

電気標的と電磁オッシュログラフおよび実験結果

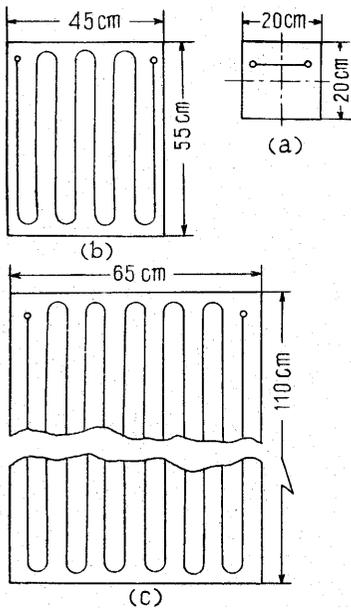
吉 山 巖

まえがき

pencil rocket の実験が屋外でしかも日中行われるために、光学的な電気標的を使用することができず、取扱いにある程度の制限が加えられたので一案として、吸取紙に細い銅線を張りつけた簡単な電気標的を使用することにした。吸取紙は pencil rocket の通過抵抗が比較的小さく、また足跡が明確に残るので、おのおのの標的に正確な基準線を設定しておいて pencil rocket の trajectory, dispersion, spin 等を測定した。この方法では実験上の精度は、吸取紙に摺りが生ずるので 1 mm 以下にすることが困難であった。velocity の測定には 3 要素電磁オッシュログラフを使用し、標的の銅線が pencil rocket のどの部分で切断されたかによってそれぞれの場合に依りて速度を修正した。

通過穴の測定は実験中は正確に測定することができなかったもので、実験終了後トレーシングペーパーにトレースし、しかる後測定を行った。標的紙は 5 m までは一発ごとに取替え、7 m 以後の標的紙は、補修して 3 発位まで使用した。当実験に従事した人々は別稿分担表の通りであった。

i) 電気標的紙 pencil rocket の発射実験を国分寺



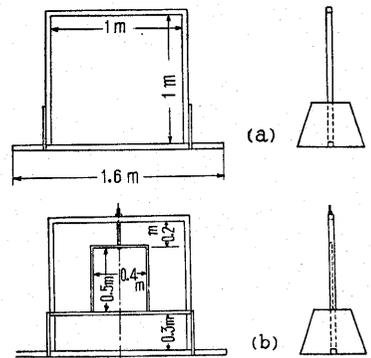
第 1 図 電気標的紙

の試射場で行う必要があったのと、標的は取扱簡単で移動にも便利である必要があったので、種々検討した結果、吸取紙に 6/100φ の裸銅線を第 1 図 (a) は出口用、(b) は 1~5 m 用、(c) は 5~15 m 用の如くセメダインで張り付け (セメダインの附着量をできるだけ微量に止めるように注意

した) た標的紙を使用することにした。銅線間の間隔は pencil rocket の尾翼の傾が 45° になって、銅線間の真中を通過した時でも銅線が切断されるようにしてある。このようにしておけば pencil rocket の尾翼がどんな傾きで、線間どの場所を通過しても必ず 1ヶ所以上で銅線が切断されて、オッシュログラフに信号を送ることができる。

ii) 支持棒 標的紙の支持棒は最初 pencil rocket の dispersion がどの程度になるか推定が困難であったので 3 m × 3 m の支持棒を設計したのであったが、その後予備実験を行ったところ dispersion が思いのほか小さいことが判ったので第 2 図に示すような支持棒 (a) を設計製作

した。さらに launcher の前方 5 m までは 1 m × 1 m の支持棒にさらに小さい棒を (b) の如く取付けた。支持棒には 1 kΩ の固定抵抗とリード線をラグ板



