

取扱注意

プラント構造物経年変化調査工事

経年変化時構造物調査

報告書

(S.62.4 ~ S.63.3)



昭和63年 5 月

三菱重工業株式会社

大成建設株式会社

概要

本報告は、S61年5月より継続実施中のT/G架台経年変化調査において、S62年4月からS63年3月までの1年間の調査結果及びT/G架台の今後の健全性等について記したものである。

なお、本調査は、S54年 第2回定検時に、認められた費1号塊発電機の軸と軸受の軸方向間隙の変化に対する原因究明の一環として行われているものであり、S57年5月より開始しているT/G架台伸び計測及び別途実施の構造コンクリート材料調査等の結果、本事象の原因は、架台コンクリートに用いられている骨材のASRによるものとの見解が示されている。

調査結果

1. T/G架台の軸方向伸び

図-1にS62年3月からS63年3月までの1年間のT/G架台 軸方向全長(=50m)の伸び計測結果を示す。同図によれば、T/G架台の伸びはS62年7月に最大値を、S63年3月(第9回定検)に最小値を示しており、季節及び運転停止に伴うT/G架台の温度変化が架台伸びに大きく影響していることが理解される。

図-2は、第1回定検時(S53年6月)を起点とした場合の第9回定検時(S63年3月)までの架台全長に対する伸び推移を各定検時のデータを基に、温度補正を加えマクロ的に見たものである。同図によれば、海側と山側の平均値で見れば、ほぼ直線的に漸増の傾向を示した第1回定検時(S53年6月)から第8回定検時(S61年11月)の間に比し、第8回定検時(S61年11月)から第9回定検時(S63年3月)の間は幾分その増加割合が減少している。

2. 鉄筋応力

(1) 主筋

図-3に鉄筋切断時(S61年5月)から第9回定検時(S63年3月)までの主筋の存在応力計測結果を示す。同図によれば、各主筋の存在応力は、季節的な変動はあるが、全体的には漸増の傾向を示し、切断時(S61年5月)より420~530 kg/cm²(18.4~23.2kg/cm²/月)増加している。ただし、いずれの主筋の応力も公称降伏応力(=3500kg/cm²)以下である。

(2) あばら筋

図-4~6に各あばら筋の計測開始時(S61年6月~12月)から第9回定検時(S63年3月)までのあばら筋の存在応力計測結果を示す。同図によれば、各あばら筋の引張存在応力は、GEN部をのぞいて漸増している。GEN部においてはS62年5月頃を境に2本のあばら筋の存在応力はまったく正反対の変化を示し、それぞれ圧縮応力、引張応力の急激な増加が生じている。なお、HP部においては2本のあばら筋中、1本が、側面部においては、4本中2本が公称降伏応力を越えている。

3. コンクリート温度

各部の温度とも、外気の季節変動及び、定検とに対応して変化しており、S62年4月からS63年3月の1年間ではS62年8月に最高温度(架台:42~47℃、マット:24~30℃)を示し、S63年3月の第9回定検時に最低温度(架台:15~16℃、マット:14~18℃)を示した。

4. T/G架台コンクリートのクラック発生状況

図-7に、第9回定検時(S63年3月)において、本T/G架台に発生しているクラックの状況を示す。図中の波線で囲んだ部分は、第9回定検時(S63年3月)において、新たなクラックが発見されたこと、あるいは、前回定検時(S61年11月)までに発見されたクラックの成長が認められたことを示す。同図によれば、クラックの新たな発生あるいは成長が認められた場所は梁と柱の接合部に集中している。

考 察

1. 鉄筋発生応力について

前回の報告書（S62年7月）でも述べた通り、T/G架台操作床梁部の主筋及びあばら筋には、いずれも設計計算値に比して極めて高い応力の存在が認められ、この原因については本調査工事の一環として別途実施したT/G架台各部のコンクリート反応性調査の結果より、T/G架台各部のコンクリートの内、T/G架台操作床の各部コンクリートにASRが生じているためと断定し得るに至った。ところで、第8回定検時（S61年11月）から第9回定検時（S63年3月）までの間のT/G架台伸びに着目すると、第8回定検時（S61年11月）まで、ほぼ直線的に漸増してきたことに比較して、その増加の割合が減少している。しかし、この架台伸び挙動の傾向に反し、主筋の存在応力の漸増傾向は変化しておらず、また、あばら筋においても同様な傾向が見られること等を考慮すると、必ずしもASRが緩和状態に近づいているとは言えない。

また、架台の伸び率の低下は過去においても認められており（第6回～第7回定検）その後、再び架台の伸び率が上昇したことからも、今回の結果だけでASRの緩和について判断することはできない。さらに、GEN部のあばら筋に見られるように、同位置の2本のあばら筋の存在応力が、まったく反対の変化を示し、一方は引張応力が、他方は圧縮応力が発生しており、しかもその値は急激に増加している。現在あばら筋に対し実施中のひずみ測定の結果は、鉄筋計を用いた主筋の場合に比して必ずしも同等のレベルとは言えないものの、上述の如き挙動はコンクリート内部での応力再配分の進行を示しているものとも解釈され、ASRは今後も進行すると考えた方が妥当であると思われる。

2. T/G架台の健全性について

これまで実施の諸検討の結果、本T/G架台の伸長の原因はASRによるものであることが明らかになった。そのため、本T/G架台の健全性を評価する場合、ASRが発生したRC部材の耐力について十分に検討する必要がある。

ASRが発生したRC部材の耐力については、添付-2に示すように既存の文献から通常用いられるコンクリート圧縮強度範囲のRC構造であれば、ASRにより膨張を生じるコンクリートが、それを拘束する鉄筋により圧縮することはあり得ないこと、又、ASRの発生に伴いケミカルプレストレスを受けたRCの単

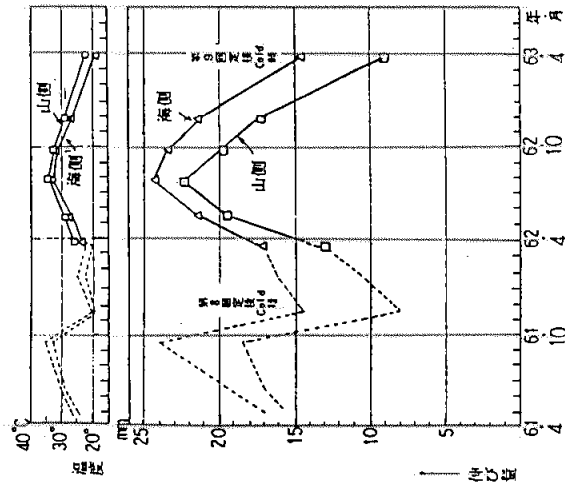
体部材は、そのレベルが概略5～50kg/cm²の範囲においては、保有耐荷特性の観点からは特に大きな問題はないこと等が明らかである。

しかしながら、上記の見解は、単体のRC部材に対してのみ言えるものであり、RCララーメン構造体として見た場合、必ずしも健全であるとは言えない。すなわち、RCララーメン構造体の部材にASRが生じると、その部材はASRによって部材軸方向に伸長し、そのためにRCララーメン構造体に2次応力の発生をもたらす。従って、その一部にASRを生じている部材を有するRCララーメン構造の健全性を検討する場合にはこの2次応力の影響を明白にしなければならぬ。そこで添付-2に示すように本T/G架台に対し、コンクリートのクリープ効果のみを考慮した等価線形解析による試計算を実施した。その結果によると予想最終伸び73.4mmの状態下において、特に、EX・GEN側及びH/P側の部材には保有耐力の観点から厳しい状況が見られ、将来的に、本T/G架台に対し、ASRによる2次応力が非常に大きな影響を与える可能性のあることが明らかになった。また、本T/G架台のクラック発生状況からも、第8回定検（S61年11月）から第9回定検（S63年3月）の間に、柱と梁の接合部においてクラックの生長あるいは新しいクラックの発生が認められており、柱と梁の接合部の応力状態が徐々に厳しくなりつつあるものと推定される。

なお、添付-1に示すようにS63年4月に客先殿にて測定された本T/G架台の振動計測結果によれば、本1号T/G架台の振動は、2号T/G架台に比較して非常に大きい部分があり、また、南側、山側で振動の大きさが大きく異なっていること等、あまり好ましくない状況にある。

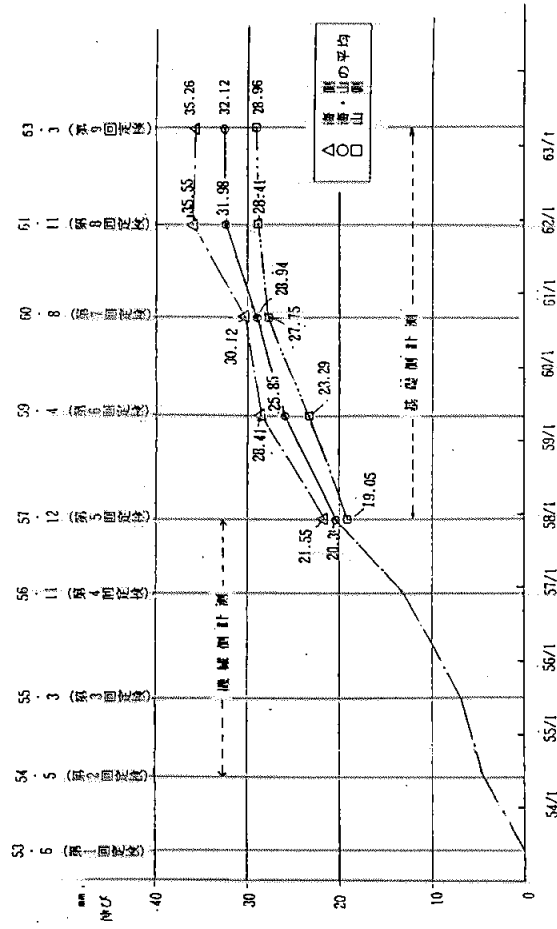
上記の如き諸点を踏まえ、本構造物の重要性を鑑みたとき、このままの状態では、タービン・発電機の機械側において定検時に必要な諸処置を取ることが勿論のこと、架台の健全性に關し今後の架台伸長とRCララーメン構造としての保有耐力との関係をより詳細に把握することが重要である。このような観点から添付-2に示すRCララーメン構造としての挙動をより厳密に評価し得る解析の実施を提案するとともに、解析のみでは評価が困難な局部構造の異常挙動把握のため架台鉄筋ひずみ計測における計測点の追加、光波測定法による架台軸直交方向の伸び計測、架台の振動性状調査等を実施挙動の監視強化策として提案する。

