

空気バネ台車用可変荷重弁

A Valve in Combination with an Air Suspension Truck Controls the Brake Cylinder Pressure According to the Vehicle Load

福田 博*
Hiroshi Fukuda

内 容 梗 概

車体荷重に相応するブレーキシリンダ圧力をもつて、減速度をほぼ一定にし、運転性能の向上と、乗心地の改善を図ることを目的とする、特に構造簡単な空気バネ台車用可変荷重弁について、その概要を説明し現車試験の結果を取りまとめた。

1. 緒 言

従来の空気ブレーキ装置においては、ブレーキ力が一定なるため、空車時と積車時のブレーキ率が異なり、そのため停車の際、空車時は不快なショックを感じ、積車時はブレーキ距離が延びる傾向にあつたが、最近の高性能電車のブレーキ装置においては、積空状態に応じてブレーキ力を自動的に加減し、ブレーキ率をほぼ一定にする方式が採用されつつあり、今後この方式は大いに発展するものと考えられる。しかしながら現用のこの方式は、台車に対する荷重検知機構、作動機構、および圧力調整装置などを備えた複雑なものとなつており、形式の異なるブレーキ装置に対する適用範囲も広くない。

本可変荷重弁は、将来有望な空気バネ台車を使用する場合、その空気バネ圧力、すなわち、車体荷重に相応した圧力と、ブレーキシリンダ圧力を対応させ、ブレーキ力を自動的に制御する方式で、きわめて簡単な構造で種々のブレーキ装置に適用できるものである(特許 185988)。

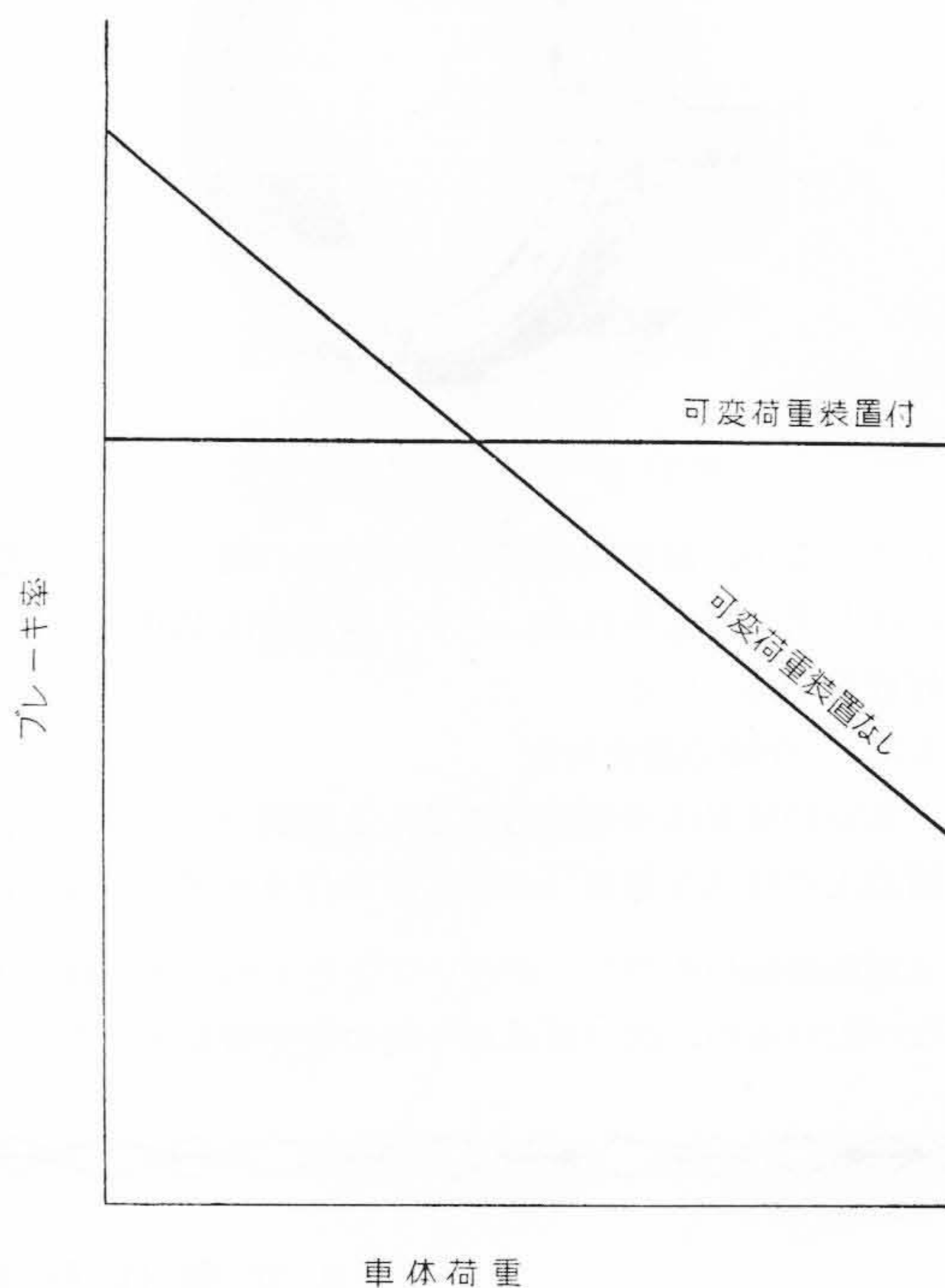
以下この可変荷重弁の概要と、空気バネ台車に装備し現車ブレーキ試験を行つた結果について述べる。

2. 空気ブレーキの可変荷重方式

一般に空気ブレーキにおけるブレーキ率は、次式によつて求められる。

$$\text{ブレーキ率}\% = \frac{F}{W} \times 100 = \frac{P \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot n \cdot m \cdot \eta}{W} \times 100$$

ここに F : ブレーキ力
 W : 車輻重量
 P : ブレーキシリンダ圧力
 d : ブレーキシリンダ直径
 n : ブレーキシリンダ個数
 m : ブレーキ倍率
 η : ブレーキ効率