第 2 図 標的紙支持棒

付けて標的紙の交換を容易にした。支持棒の個定には脚部にコンクリートのブロックをおき固定し、launcher の軸に直角になるように設定しておいた。

iii) 電気標的と電磁オッシュロとの接続 pencil rocket が標的紙を通過する時に銅線の切断をどのような信号で電磁オッシュログラフに記録させるかについては 2 通り方法が考えられる。その一つは、振動子に直列に小容量のコンデンサーを接続し、電圧 150 V を加えて標的紙が破れた時にそれぞれの標的紙に対応したパルスが記録される方法と、他の一つは、標的紙の銅線と直列に安全抵抗 1 kΩ を接続し、これらを全部並列に接続しておいてこれに 6~12 Volt の電池を介して電磁オッシュロ電流側に接続する。そして振動子の反射光が記録紙の端に記録されるように電流を調整しておき、標的紙が順次破られるたびに 1 段 1 段と階段状に記録される方法とが考えられた。第 1 の方法ではコンデンサーの時定数が問題になる

ために、第2の方法で実験を行うことに決定した。電気標的の使用個数が10個と決定したので60mm巾のオッシロペーパーに5mm間隔で10段記録させると最初50mm振らせておかななくてはならない。

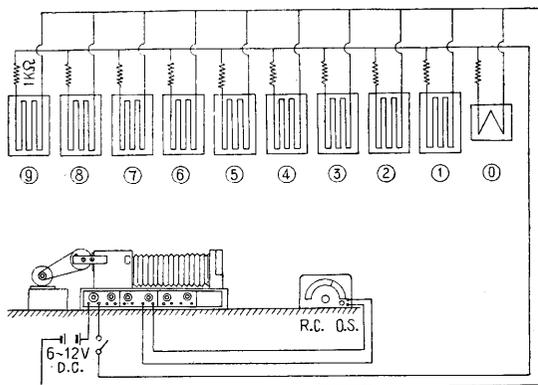
実験には、3要素電磁オッシロで振動子は、H型(予備実験を行って本実験でも支障ないことを確めた)を使用したので50mm振らせるに必要な電流は5mA(第1表参照)であるが、供給電圧を6voltの蓄電池を使用す

第1表

型	直流感度 (偏位1mm)	固有振動数	抵抗	最大電流
A	2mA	6000 c/s	2 Ω	200mA
H	100μA	1000 c/s	3.5 Ω	500mA

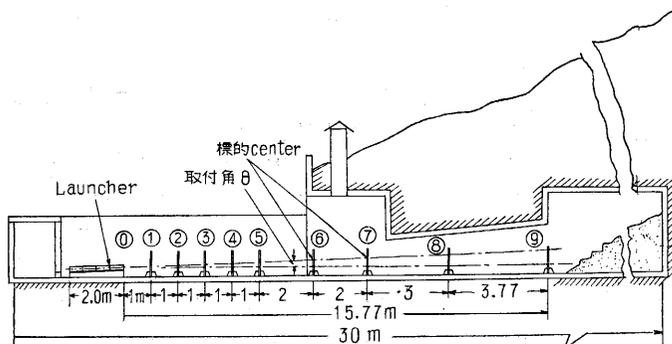
るために安全抵抗として1kΩを標的紙の銅線に直列に接続してあるので、10個の電気標的の合成抵抗—実際には出口の標的紙を除いては30~70Ωの抵抗—があるので約100Ωとなり、60mA流れることになる。従って電磁オッシロの電流制御装置を調整して電流を調整しておいた。

第3図は電気標的と電磁オッシロとの接続を示す。



第3図 電気標的と電磁オッシロの接続

iv) 電気標的の配置 電気標的の配置は第4図に示すように配置し、高速度カメラの撮影の範囲を拡げる場合には随時取り除いた。おのおの標的の距離は Launcher



第4図

の出口を起点として測定してある。

v) 電気標的の Center 測定 電気標的の center 測定には5部の丸安研究室の方が担当され、トランシットが使用された。トランシットは launcher の後部に鉄板(3点支え)に乗せて center の測定がなされたのであるが左右方向の微動調整が無いために調整に時間を要した。