以上



※ 伸び量はS.57年5月を基準とする。

図-1 T/G架台軸方向伸び(温度補正なし)



※ 伸び量はS.53年6月を基準とする。

図-2 T/G架台軸方向伸び(温度補正あり)

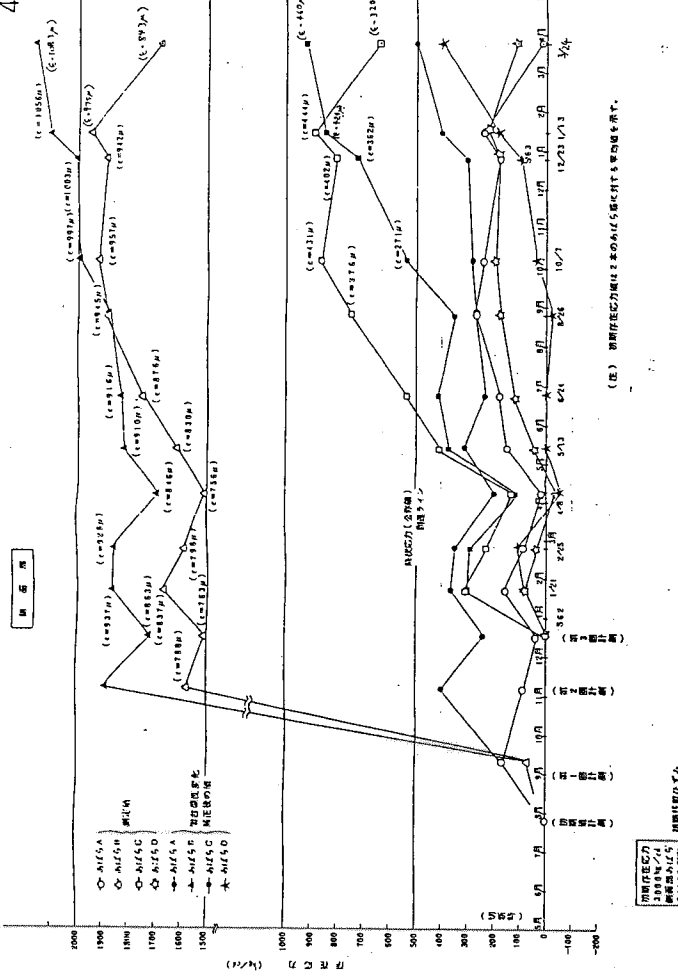


図-5 あばら筋存在応力(側面部)

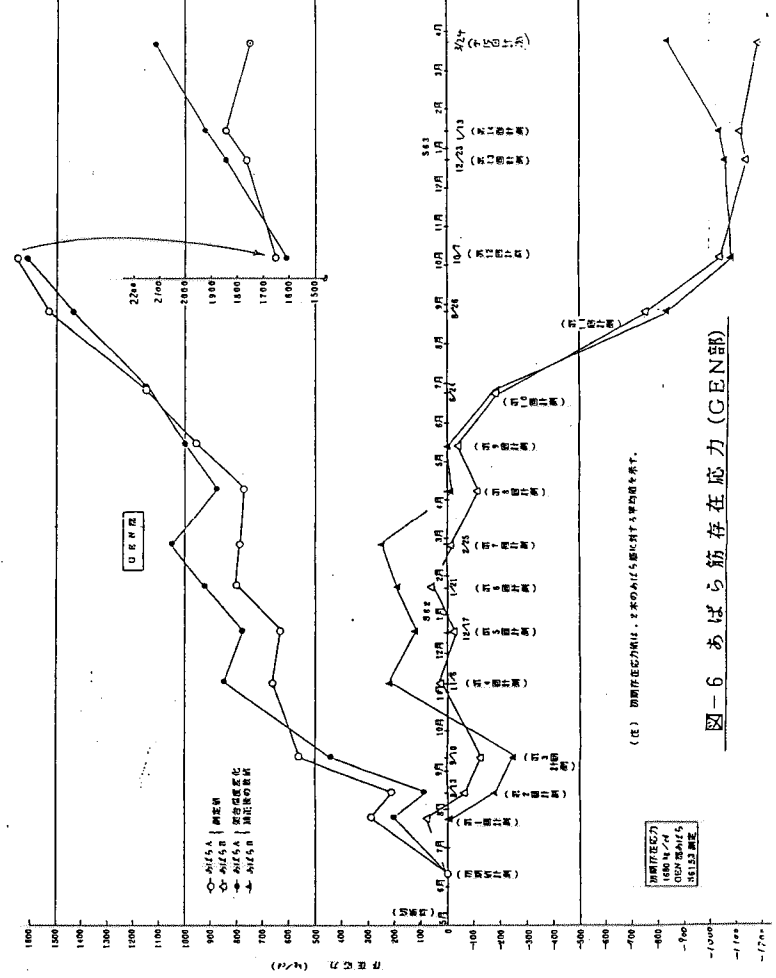


図-6 あばら筋存在応力(GEN部)