第1図 ブレーキ率の比較

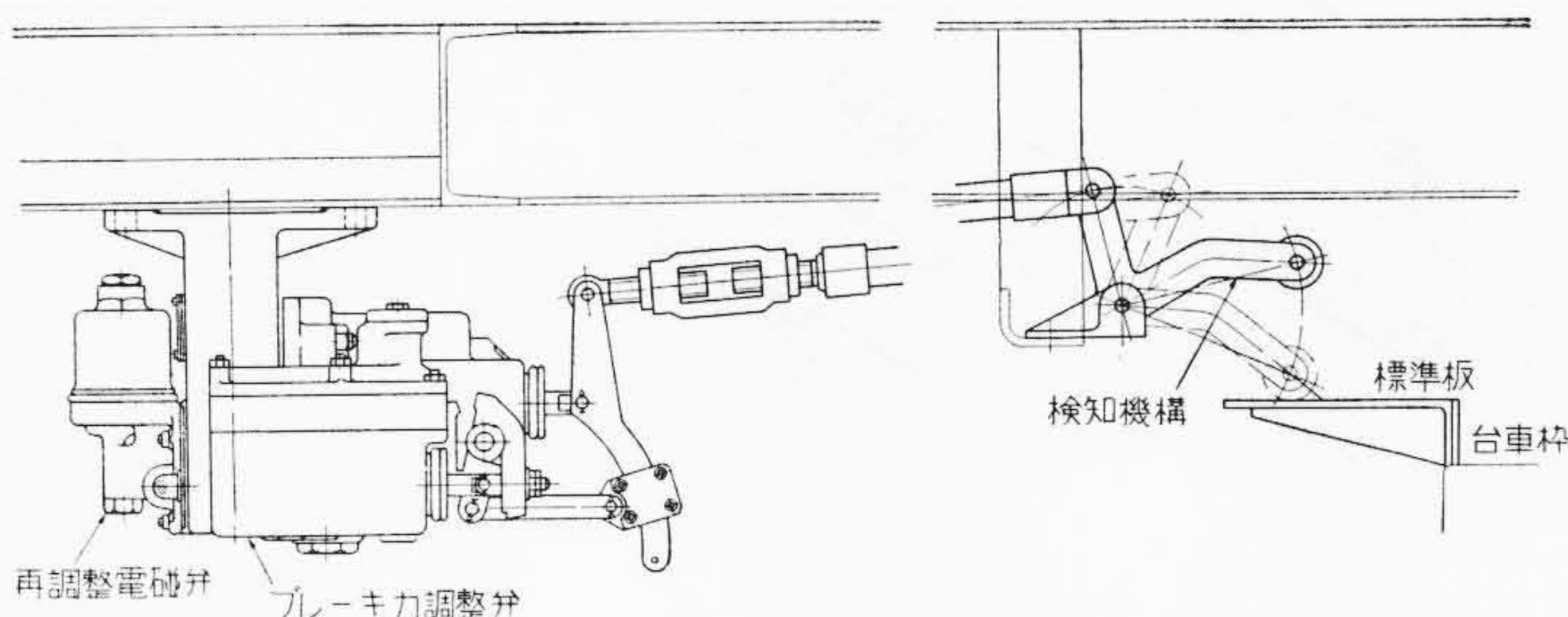
ゆえに、可変荷重装置のないブレーキ装置においては、 F が一定なるため、車体荷重の状態によつては、そのブレーキ率も常に変動するものである。

このブレーキ力を車体荷重に応じて変動させようとする方法としては、

- (1) ブレーキシリンダ圧力
- (2) ブレーキシリンダ個数
- (3) ブレーキシリンダ直径
- (4) ブレーキ倍率

を変えることが考えられ、欧米においては早くから実用化された。わが国においては、戦後急速に高性能電車

* 日立製作所笠戸工場



第2図 ブレーキ力調整装置

に採用され始め、その方法はすべてブレーキシリンダ圧力を制御する方式によっている。

可変荷重装置を設けたものと設けないものとでそのブレーキ率を比較すれば第1図のようである。設けないものは空車時のブレーキが効きすぎ、積車時は不足でブレーキ距離が延びることがわかる。本装置を設けた場合は車体荷重に相応したブレーキ力が自動的に得られるので、ブレーキ率には変化なく、減速度がほぼ一定に保たれ運転性能が向上される。また連結車輛各車のブレーキ率が適正になるので、衝動なく乗心地の改善が図られる。

以上の特長を有する可変荷重装置は、車輛性能向上の一端を担っており、今後ますます発展普偏化することがうかがえるが、これらはいずれも在来の金属バネを持つた台車に適用されるもので、車体荷重に応じたバネの撓みを検知してあらかじめ調整を行い、これに対応するブレーキシリンダ圧力をもつて制動を行う方式でその例を第2図に示す。

日立製作所において今回製作した可変荷重弁は、将来の発展が約される空気バネ台車を対象としたもので、車体荷重に応じた空気バネ圧力は自動的に得られる⁽¹⁾。この圧力に対し直接ブレーキシリンダ圧力を対応させることにより、容易にブレーキ率を一定にできるもので、現用のような荷重検知機構は不要となり、きわめて構造簡単である。

3. 空気バネ台車用可変荷重弁

3.1 構造および作用

本可変荷重弁の構造を第3図に示す。可変荷重弁は排気弁付膜板により上下二室に区分され、上部室に空気バネ圧力空気、下部室にブレーキシリンダ圧力空気をそれぞれ導入する。上部室にはさらに調整バネを設け、空気バネ圧力側の荷重を加えてブレーキシリンダ圧力を増圧することができる。