Launcher の center line の決定は rocket の頭部を Launcher の後端に入れ、トランシットで見ながら rocket の先端に針金の切口の一端が一致するようにセロテープで針金を固定し、しかる後 Launcher の先端に rocket を移動させてこの2点が正確にトランシットの cross wire に一致するようにトランシットを調整した。調整位置が launcher 後端で、しかもすぐ後にコンクリートの壁があったのと、高さが低いために調整に非常に苦勞された。このようにしてトランシットを設定してから標的の center の測定に移った。

標的の center は一番最後の標的(トンネル内)から始め順次手前の標的に及んだ。center が決ると、重垂を center を通る様に下げて垂線を記入し直角定規で水平線を記入した。標的紙に最初から垂直、水平両線を記入しておき、支持枠に取付け、上下、左右に微動する方法も考えなくてはなかつたが、期日に余裕が無かつたので上記の方法を採らざるを得なかつた。

vi) 標的紙の通過穴測定と補修方法 実験中は pencil rocket の発射毎に通過穴を上下、左右に分け大体の位置を測定し記録しておいた。標的紙は0~5mまでは発射ごとに交換し、5m以後は通過穴に薄い紙を張り補修し(5m以後は同じ位置を通過するのが極めて少ない)同時に紙面の切断された銅線を取り除き、その部分だけ新たに銅線を張り替えセメダインで密着しておき、端は隣の銅線にハンド付けたまたはよくねちってセロテープで紙面にとめておいた。

単にねじっただけでは爆発音のために標的紙が振動しオッシログラフ paper には階段波型に不規則な振動が重なって記録がむだになってしまったことが二、三あった。

これを防ぐために、標的に電流を流しておいてから、順次に標的紙をたたいてオッシロに振動波形が現われるかどうかを観察し、振動波形が現われないことを確かめてから実験を行うようにした。実験終了後、標的紙はトレーシングペーパーに通過穴、垂直、水平両線および切断された銅線的位置をトレースしておき、後日データ整理の時、修正するのに便ならしめた。

vii) 標的紙の通過抵抗測定と減速特性 紙の抵抗測定は実際に使用する状態にして

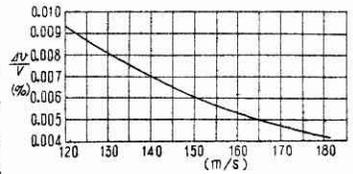
おき、支持棒を水平にし紙面に垂直に pencil rocket (重さ 200 g) を静かに乗せ、尾部に小さなおもりのせてゆき頭部が(円弧の部分)が通過するに必要な重さを測定した。頭部が突抜けた状態でつぎに尾翼が通過するに要する重さを同様に測定した。以上の実験は紙面の数箇所所で測定し平均値を求めた。その値は、頭部 270g, 尾翼 720g であった。

以上の実測の平均値を用いて pencil rocket が標的紙を通過する時の減速を推算し、どの程度速度に影響するかを調べてみた。紙の抵抗を受ける部分は頭部の cone お

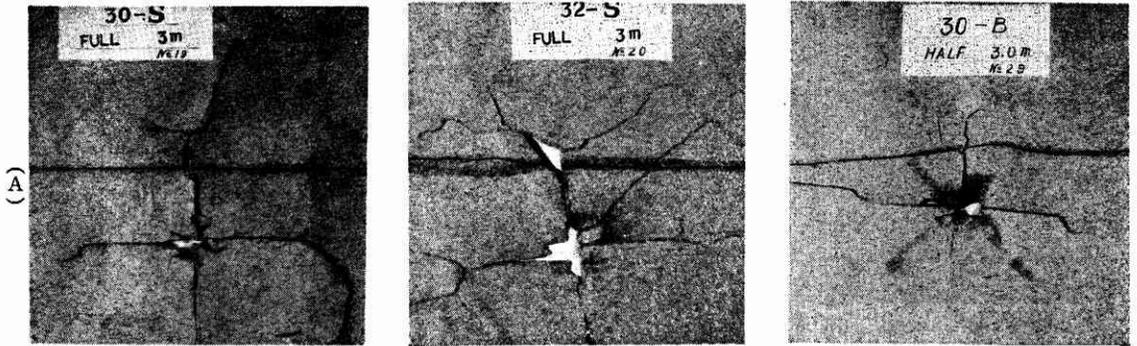
よび尾翼の taper している部分と考えられる。従ってそれらの部分が標的紙を通過する際の時間 Δt が求められ、各部分に