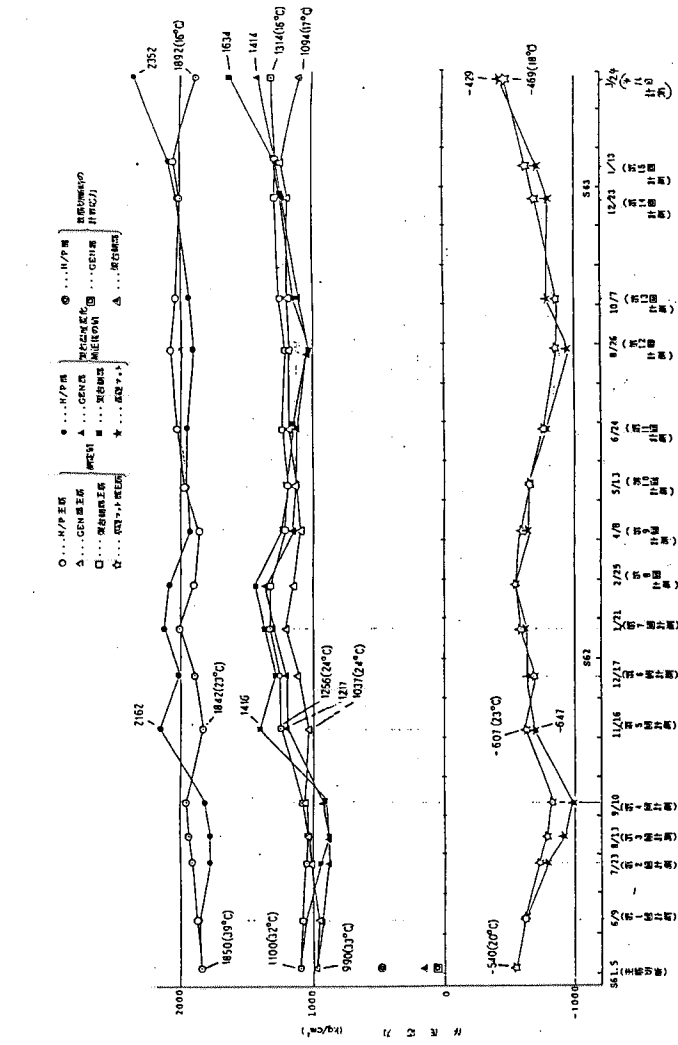


図-3 主筋存在応力

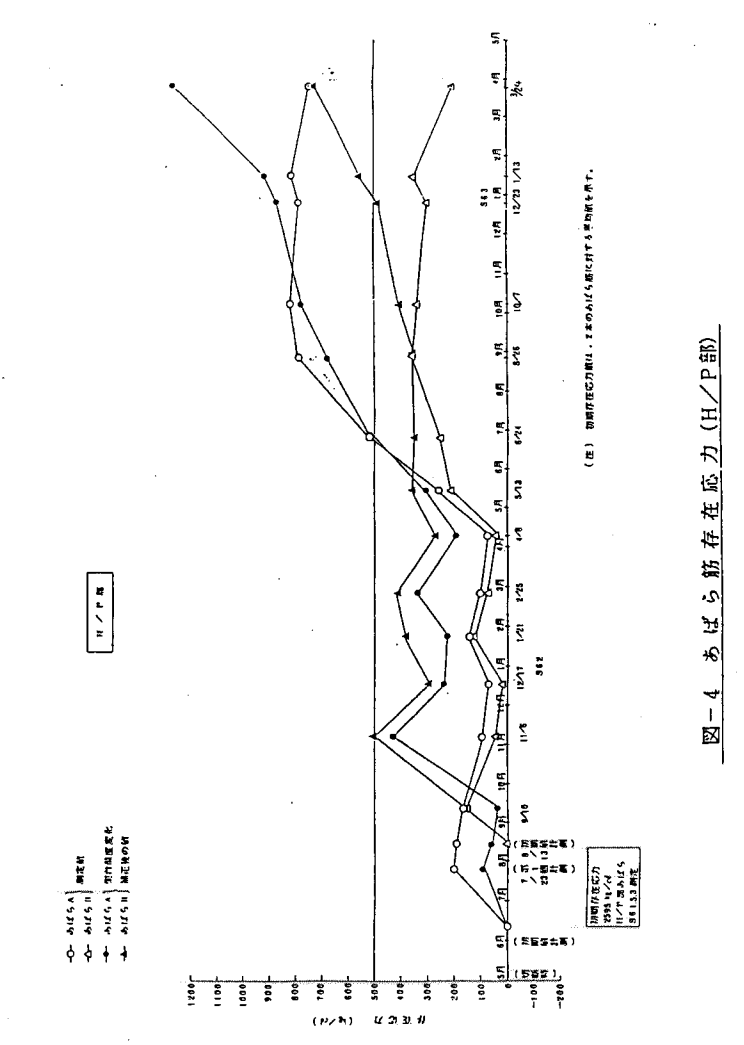


図-4 あばら筋存在応力(H/P部)

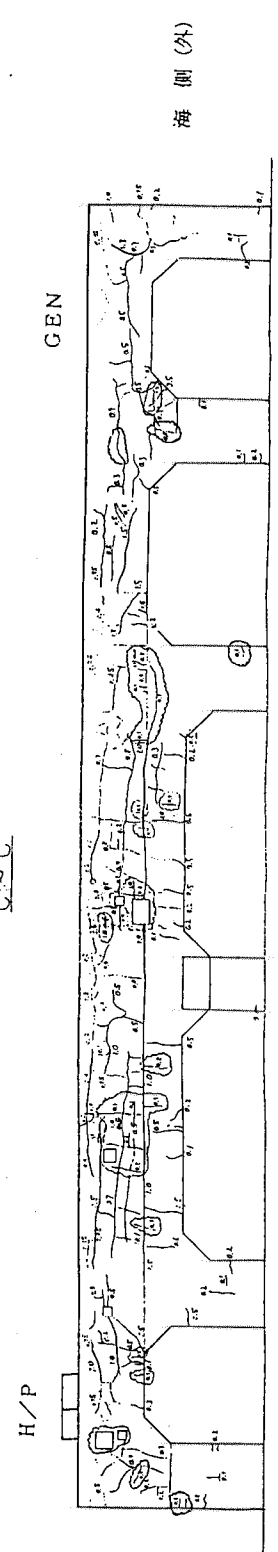
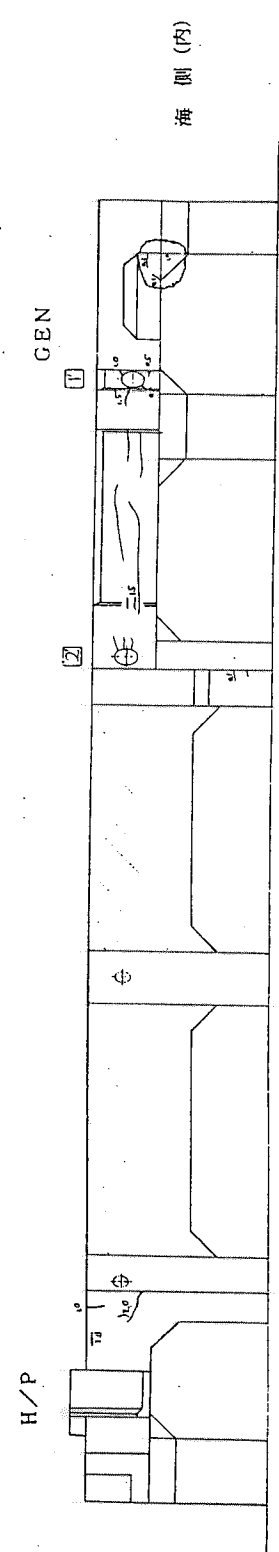
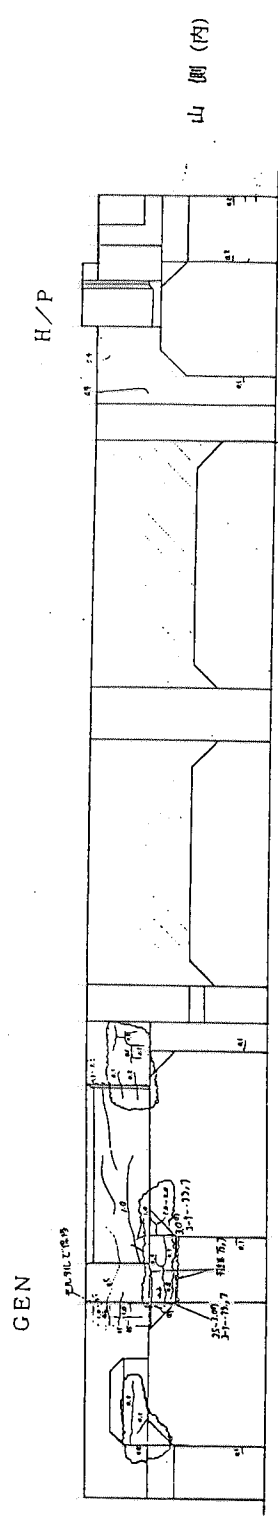
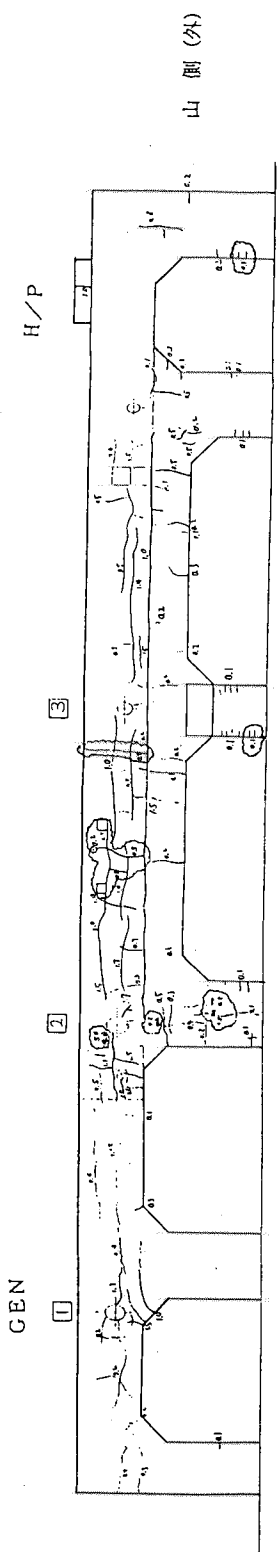


図-7 クラック発生状況 (S.63年3月現在)

添 付 一 1

T / G 架台振動測定結果

T / G 架台振動測定結果 (S63年4月 客先殿にて測定)

1. T / G 架台振動基準

T / G 架台に対する基準は現在、公に認められているものは存在しないが、参考までに、英国の土木建築技術分野で使用されているコンクリート構造物の振動評価基準（基準A）及び、三菱重工 振動基準案（基準B）を示す。ただし、これらの基準に照らし、評価が低くなった場合であっても、これはあくまでも目安の域を出ず、必ずしも構造的あるいは、機器の運転面に問題が生じるというものではない。

2. 振動測定結果

振動測定結果を図-1に示す。同図によれば1号の振動測定値は2号に比較して、4倍程度大きくなっており、また、海側、山側で測定値が大きく異なっている。

1号の測定値（最大 $28.5\mu\text{m}$ ）を上記振動基準（案）で評価すると、構造物の耐久性を基にしている基準Aでは No Structural Damage（ $0\sim 34\mu\text{m}$ ）のランクになるが、人間の感受性を基にしている基準Bでは、ランクC（ $13\sim 30\mu\text{m}$ ）となり、機械基礎としてあまり好ましいものとは言えない。

振動基準 A

英国の土木建築技術分野で使用されているコンクリート構造物の振動評価値を例示する。回転機架台に適用できる。

1. 振動の強さ (Vibrar Unit of Intensity)

振動数と振幅から図1により「振動の強さ」(Vibrar) を読みとる。

表1 が損傷の程度を表わす。

2. Zeller Scale

加速度、Vibrar、Zeller Scale そして振動感覚評価の関係を表2 に示す。

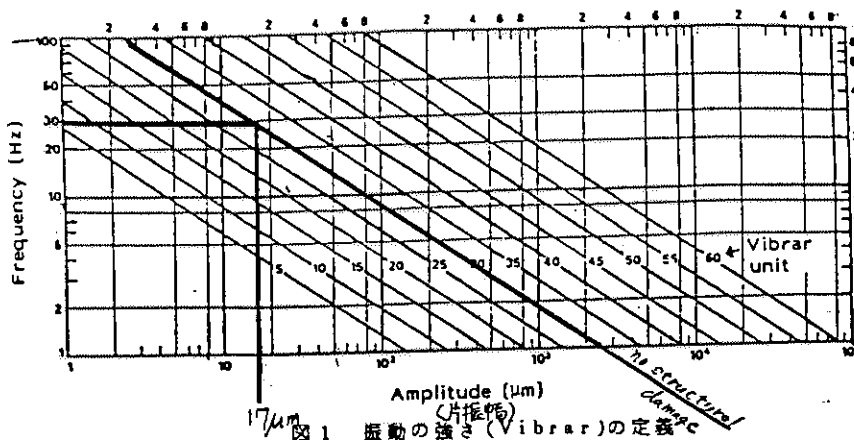


表1 振動の強さの評価 (Vibrar Scale)