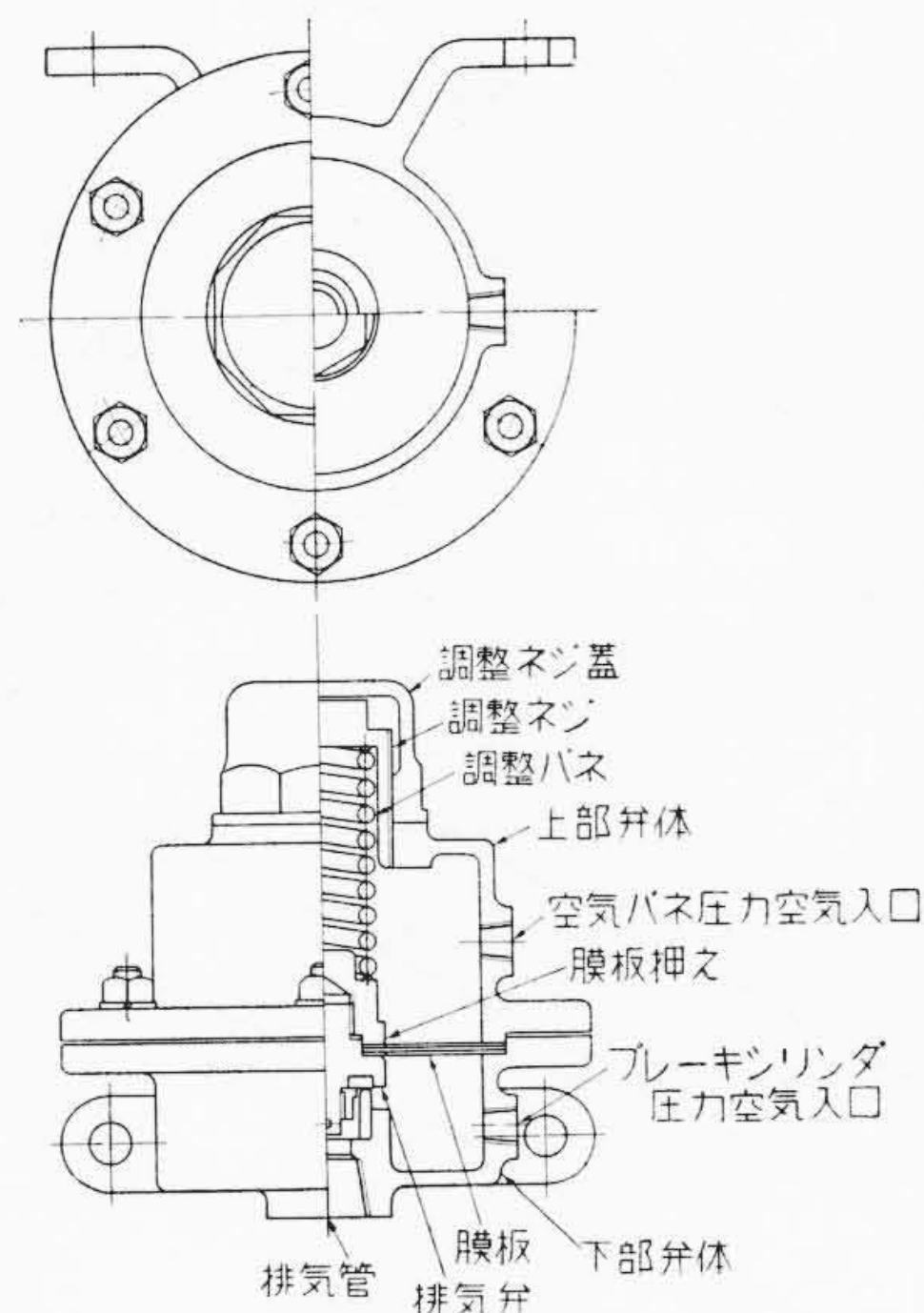
常時は空気バネ圧力および調整バネ張力により、排気弁は弁座に密着し大気とブレーキシリンダ間の通路を遮断しているが、ブレーキをかけるとシリンダ圧力空気は下部室に入り、排気弁にかかる上部荷重とつり合うまで圧力上昇するので、自動的に車体荷重に応じたブレーキシリンダ圧力が得られる。

3.2 特 性

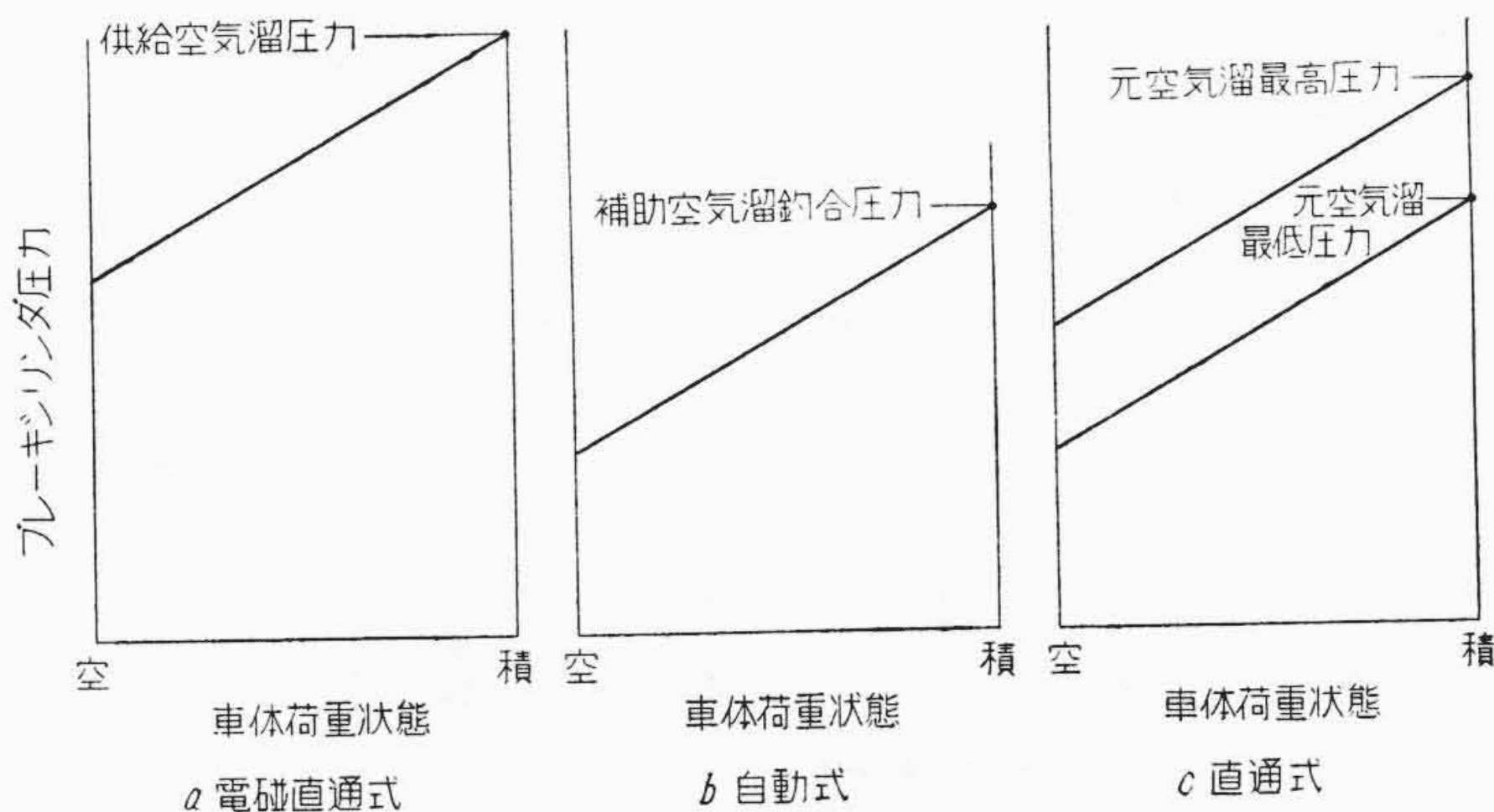
可変荷重弁の特性は次の条件により相違するものである。

3.2.1 使用空気圧力

ブレーキ方式の相違によりその得られる最高ブレーキシリンダ圧力はそれぞれ異なる。いま電磁直通式、自動式および直通式について常用ブレーキの積車の場合最高のブレーキシリンダ圧力を得るものとして比



第3図 可 変 荷 重 弁



第4図 使用圧力と性能の関係

較すれば、第4図のようである。すなわち電磁直通式は、普通 5 kg/cm^2 に調圧された供給空気溜よりブレーキシリンダへ供給されるので、最も高い一定なブレーキ率が得られる。