$$\Delta v = \frac{F}{m} \Delta t$$

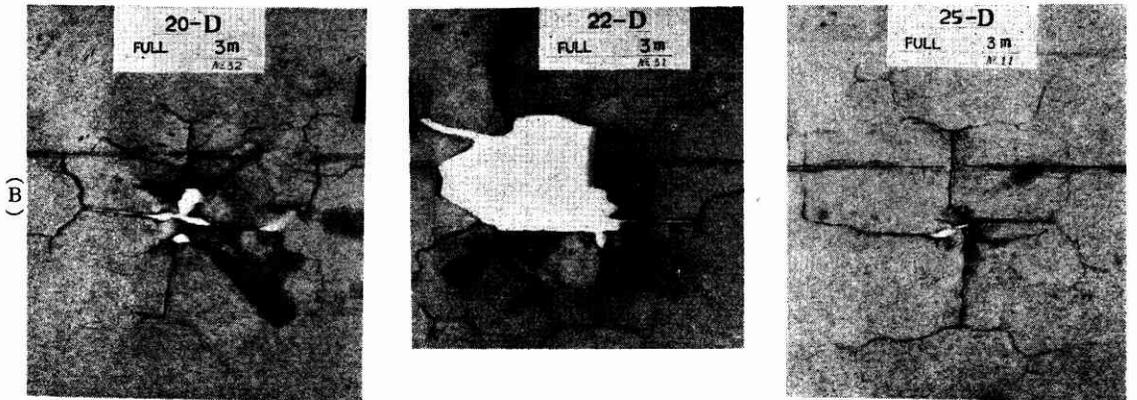
を適用することにより速度減少 Δv を求めることができる。F は紙の抵抗, m は rocket



第 5 図



A図は Cone の部分が steel で尾翼の取付角が 0°, 2°, 5° で、燃料 Full で launcher length 3m から発射した場合。

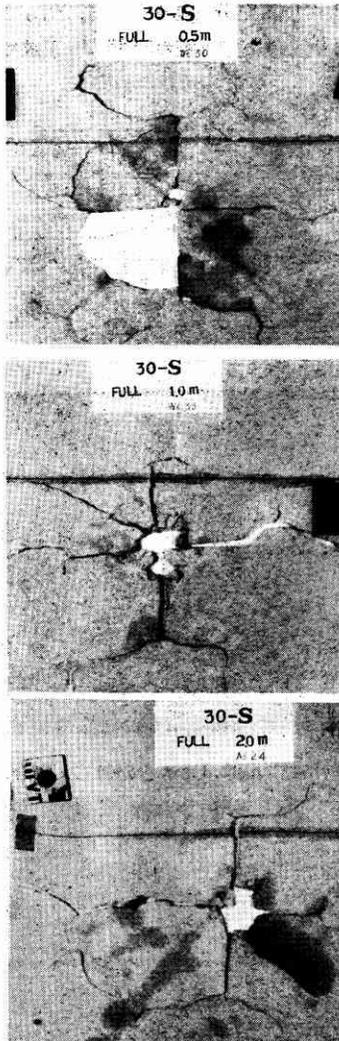


B図は Cone の部分が duralumin で尾翼の取付角 0°, 2°, 5°。燃料 Full で Launcher Length 3m から発射した場合。