Assessment of damage on vibrar scale	
Strength (vibrar)	Possible damage
below 10	no structural damage
10-40	light damage (for example cracking in rendering or plaster)
40-50	severe damage (for example cracks in load-bearing walls)
50-60	destruction of buildings

2. 振動基準

振動基準 B

ISOには軸受台の振動基準はあるが、架台に関する基準はまだ決められていない。当社では図2のように、実績と人体感受性データを参考にして架台の振動基準案を定めている。ケーシング振動に対しては、低調位形鋼製架台の値が目安になる。

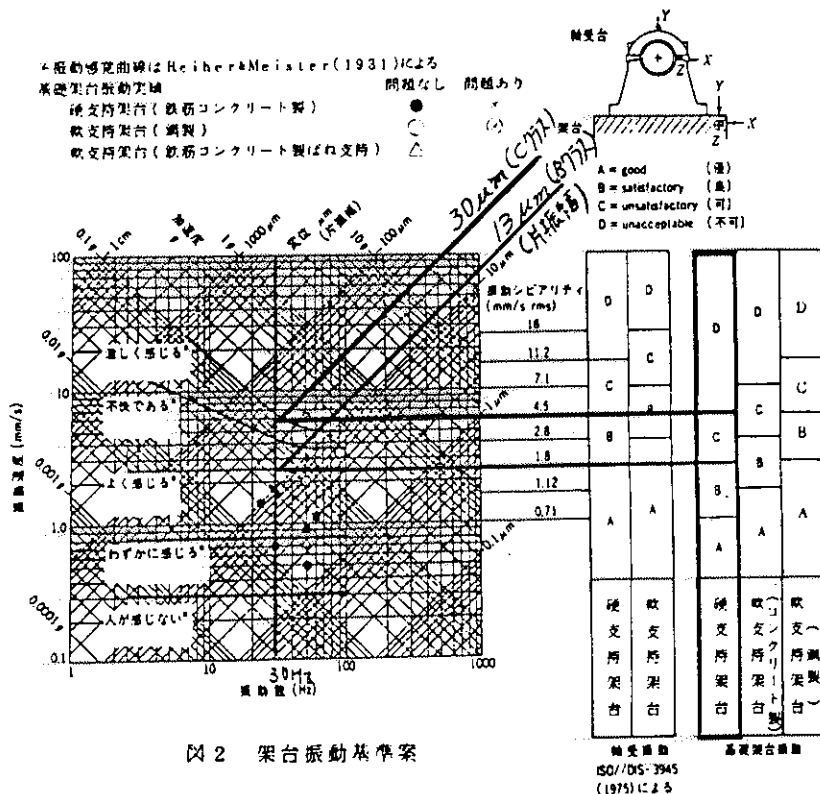
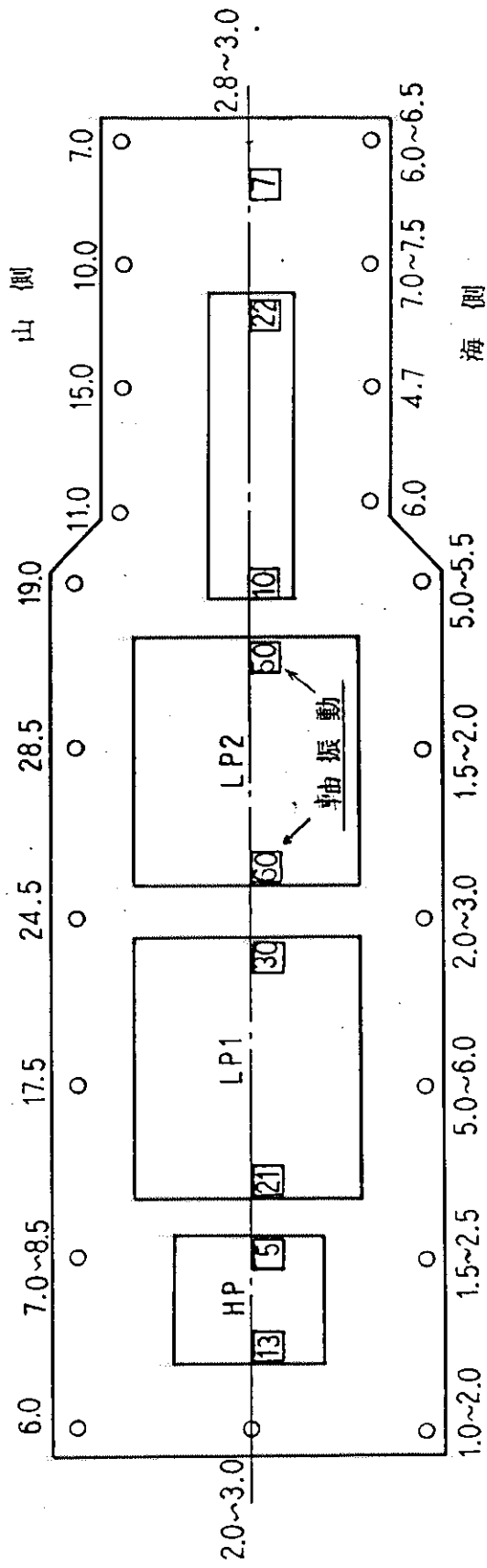


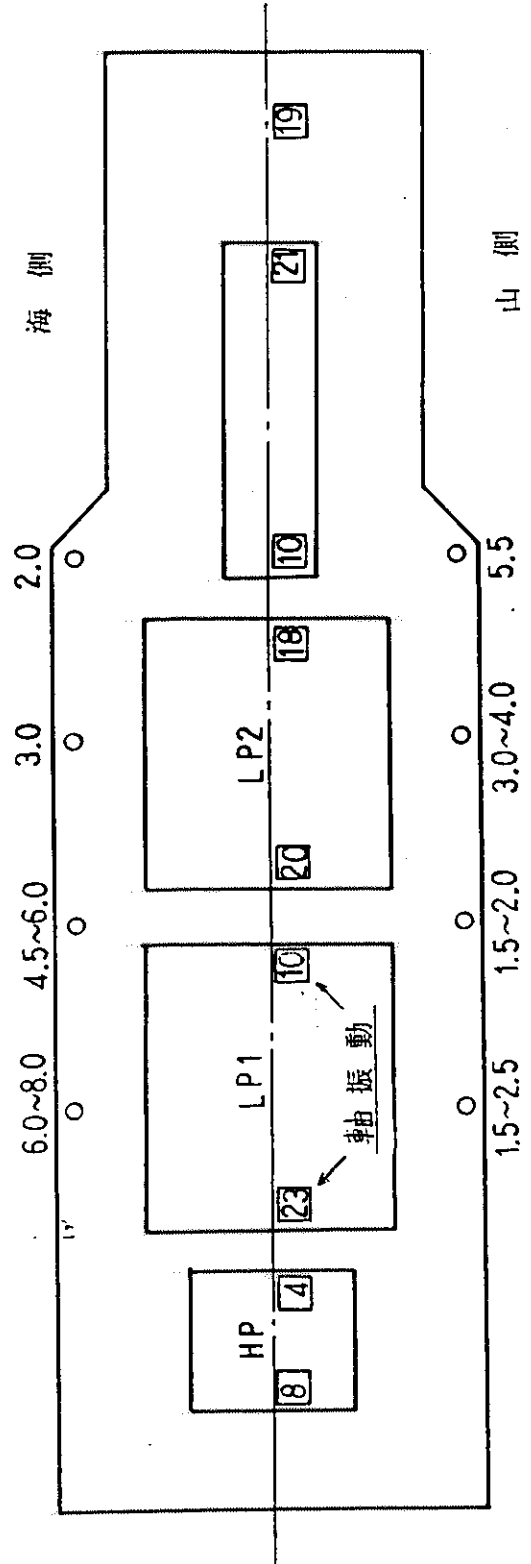
図2 架台振動基準案

図-1 T / G 架台振動測定結果 (両振幅)

(単位 ; μm)



1号タービン



2号タービン

添 付 ー 2

T/G 架台の構造健全性について

1. 概 要

これまで実施の諸検討の結果、本架台伸長の原因がA S Rによるものであることが明らかになった。このため、タービン・発電機の運転を今後とも支障なく確保して行くためには、定検毎の配管を含めた機械側における各種点検及び必要処置の実施、並びに、架台構造としての健全性確認のため、架台各部の急変挙動の監視を目的とした架台変形、鉄筋応力の継続的計測実施が不可欠である。しかしながら、現状実施の計測項目、計測点の範囲のみからでは、架台伸長に伴う架台構造耐力の変化についての十分な知見は得られていない。

このため既存の文献調査あるいは試算を通じ、架台構造の耐力についての検討を行なった結果、予想最終伸びの状態下においては、E X・G E側及びH/P側のR Cラーメン構造が保有耐力の観点から、厳しい状態になる可能性のあることが判明した。そこで、本架台の伸長に伴う健全性確保の観点から今後その実施が急務と考えられる諸項目についての提案を行なったものである。