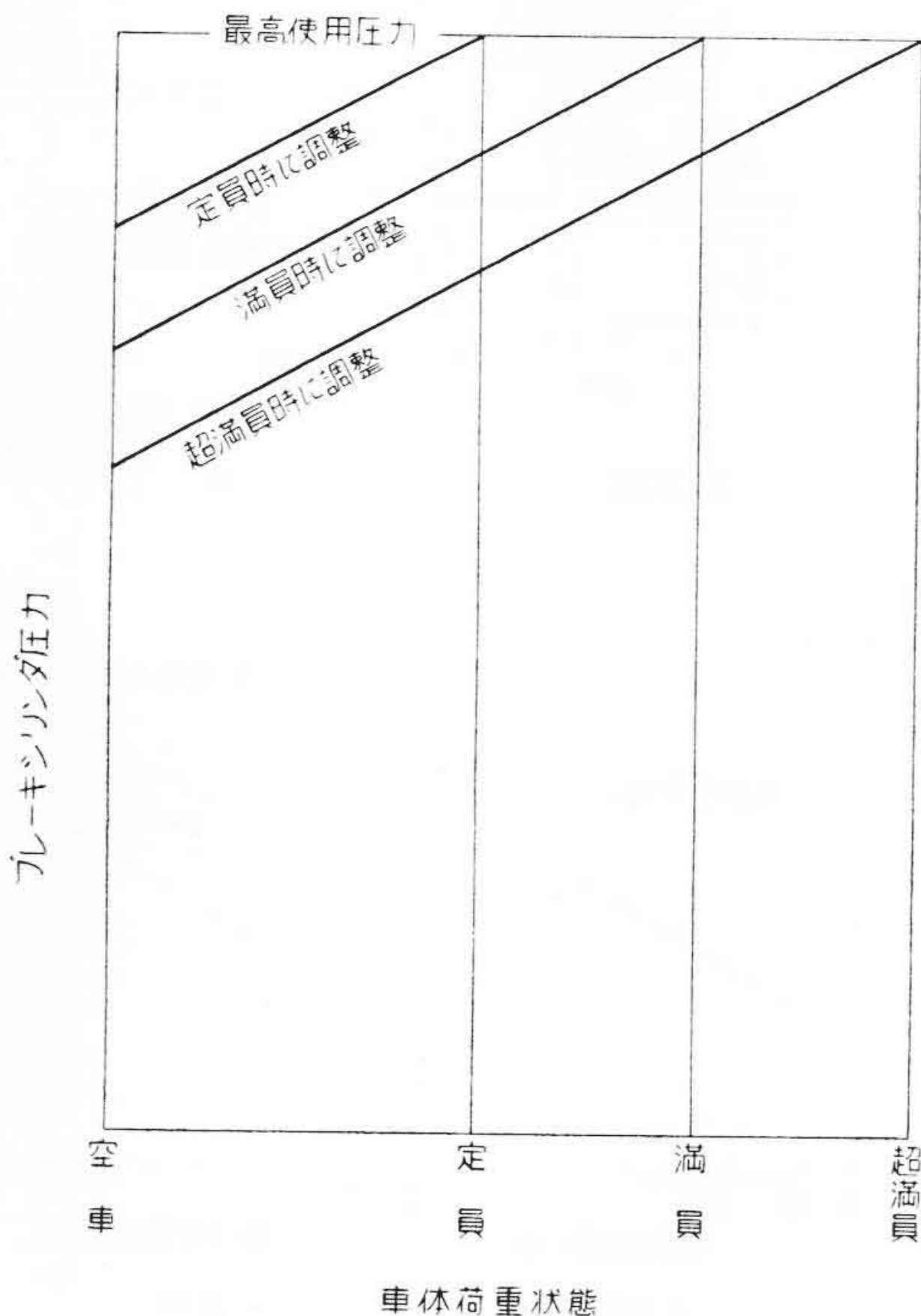
自動式は圧力 5 kg/cm^2 の補助空気溜とブレーキシリンダ容量とが合う圧力の 3.5 kg/cm^2 が最高であるから、電磁直通式に比しその値は低い。直通式は圧力加減器の調整圧力、すなわち普通、切り、4.5, 入り、 3.5 kg/cm^2 の幅で終始変動する元空気溜圧力より供給されるので、その値もこれにつれて変りブレーキ率は常に一定とはならない。

3.2.2 調整圧力

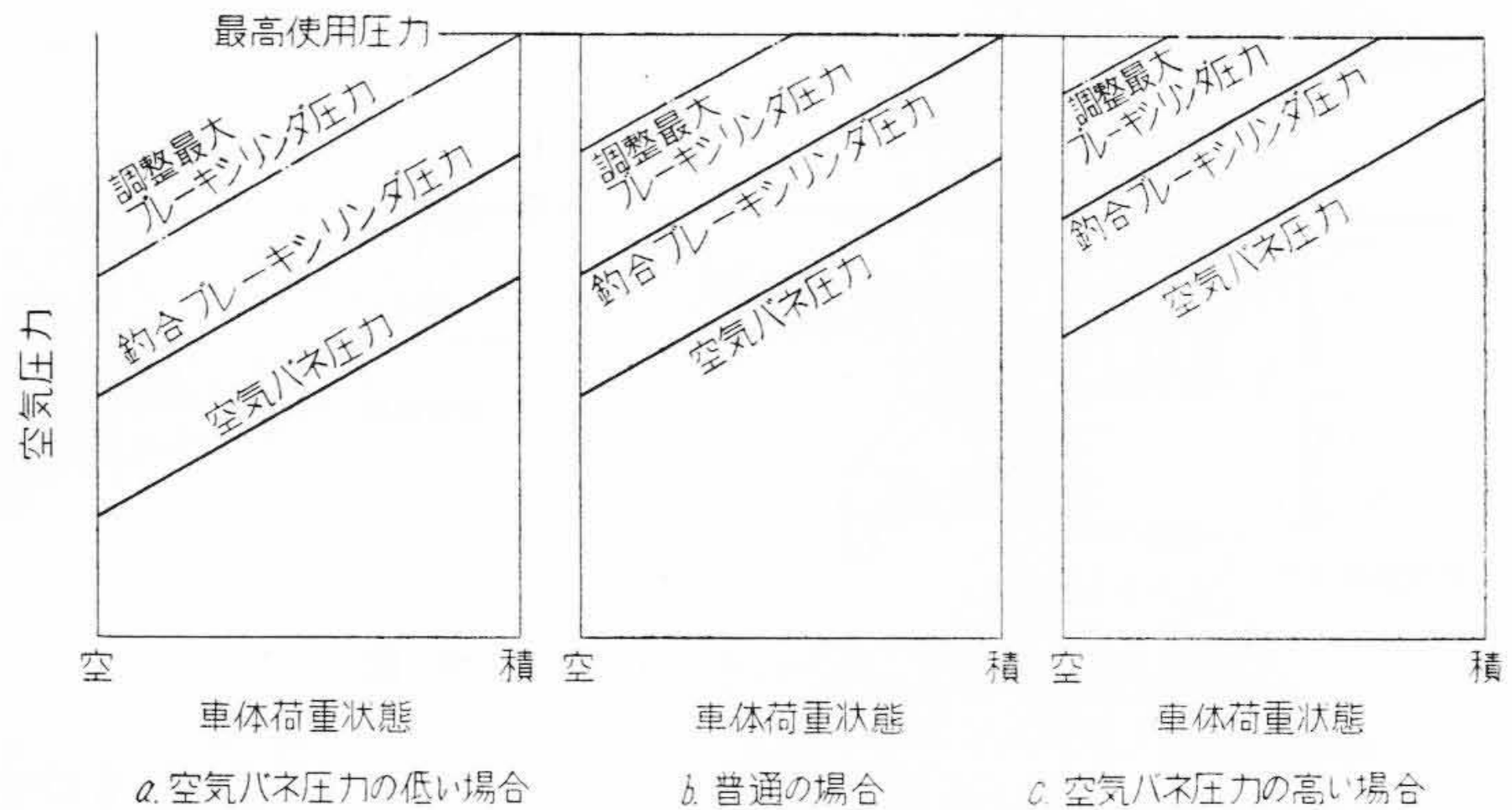
得られる最高ブレーキシリンダ圧力をいかなる車体荷重の状態において調整するかによつて、そのブレーキ率は異なる。これを図示すれば第5図のようで、大なる荷重時に調整するほど制御範囲は広がるが、ブレーキ率は逆に低くなる。したがって最も多い車体荷重状態を対象に調整しておくことが効果的である。

