによる補償は

比較的簡単でもあり測定の結果をみても有効であることはわかったけれども、その信頼性に問題があるといえよう。

5. 結 言

第 1 報に引き続いて軸重移動計算式を吟味し、ついで、軸重移動補償法を分類し、さらにこの中で実用的と思われる 1 台車 1 モータ方式、着力点低下方式、空気シリンダ方式の 3 種の機械的補償法の試験を行ったが、この結果をまとめると次のようになる。

(1) ジャックマン氏式を用いた計算値と測定値はほぼ一致すると考えてよい。したがってこの算式により軸重補償の対策をたてることができる。ただし機関車の車体、台車の構造に応じて着力点高さの値の選定には十分考慮して計算する必要がある。

(2) 1 台車 1 モータ方式、着力点低下方式はいずれも着実に効果があり、すぐれた補償方法と考えられる。空気シリンダによる補償は一応その効果は認められるがその効果が不安定のようなのである。

(3) 軸重補償の効果を求めるための引出し試験などにおいて次第に明らかにせねばならぬ情勢にあるのは、空転と再粘着の問題である。直流電気機関車と交流電気

機関車の再粘着特性の相違、電気機関車とディーゼル電気機関車の再粘着特性の相違、バネ入ギヤとバネなしギヤの再粘着特性の相違、モータ接続による再粘着特性の相違、モータ自身のトルク速度特性による相違、大空転による車軸振り振動の問題等々幾多今後の解明に待つ問題が山積している。これらが解決されてはじめて完全粘着軽量強力機関車が実現するわけである。これら諸問題の今後の研究を促進したい。

終りに本測定ならびに調査に際し御援助をいただいた日立製作所水戸工場関係各位に厚く感謝の意を表すものである。

参 考 文 献

- (1) 森脇, 高橋: 日立評論 38, 1429 (昭 32-12)
- (2) K. Sachs: Elektrische Triebfahrzeuge
- (3) 山下: 電気車工学 (下)
- (4) 電気学会: 電気動力車の新しい技術講演会予稿 (昭 31-11)
- (5) H. I. Andrews: The Adhesion of Electric Locomotive
- (6) 鉄道技術研究所: 車輪軌条間の動摩擦係数
- (7) 鉄道技術研究所: ED 451 滑り試験について
- (8) Erustkilb: Zur Leistungsföhigkeit neuerer Wechselstrom-locomotiven für 16 2/3 HZ



日 立 製 作 所 社 員 社 外 講 演 一 覧

(その 1)

(昭和 33 年 11 月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	ト ラ ン ジ ス タ 定 圧 電 源 の 解 析	中央研究所	永 田 稷
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	ト ラ ン ジ ス タ 同 期 整 流 回 路 の 解 析	中央研究所	猪 瀬 文 之 雄 木 下 敏 雄 永 田 稷
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	ポ テ ン シ ョ メ ー タ の 性 能 試 験 に つ い て	中央研究所	沼 倉 俊 郎 三 浦 武 雄 (縁測器)小暮雅章 (絶縁器)村上和男
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	リ ア ク タ シ ミ ュ レ ー タ に お け る 2, 3 の 考 察	中央研究所 昭和電子 中央研究所	三 浦 武 雄 福 本 智 典 嶋 井 章 夫
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	10,000 Mc 帯 にお け る 広 帯 にお け る 広 帯 域 反 射 型 ク ラ イ ス ト ロ ン の 試 作	中央研究所	竹 本 猛 夫
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	ネ サ を 用 い た 進 行 波 管 用 異 常 発 振 防 止 減 衰 器	中央研究所	鈴 木 喜 久
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	微 小 電 流 領 域 にお け る ト ラ ン ジ ス タ の 電 流 増 幅 率 に つ い て	中央研究所	伴 野 正 美 徳 山 魏
34. 4/上旬	電 気 四 学 会	合 金 接 合 形 ト ラ ン ジ ス タ に お け る Lcb の 電 流 依 存 性 に つ い て	中央研究所	佐 藤 興 吾
34. 2. 15	学 術 会 議	熱 中 性 子 以 外 の 中 性 子 に よ る 核 分 裂 効 果	中央研究所	寺 沢 昌 一
34. 2. 15	学 術 会 議	円 柱 形 BWR に お け る 出 力 ボ イ ド 温 度 分 布	中央研究所	川 合 敏 雄 金 井 務 新 井 公 雄 藤 中 恵 平 斎 藤 良 平

(第 62 頁につづく)