2. A S R発生部材の耐力について

R C部材のコンクリートがA S Rにより膨張した場合、鉄筋が膨張を拘束するため、鉄筋には引張ひずみが、又、コンクリートには圧縮ひずみが発生する。このような状況下に置かれたR C部材あるいは、本架台構造の様に、A S Rを生じている部材を一部に有するラーメン構造に対し、保有耐荷特性の観点から懸念される事項は、

- (i) 鉄筋の拘束効果により、部材コンクリートに作用する圧縮応力度が大きくなり圧壊を生じる。
- (ii) コンクリートの膨張に伴う鉄筋引張ひずみが大きくなり、特にその値が降伏ひずみを超える様な場合、部材としての保有曲げ耐力、あるいは保有せん断耐力が低下する。
- (iii) ラーメン構造の一部にA S R発生部材が存在する場合、A S R発生部材からの伸びに伴う強制変形により、A S R発生部材と健全部材との取り合い部、あるいは健全部材への作用力が増加し、本来R Cラーメン構造として保有していた耐荷力が低下する。

等である。

前記 (i)~(iii) に関し、関連文献のデータ等に基づいた検討、あるいは試計算による検討結果を以下に記す。

2.1 コンクリートの圧壊について

コンクリートの膨張を拘束する鉄筋量が多いほど、鉄筋の拘束効果によるコンクリート圧縮応力度は増大するが、この膨張による鉄筋応力が降伏点に達するとこれ以上の膨張による鉄筋応力の増加はわずかである。従って、鉄筋からコンクリートに作用する圧縮力を考える際の鉄筋引張力を、その降伏点到達時を上限とすれば、この状態における断面内コンクリートの平均圧縮応力度 σ_c は(1)式で求まる。

$$\sigma_c = \sigma_y \times P / (1 - P) \quad (\text{kg/cm}^2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 σ_y ; 鉄筋降伏応力度 (kg/cm²)

P ; 鉄筋比 (%) (= P_t + P_c')

P_t ; 引張鉄筋比 (%)

P_c' ; 圧縮鉄筋比

通常のコンクリート構造物で用いられる鉄筋量は、最大4%程度の鉄筋比までである。又、鉄筋降伏応力度については、最も多く用いられているSD材について見ると各クラスの規格最大降伏点(又は、0.2%耐力)はSD30B, SD35, SD40, SD50でそれぞれ40, 45, 52, 64 kg/mm²となっている。

上述の鉄筋比の範囲に対し、鉄筋材質をパラメータに(1)式によりコンクリートの圧縮応力度を算定した結果を図1に示す。同図に示す如く、通常用いられるコンクリートの実圧縮強度の範囲が略250~400 kg/cm²程度であることを考慮すれば、ASRにより膨張を生じるコンクリートが、それを拘束する鉄筋により圧壊し、鉄筋コンクリート構造としての機能を喪失することはまず、あり得ないものと考えられる。

2.2 鉄筋コンクリート単体部材としての保有耐力の低下について

ASRを生じた鉄筋コンクリートの単体部材としての耐力に着目した研究事例としては、文献1)~4)等が発表されている。これら文献で検討対象としている試験体のうち、荷重載荷直前における軸方向鉄筋によるコンクリートの膨張拘束ひずみレベルが推定し得る試験体で、同一の形状・寸法、配筋量(鉄筋比、あばら筋比)のASRの発生のない部材との耐力比較が可能な試験体を選定し、その耐力についての実験結果を整理し、結果を図2.1及び図2.2に示した。