3.2.3 空気バネ圧力

ブレーキシリンダ圧力は空気バネ圧力に対し、排気弁受圧面積にかかる荷重と、膜板を撓ませ排気弁を開くに要する荷重の和に相当する一定圧力だけ、常に高



第5図 調整圧力と性能の関係



第6図 空気バネ圧力と性能の関係

い値で応動してつり合うものである。空気バネ圧力は台車の形式によつて同一ではないので、これに対してつり合うブレーキシリンダ圧力もそれぞれ異なってくる。この関係を第6図に示す。すなわち空気バネ圧力が低く調整バネによる調整範囲にある場合、または積車時最高つり合圧力を得られる普通の場合がその作動範囲は広く、空気バネ圧力の高い場合はある車体荷重までの作動しかできず、それ以上の荷重に対しては比例的にブレーキ率は低下する。

3.3 現車試験について

3.3.1 試験方法

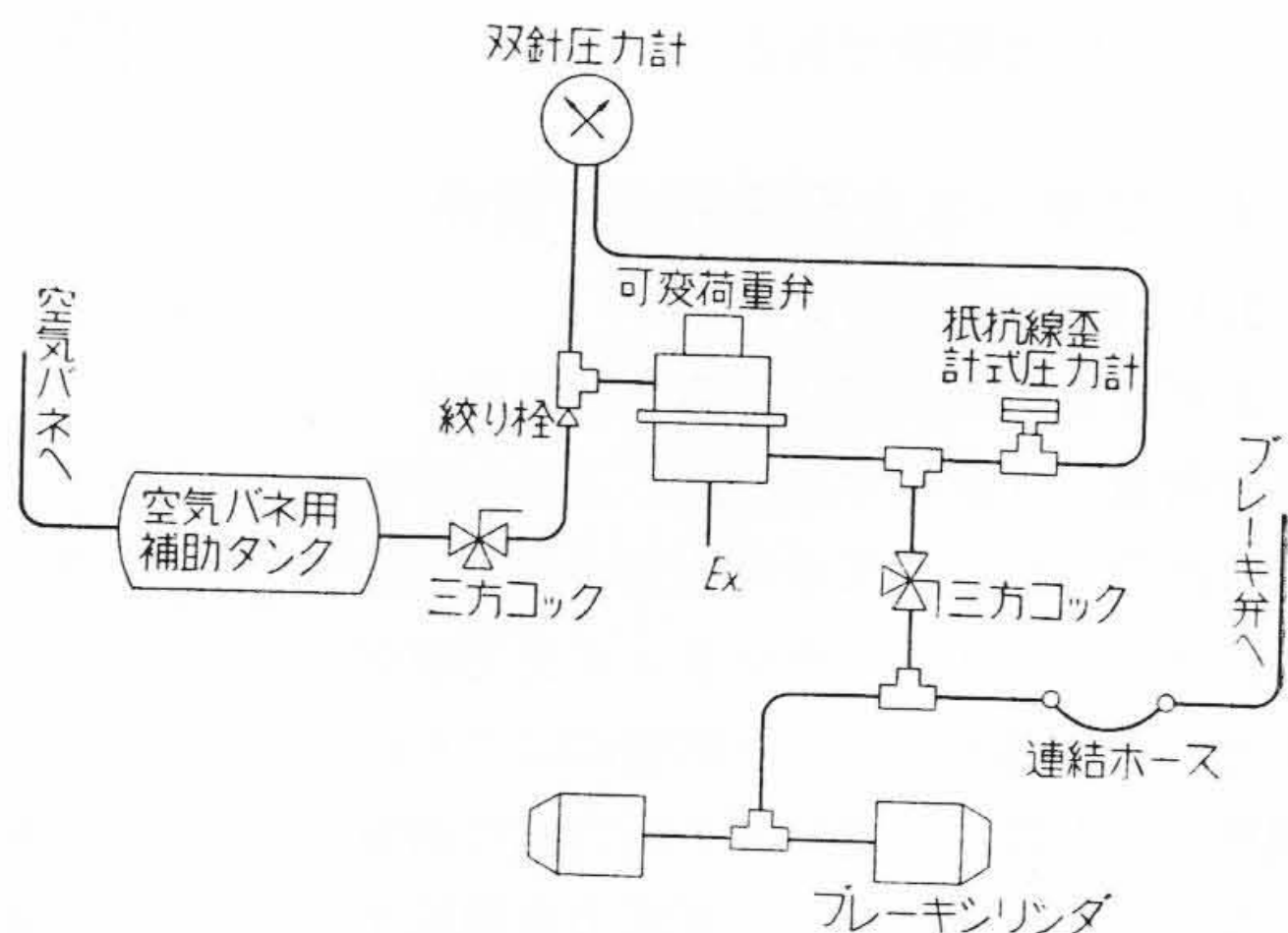
可変荷重弁を振動試験車の前後空気バネ台車にそれぞれ1個宛取り付け、工場専用線でブレーキ試験を行った。