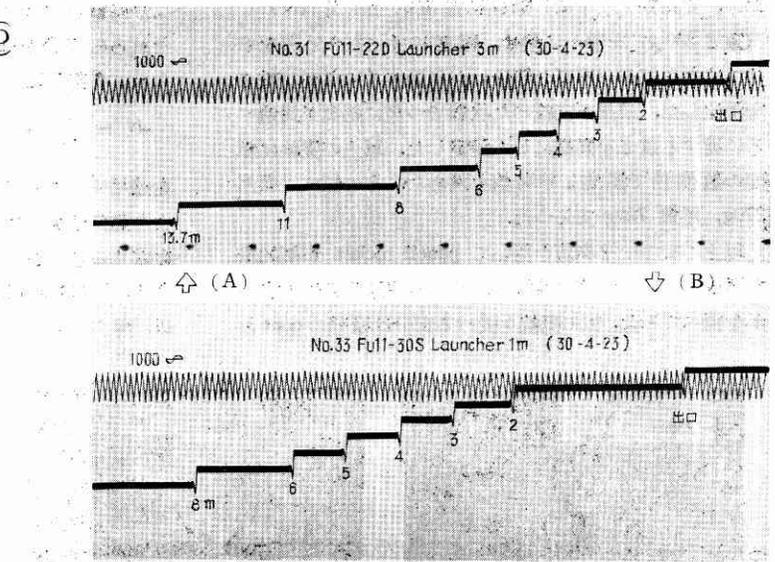


C図は B図の場合と同じ条件、第 6 図 1/2 の場合。

第 6 図



D図は、A図の場合と同じ条件で Launcher length を0.5m, 1m, 2と変えた場合である。



第 7 図

の質量、 $4t$ は抵抗を受ける部分が標的紙を通過する時間、計算結果を第5図に示す。図から明らかのように減速は10個の標的を通過後も大体0.1%の減速で標的による速度減少は無視できることが解かる。

viii) 実験結果

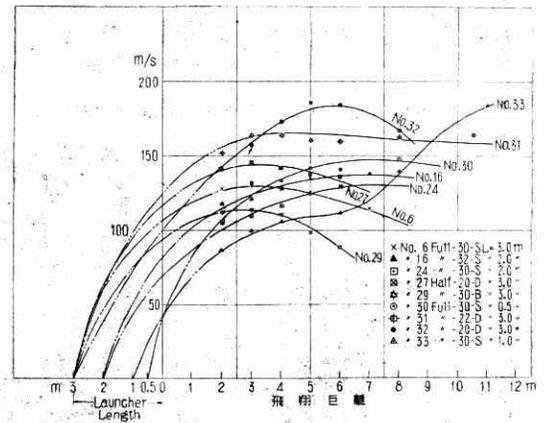
第6図は Launcher の出口における20cm×20cmの標的紙の破壊状態を示す。

第7図は電磁オシログラフの記録で (A) は Full 22-D で launcher length 1m のもの (B) は Full 20-S で launcher length 1m のものの記録である。