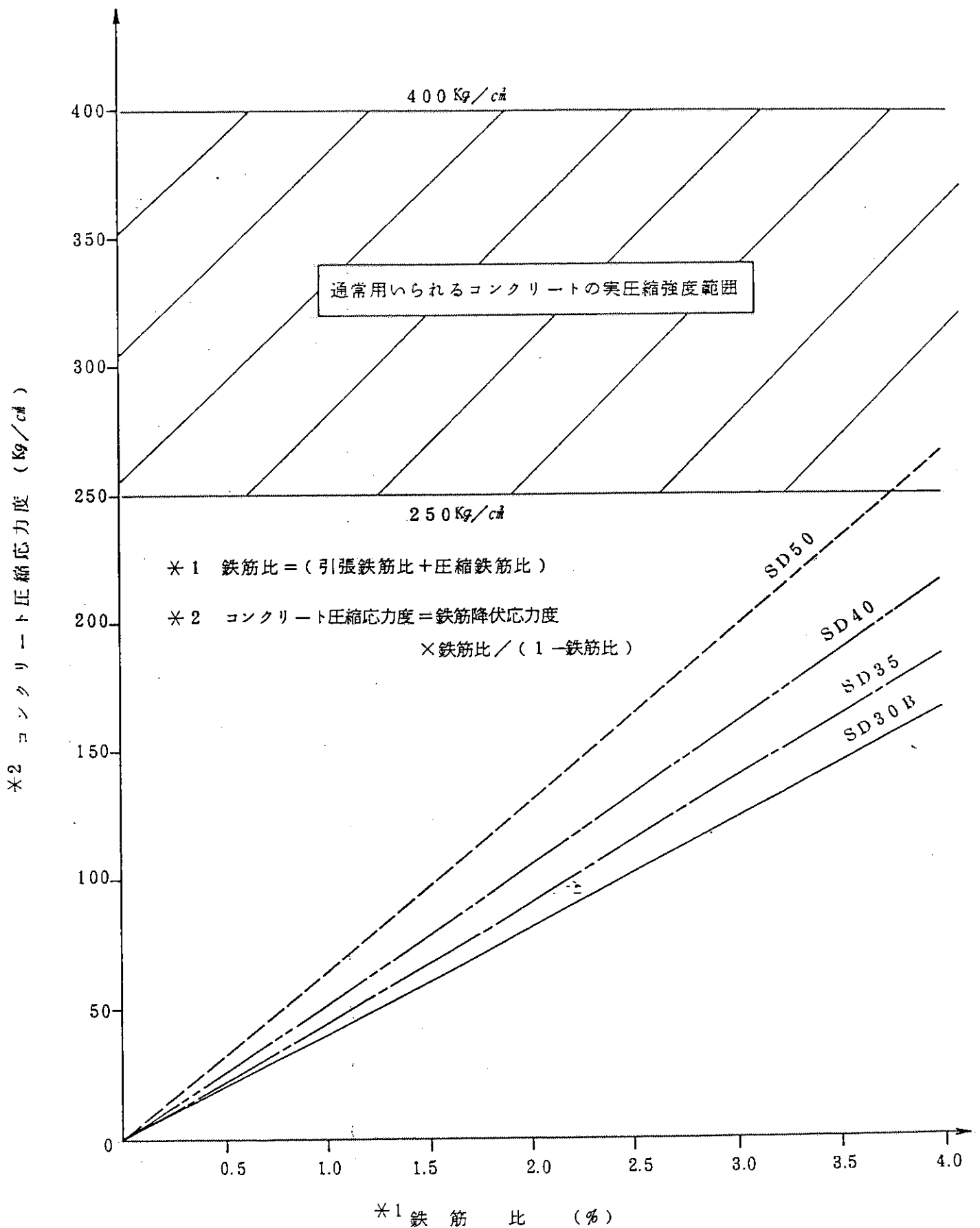


図1. 断面鉄筋量とコンクリート圧縮応力度の関係

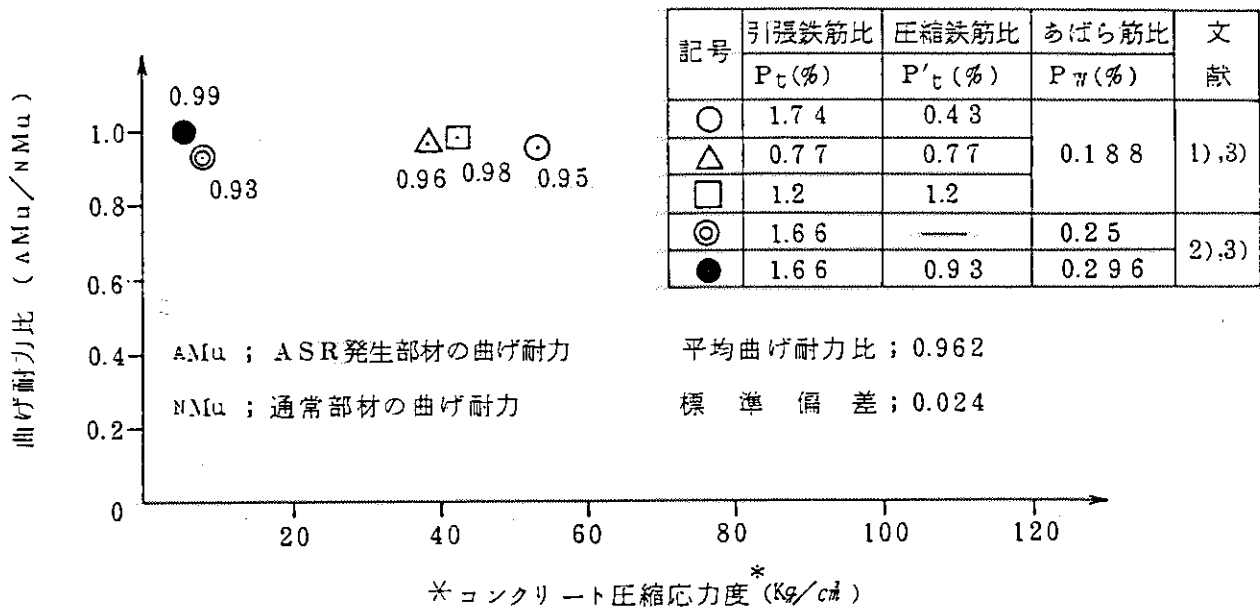


図 2.1 曲げ耐力比とコンクリート圧縮応力度の関係

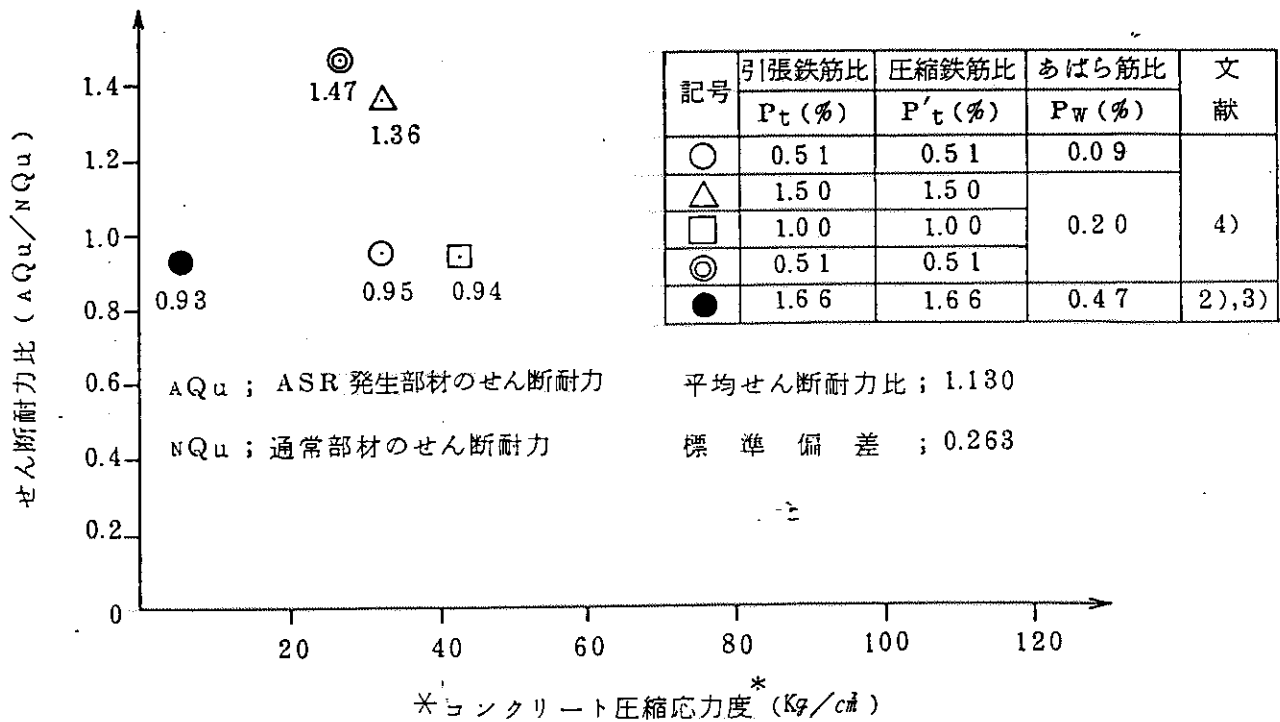


図 2.2 せん断耐力比とコンクリート圧縮応力度の関係

注) * ; (コンクリート圧縮応力度) = $R_{\text{平均}} \times E_s \times P_{t+t'} / (1 - P_{t+t'})$

ただし, $R_{\text{平均}}$; ASRによる引張鉄筋と圧縮鉄筋との平均引張ひずみ

E_s ; 鉄筋ヤング率 (= 2.1×10^6 Kg/cm²)

$P_{t+t'}$; 鉄筋比 (=引張鉄筋比 + 圧縮鉄筋比)

これらの図において、横軸は荷重載荷の直前に鉄筋の軸方向膨張拘束効果による、(2)式で算定されるコンクリート中の初期圧縮応力度 σ_c を示す。

$$\sigma_c = r \in \text{平均} \times E_s \times P / (1 - P) \quad (\text{kg/cm}^2) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 $r \in \text{平均}$ ； 荷重載荷直前のASRによる引張鉄筋と圧縮鉄筋に作用している引張ひずみの平均値 ($\times 10^{-6}$)

E_s ； 鉄筋のヤング率 ($= 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ と仮定)

P ； 鉄筋比 (%) ($= P_t + P_t'$)

P_t ； 引張鉄筋比 (%)

P_t' ； 圧縮鉄筋比 (%)

縦軸は、ASR発生部材の通常部材に対する耐力比であり、図2.1、図2.2は、それぞれその最終状態が曲げ破壊及びせん断破壊で支配されたものを示している。

図2.1によれば、曲げ耐力比はコンクリートの初期圧縮応力度の範囲、約5～55kg/cm²の間で最低値が0.93、最大値が0.99とほぼ一定レベルにある。一方、せん断耐力比についてみると、約5～45kg/cm²の初期コンクリート圧縮応力度の範囲において、最低値が0.93、最大値が1.47となっており、そのばらつきは曲げ耐力比に比較すれば大きい。

以上より、ASRの発生に伴い、鉄筋の拘束により発生するコンクリートの初期圧縮応力、即ち、ケミカルプレストレスのレベルが概略5～50kg/cm²の範囲内においては、ASRを生じた部材の耐力は通常部材に比し、曲げ耐力並びにせん断応力ともその低下があってもわずかであり、部材レベルで見た場合、保有耐荷特性の観点からは、特に大きな問題はないものと考えられる。

尚、上記検討対象試験体の配筋量の範囲では、主筋あるいはあばら筋量の多少による耐力への影響はほとんど見受けられない。

2.3 RCラーメン構造物としての保有耐力の低下について

現在検討対象としているT/G架台は、柱、梁及び版で構成されたRCラーメン構造物であるが、一部梁部材にASRが発生することにより、設計上考慮された荷重以外に梁部材には軸圧縮力が、又、柱部材には水平力が作用することになり、隅角部等では非常に複雑な応力状態となることが予想される。ところで、この様なASRによる影響をも加味したRCラーメン構造の挙動を論じた既公表の論文等については現状までのところ皆無である。

そこで、ここでは本T/G架台に対し、設計荷重に加えASRによる架台テーブルデッキ部材の伸びを考慮した場合のラーメン構造としての挙動を弾性計算により検討した。(解析の詳細については APPENDIX 1 参照)

表1 荷重組み合わせ

ケース	荷重の組み合わせ	解析結果
1	長期荷重	図3.1, 3.7
2	短期荷重	図3.2, 3.8
3	長期荷重 + 架台伸び (*1) (31.98 mm)	図3.3, 3.9
4	短期荷重 + 架台伸び (*1) (31.98 mm)	図3.4, 3.10
5	長期荷重 + 架台伸び (*2) (73.40 mm)	図3.5, 3.11
6	短期荷重 + 架台伸び (*2) (73.40 mm)	図3.6, 3.12
*1 架台建設時より#8定検 (S61.11) 時までの間の架台全長伸び *2 コアサンプルによる自由膨張データを基に、鉄筋の伸び拘束効果を考慮した50m架台全長に対する伸びを予測しこれを*1の伸びに加えた最終予測伸び		

図3.1～図3.6及び図3.7～図3.12にそれぞれ表1に示す荷重状態時の各部発生曲げモーメント及びせん断力をA I J R C規準に基づく許容耐力，並びに，A I J指針に基づく終局耐力と併記して示す。

これらの結果より，以下の事項が解る。

- (i) 架台伸び 31.98mmのレベルでは，短期荷重との組み合わせ時に，H/P側の柱8-1_上に終局耐力を越える曲げモーメントの発生が認められるが(図3.4)，せん断力については，いずれの部位も終局耐力以下の値となっている(図3.9，図3.10)。
- (ii) 予測最終伸び73.4mmのレベルでは，長期荷重との組み合わせ時にはEX・GE側の柱(8-1_上，7-1_上)及び梁(1G1A，2G1A)，並びにH/P側の柱(4-1_上，3-1_下，3-1_上)に終局耐力を越える曲げモーメントの発生が認められるが(図3.5)，せん断力については，いずれの部位も終局耐力以下の値となっている(図3.11)。

又，短期荷重との組み合わせ時には，同じく，EX・GE側の柱(8-1_上)及び梁(1G1A，2G1A)，並びにH/P側の全ての柱(4-1_下，4-1_上，3-1_下，3-1_上)及び梁(2G1E)に終局耐力を越える曲げモーメントの発生が認められるが(図3.6)，せん断力については，いずれの部位も終局耐力以下の値となっている(図3.12)。

上記検討における終局耐力はA I Jの指針“建築耐震設計における保有耐力と変形性能”によっているが，以下にせん断力終局耐力に関し，ACI 318-83に基づく検討の結果を示す。

図3.13，図3.14に予測最終伸び(73.4mm)のレベルにおける長期荷重及び短期荷重との組み合わせ状態における各部材の終局耐力を示す。同図において□を記した部材は，その発生せん断力が終局耐力を越えていることを示している。

これらの解析結果によれば，

- (i) 長期荷重との組み合わせにおいては，EX・GE側の柱(8-1_上，7-1_下，7-1_上)及び梁(1G1A，1G1B)がせん断力についての終局耐力を越えている。
- (ii) 短期荷重との組み合わせにおいても，同じく，EX・GE側の柱(8-1_上，7-1_上)及び梁(1G1A)がせん断力についての終局耐力を越えている。