振動試験車は自重約 15 t で直通空気ブレーキ装置を有する。

第7図 は現車試験のための1台車分に対する配管系統を示し、第8図はその取り付け状態である。

試験種別としては次の条件を組合せた。

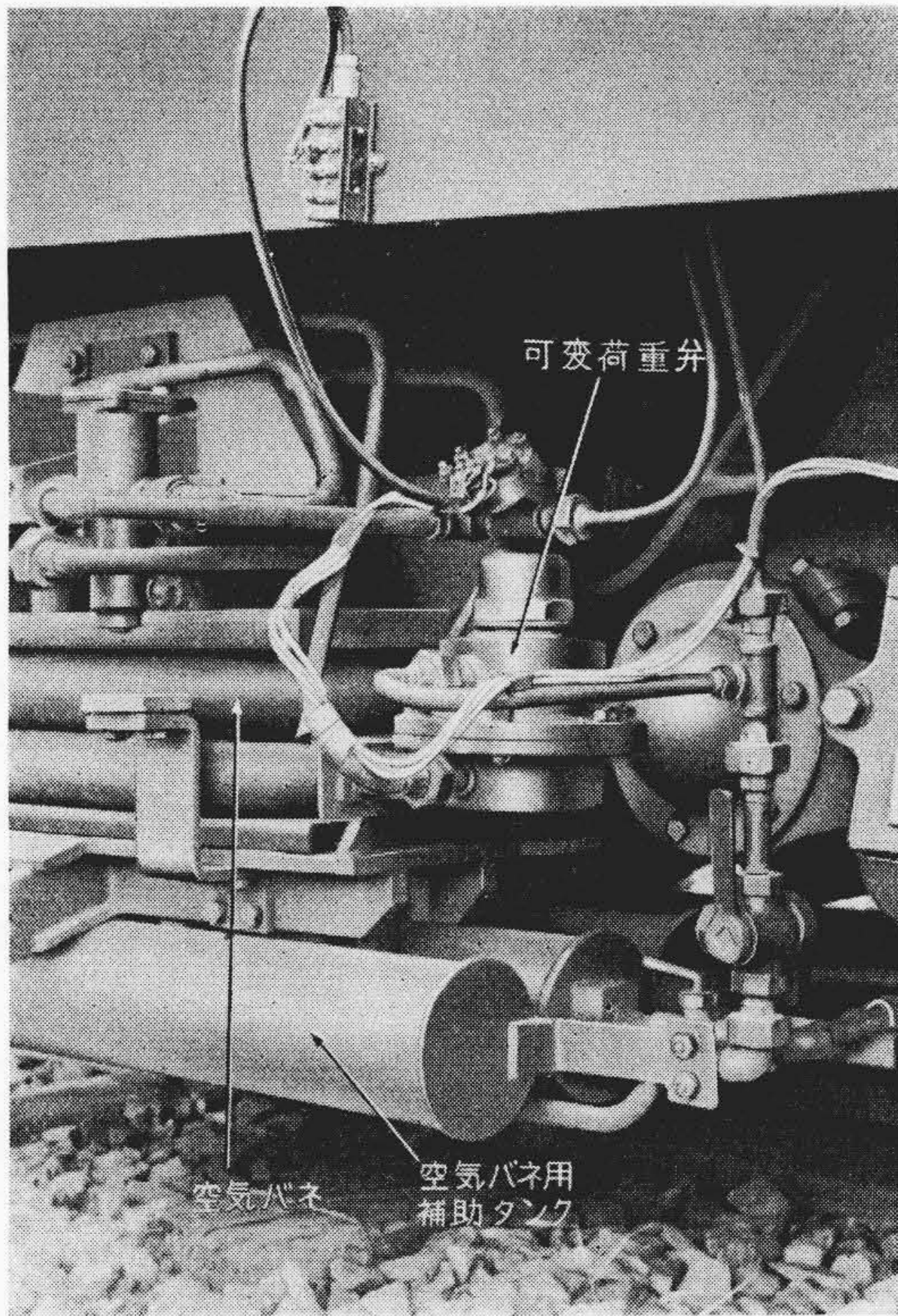
- (1) 積載荷重 $0, 5 \text{ t}$
- (2) ブレーキ初速度 $25, 35, 45 \text{ km/h}$ を目標



第7図 空気配管系統

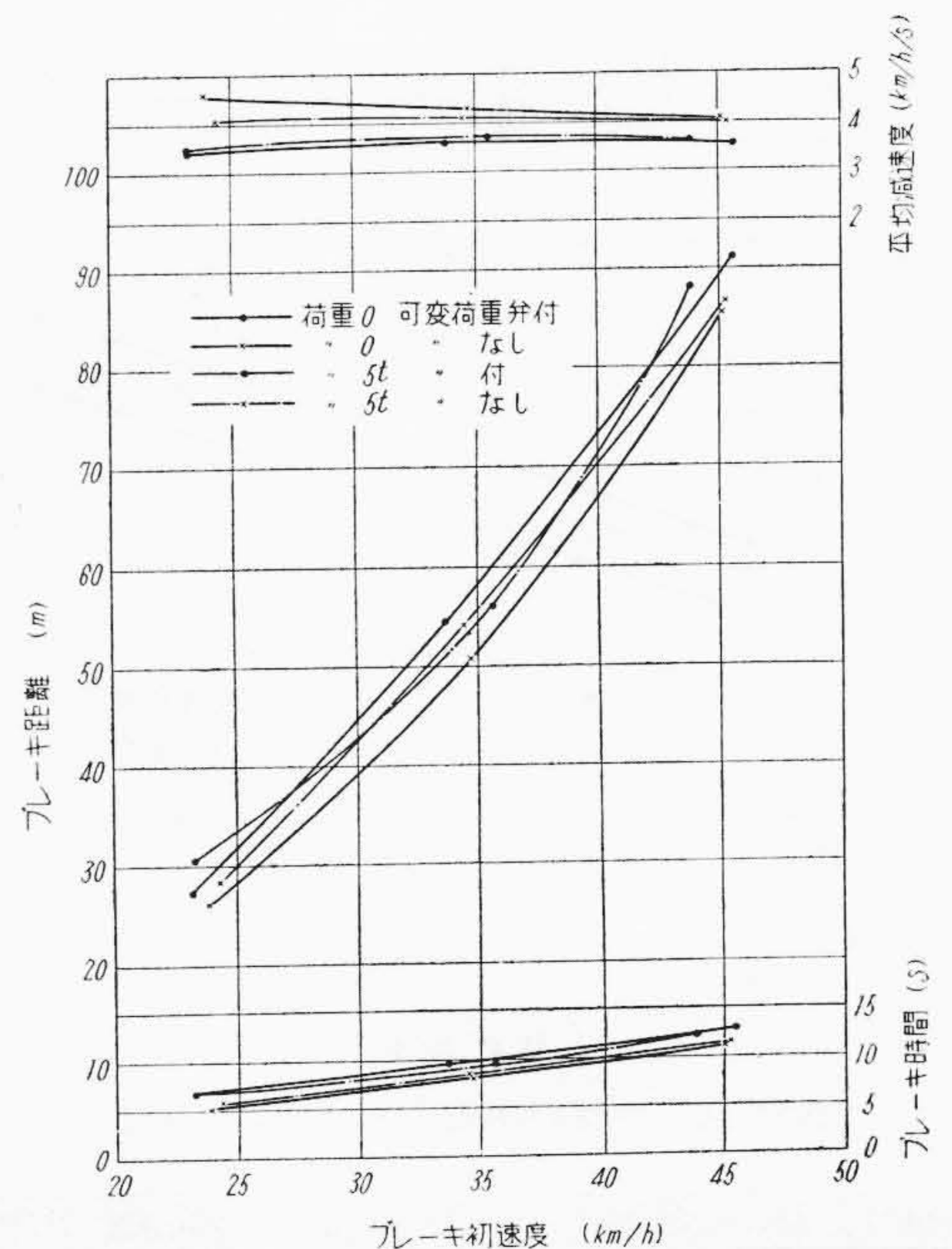
- (3) 圧力調整方法 調整バネ荷重... 0
調整バネ荷重...最大 (可
変荷重弁を設けない場合
に相当)