第8図は時間と速度との関係を示す。

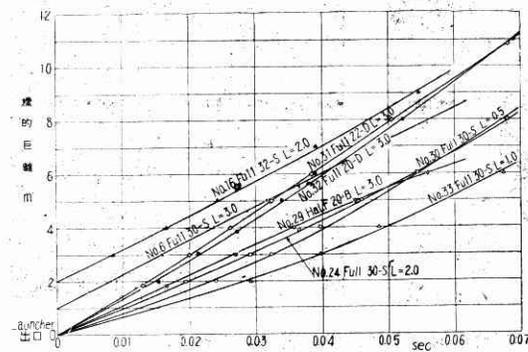
第9図は第8図より曲線の微係数を求めて速度を算出

した曲線を示す。第10図は速度と時間との関係を示す曲線である。

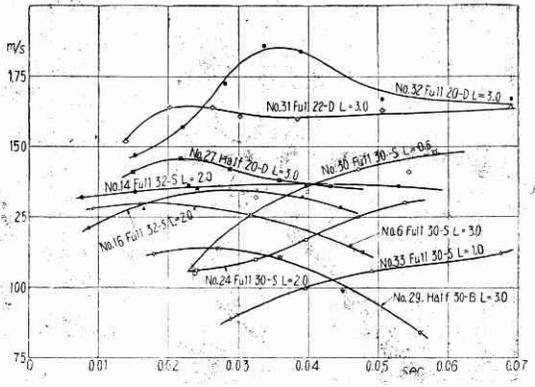


第 9 図

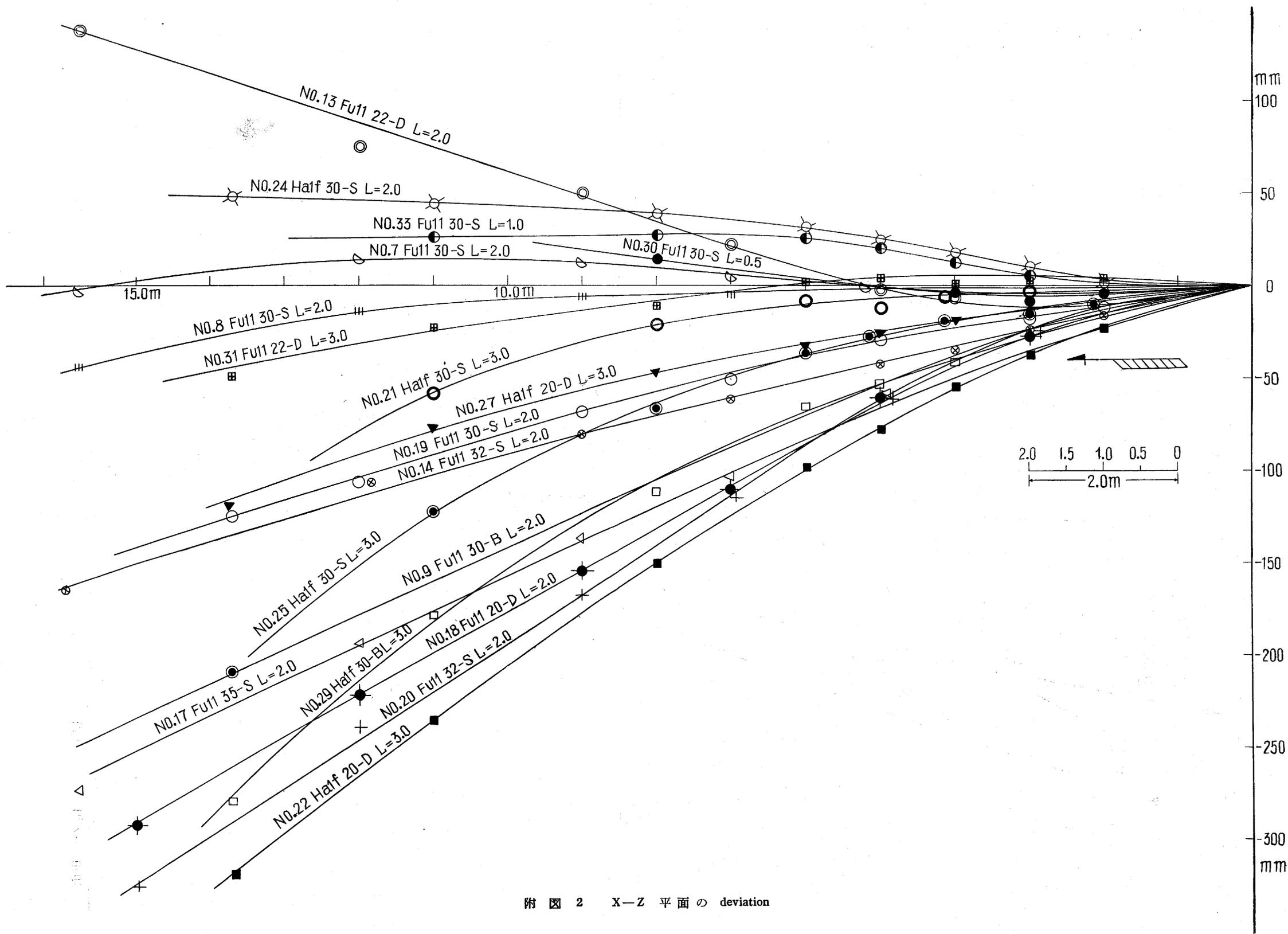
附図-1 (巻末) は X-Y 平面の dispersion を示す。附図-2 (巻末) は X-Z 平面の deviation を示す。附図-1, 附図-2 についての解析はなんらかの機会を得て発表したいと思っている。(1955. 6. 13)