単位 ton·m

1:1000 ton·m

CASE 1 長期

▲印は終局強度を示す
○印は許容耐力を示す(長期)

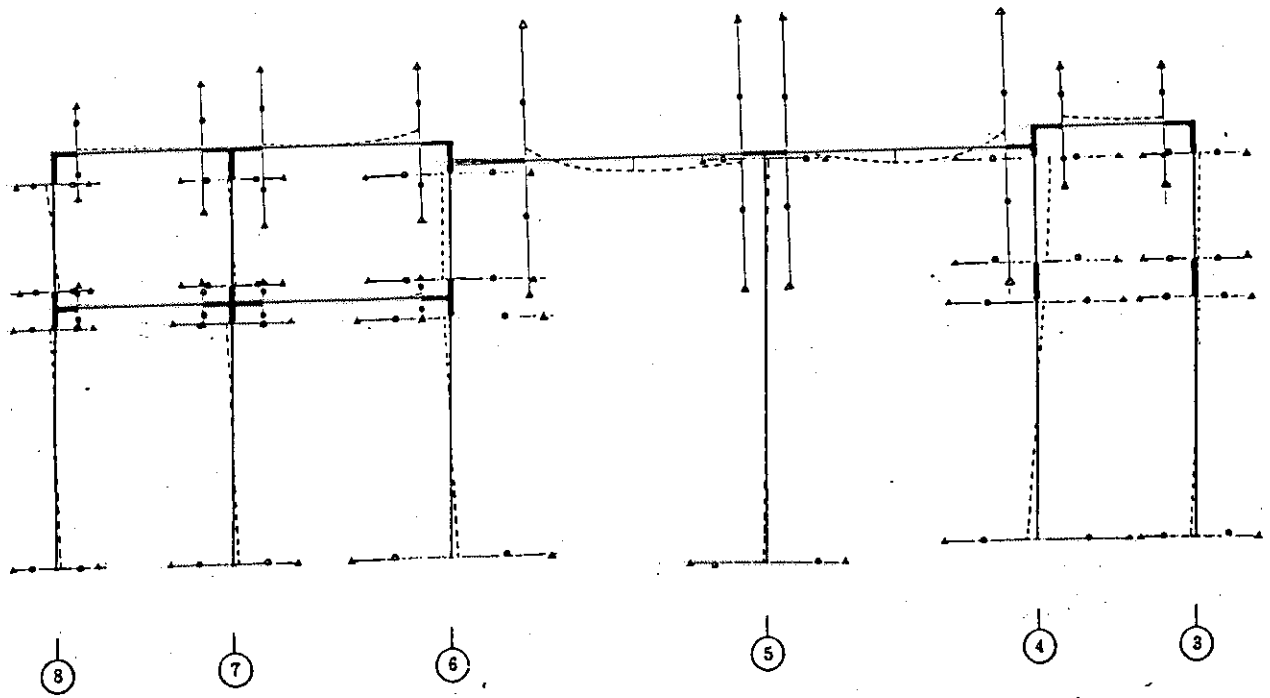


図 3. 1 曲げモーメント分布図

単位 ton·m

1:1000 ton·m

CASE 2 短期

▲印は終局強度を示す
○印は許容耐力を示す(短期)

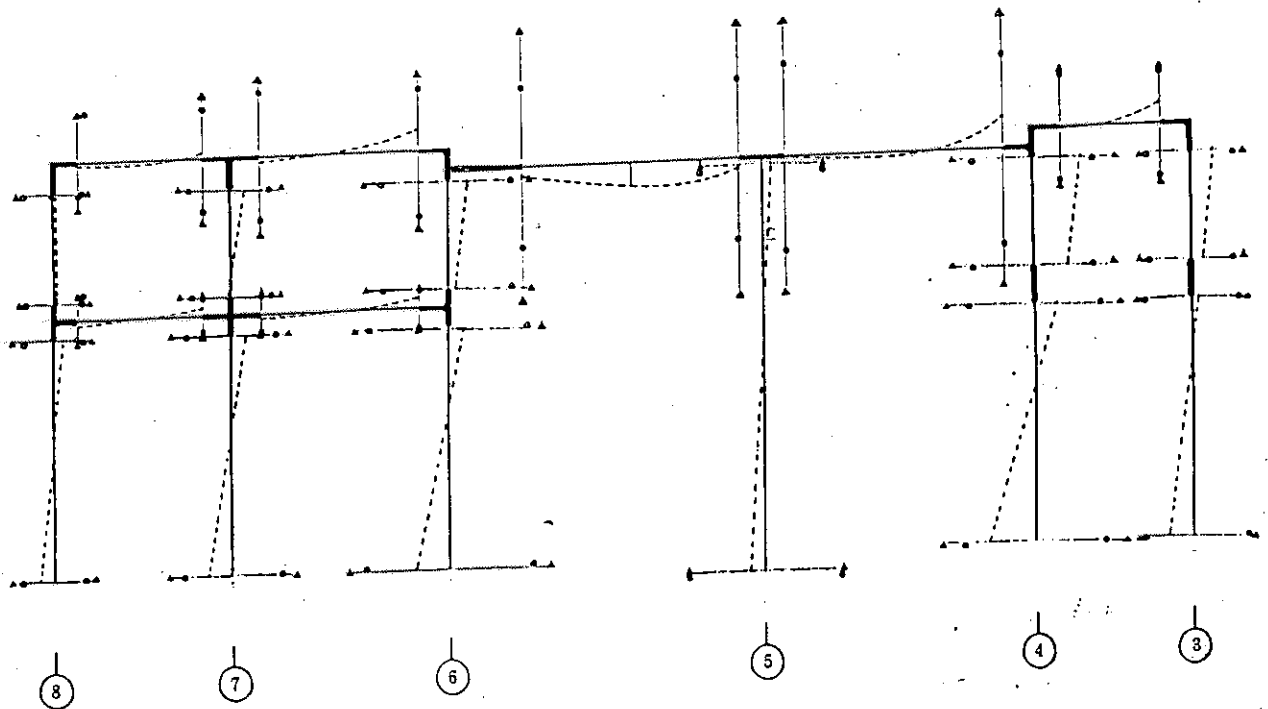


図 3. 2 曲げモーメント分布図

単位 ton·m \rightarrow : 1000 ton·m

CASE 3 長期+伸び(31.98mm)

▲印は終局強度を示す
○印は許容耐力を示す(長期)

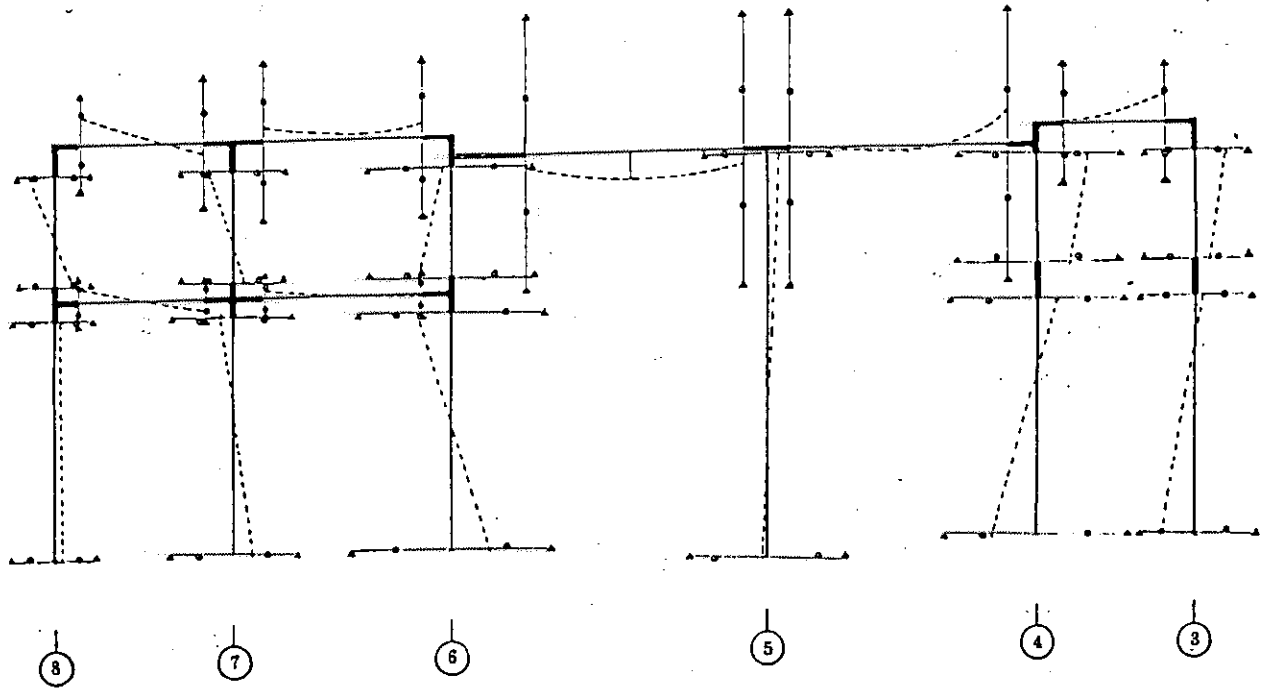


図 3.3 曲げモーメント分布図

単位 ton·m \rightarrow : 1000 ton·m

CASE 4 短期+伸び(31.98mm)

▲印は終局強度を示す
○印は許容耐力を示す(短期)