測定は次の項目および方法によつた。



第 8 図 可変荷重弁取付状態

- (1) 前台車ブレーキシリンダ圧力 } 抵抗線ひずみ計式圧力計
(2) 後台車ブレーキシリンダ圧力 }
(3) ブレーキ距離...線路に沿い 5m ごとに標識し通過時電鍵を押す
(4) ブレーキ時間...電接時計
(5) 元空気溜圧力...単針圧力計
(6) 空気バネ圧力...双針圧力計
(1)~(4)は電磁オシログラムに撮影し, (5)(6)



第 9 図 ブレーキ試験性能

第 1 表 ブレーキ試験結果

月 日	試 番	積載 荷重 (t)	圧 力 調 整	ブレーキ初速度 (km/h)	ブレーキ距離 (m)	ブレーキ時間 (s)	平均減速度 (km/h/s)	元空気溜圧力 (kg/cm ²)		空気バネ圧力 (kg/cm ²)		シリンダ最高圧力 (kg/cm ²)	
								ブレーキ始	ブレーキ終	前	後	前	後
6/20	1	0	バネ荷重 0 (可変荷重弁付)	23.2	27.1	6.8	3.41	—	—	2.4	2.4	2.9	2.9
	2			33.7	54.3	9.4	3.59	—	—	2.4	2.4	2.9	2.9
	3			45.6	91.1	12.9	3.53	—	—	2.4	2.4	2.9	2.9
	4	最大	バネ荷重 最大 (可変荷重弁なし)	23.9	25.9	5.2	4.60	5.2	4.9	2.4	2.5	4.6	4.6
	5			34.7	50.3	8.1	4.28	6.3	*4.4	2.3	2.4	4.1	4.1
	6			45.1	85.2	11.1	4.06	5.0	4.1	2.3	2.4	3.8	3.8
6/28	7	5	バネ荷重 0 (可変荷重弁付)	23.3	30.5	6.7	3.48	—	—	4.0	4.0	4.5	4.5
	8			35.6	55.9	9.7	3.67	—	—	4.0	4.0	4.5	4.5
	9			43.8	88.0	12.2	3.59	—	—	4.0	4.0	4.5	4.5
	10	最大	バネ荷重 最大 (可変荷重弁なし)	24.4	28.3	6.0	4.07	6.2	6.0	4.0	4.0	5.6	5.6
	11			34.5	54.0	8.4	4.11	6.2	6.0	4.0	4.0	5.6	5.6
	12			45.2	86.5	11.3	4.00	6.2	6.0	4.0	4.0	5.6	5.6