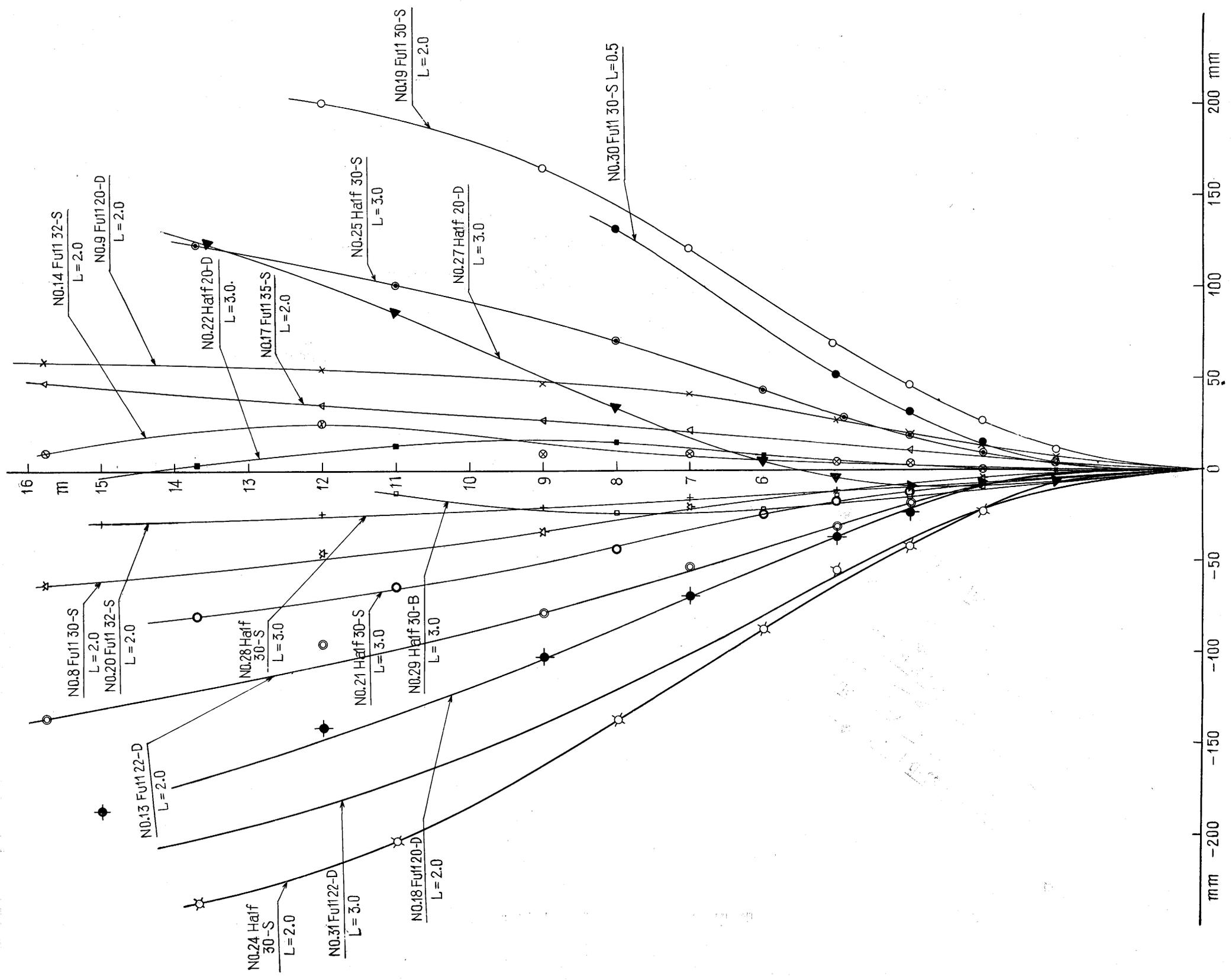
第 8 図



第 10 図



附 图 2 X-Z 平面 の deviation



附圖 1 X-Y 平面 の dispersion