ただしブレーキ操作開始はブレーキシリンダ圧力立上り始めとす。 * 笛吹鳴による低下

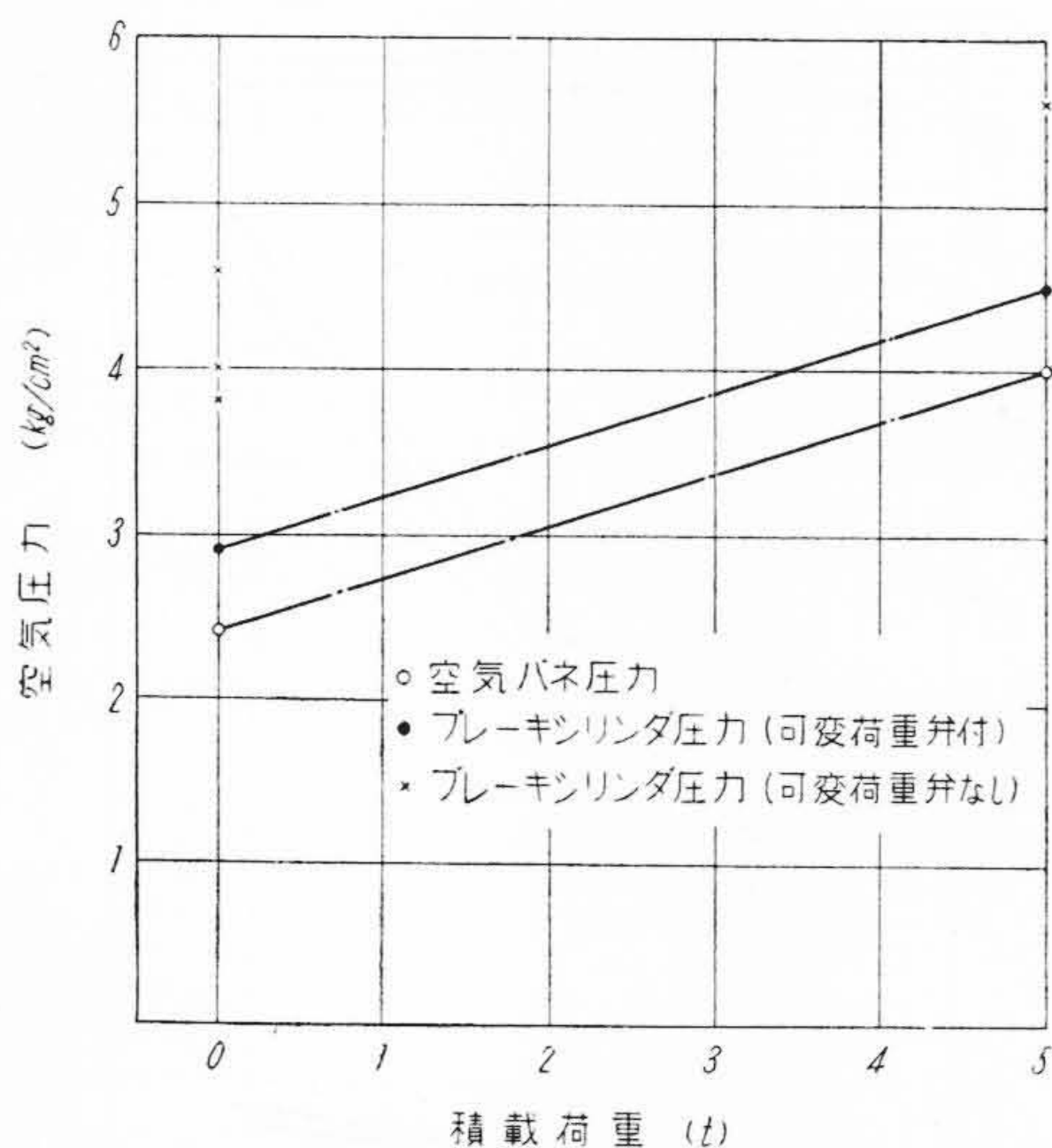
は目読によつた。

3.3.2 試験結果

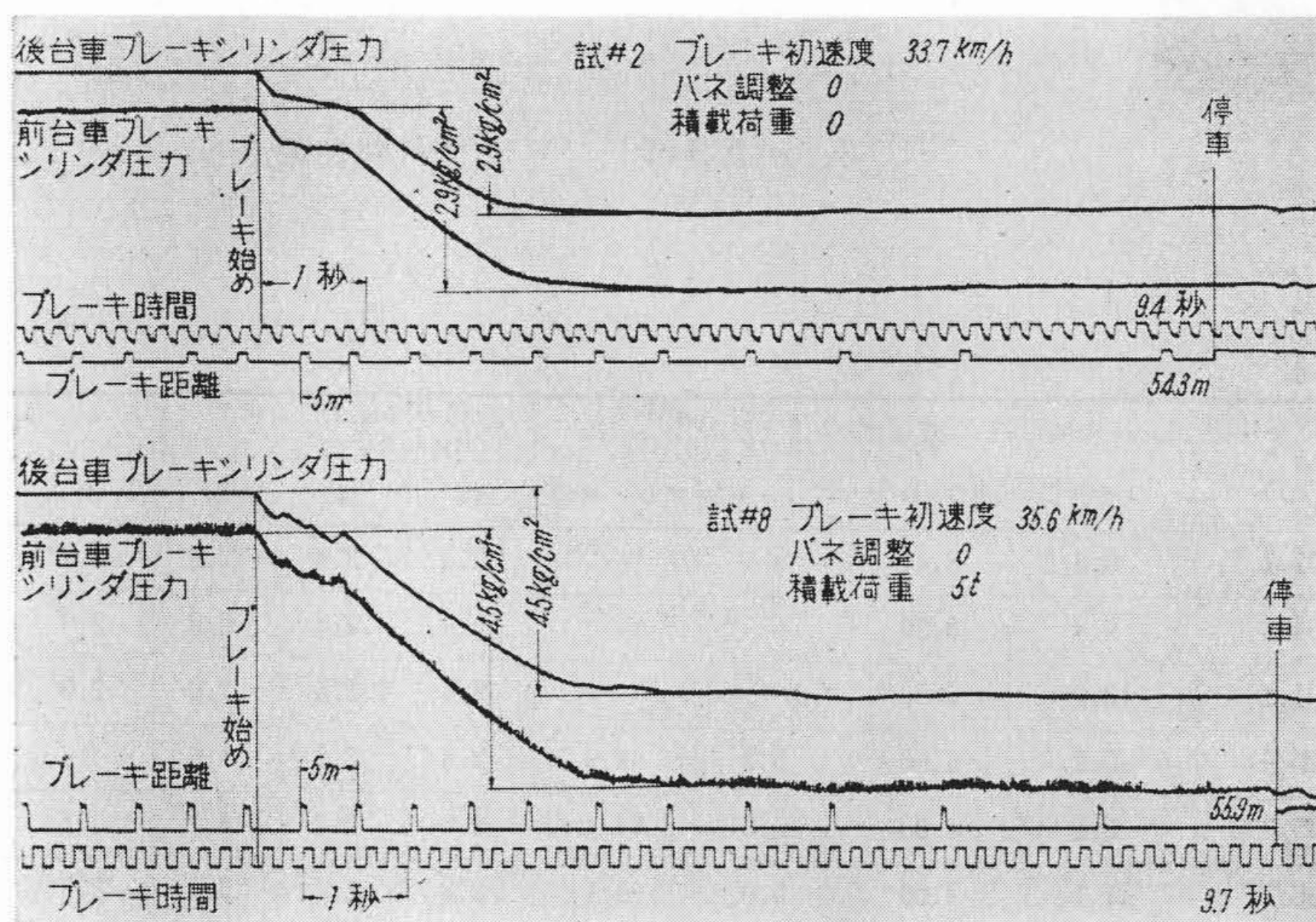
試験結果を第1表に示す。これを図示すれば第9図および第10図のとおりである。第11図はブレーキ試験におけるオシログラムの一例である。

3.3.3 試験結果の考察

第9図において可変荷重弁付の場合は、荷重に関係なくその減速度はほぼ一定の傾向を示しており、ブレーキ率が荷重の増減に伴い応動していることが知れ



第10図 空気バネ圧力とシリンダ圧力



第11図 オシログラムの一例

る。

可変荷重弁なしの場合は、その減速度は一定でなく、荷重の増加にしたがい低くなっている。

一般的に荷重0と5tの場合を比較して極端な差がなく、各値が可変荷重弁付の場合より上回っていることは、運転線路長さの点から加速距離とブレーキ距離に制限を受けた関係上、荷重の増加につれて元空気溜圧力を増圧し、結果的には荷重に応じた値に近いブレーキシリンダ圧力を得るようになったためである。荷重の変動に関係なく元空気溜圧力を一定にすれば、実際的には各値は低下するはずである。いま仮りに、荷重5tの場合、0のときと同じブレーキシリンダ圧力を得るものとすれば、その減速度は比例的に、試#10のとき 3.34 km/h/s, 11のとき 3, 12のとき 2.71, となり荷重0の場合に比べそれぞれ約 1.3 km/h/s の低下となる。

また第10図でわかるように可変荷重弁付の場合は、そのブレーキシリンダ圧力は積載荷重の増加に伴い、空気バネ圧力に応じて変化し、空気バネ圧力に対して確実にブレーキシリンダ圧力が制御されていることを示している。可変荷重弁なしの場合は、そのときの元空気溜圧力の高低に左右され、積載荷重に応動することなく変動していることがわかる。

このように可変荷重弁付の場合は、安定したブレーキ性能を得ることができる。

4. 結 言

以上空気バネ台車用可変荷重弁についてその概要を述べ、現車試験の結果、車体荷重の変動に対しブレーキシリンダ圧力はこれに伴い確実に応動し、ほぼ一定の減速度が得られることを確認し、可変荷重弁が性能向上について有効であることがわかった。今後車輛性能向上の一手段として、その利用が期待されるものである。

参 考 文 献

- (1) 村田, 別府, 平塚: 日立評論 39, 1438 (昭 32—12)