◎終局強度を越える部位を示す。

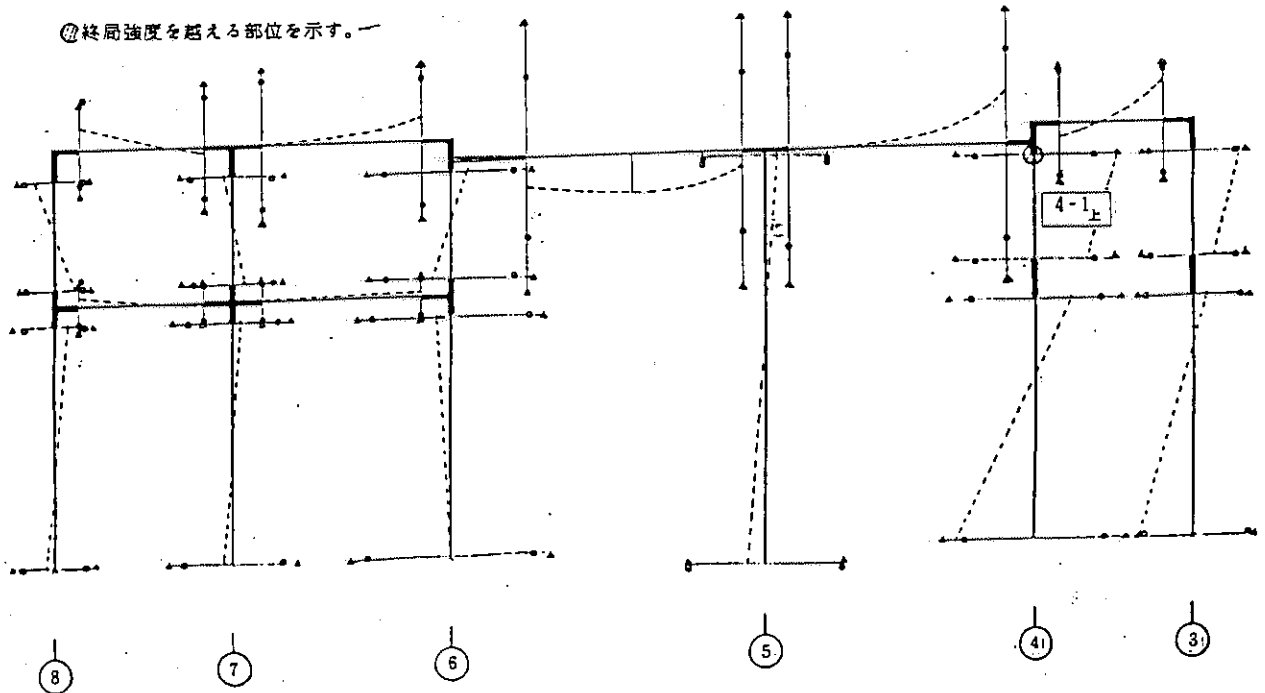


図 3.4 曲げモーメント分布図

単位 ton·m \rightarrow : 1000cm·m

CASE 5 長期+伸び(73.40mm)

▲印は終局強度を示す
○印は許容耐力を示す(長期)

◎終局強度を超える部位を示す。

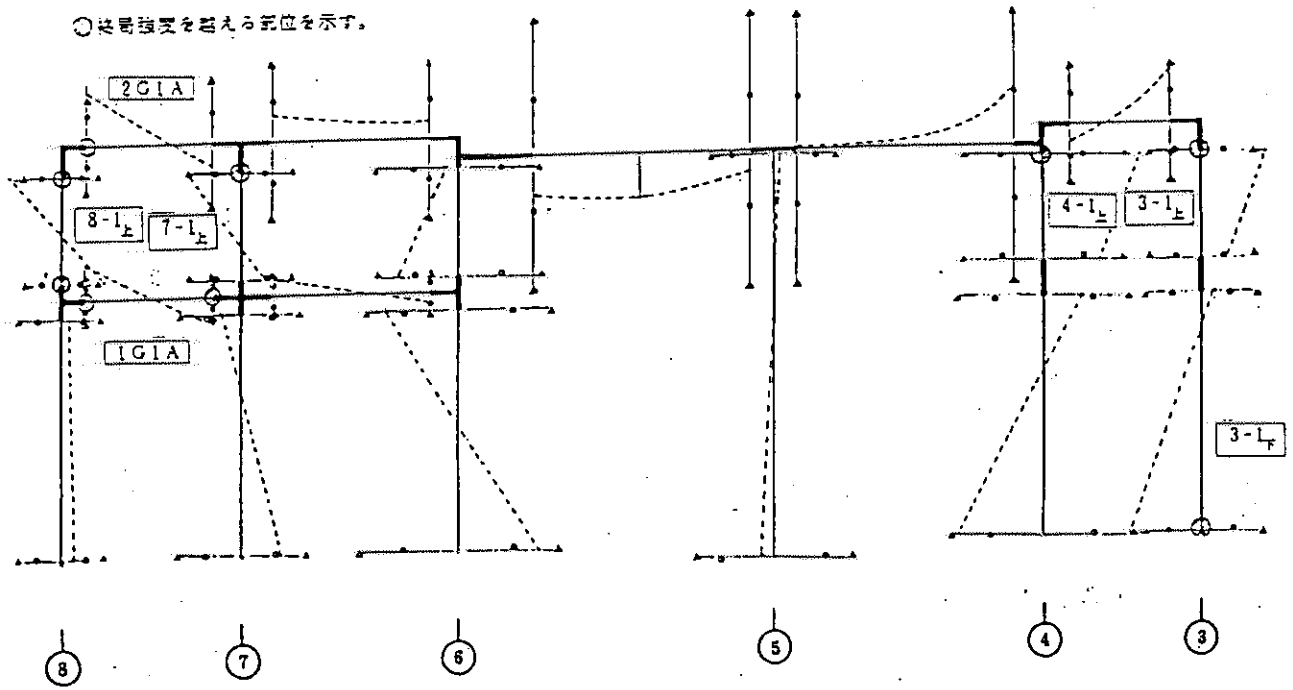


図 3.5 曲げモーメント分布図

単位 ton·m \rightarrow : 1000cm·m

CASE 6 短期+伸び(73.40mm)

▲印は終局強度を示す
○印は許容耐力を示す(短期)

◎終局強度を超える部位を示す。

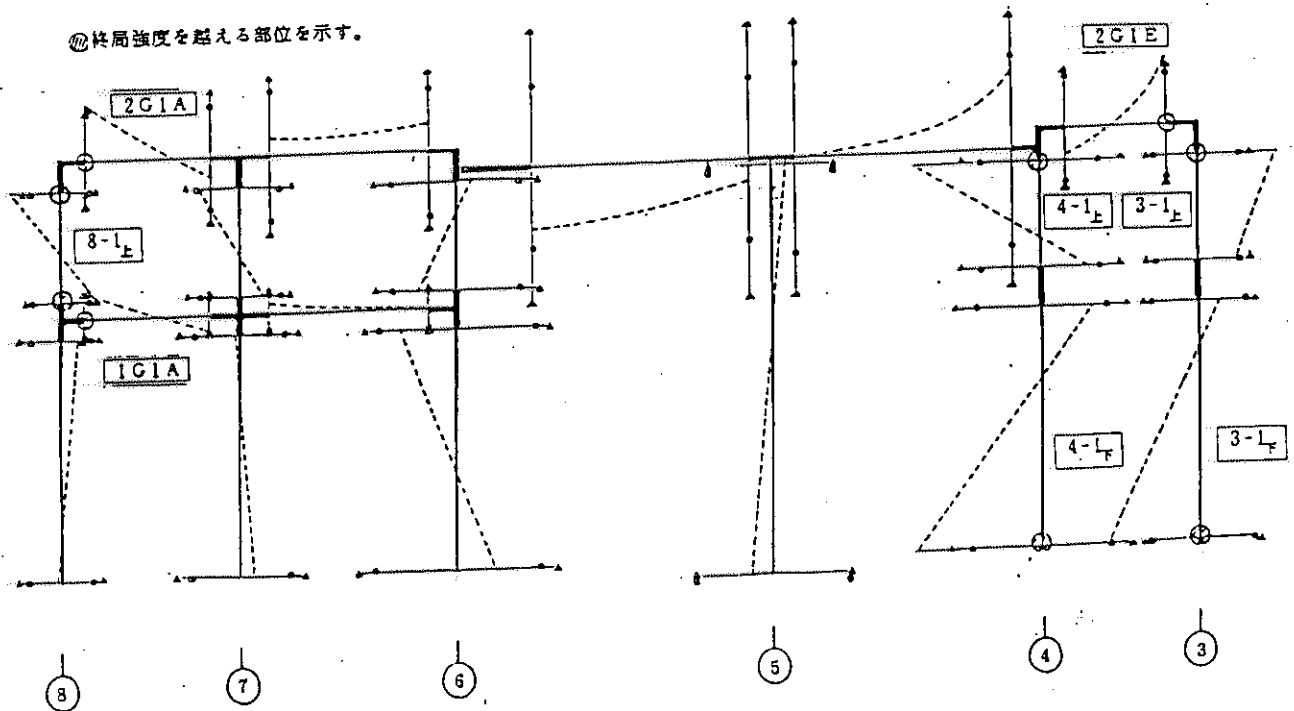


図 3.6 曲げモーメント分布図

単位 ton → : 1000cm

▲印は許局強度を示す
○印は許容耐力を示す (長期)

CASE 1 長期

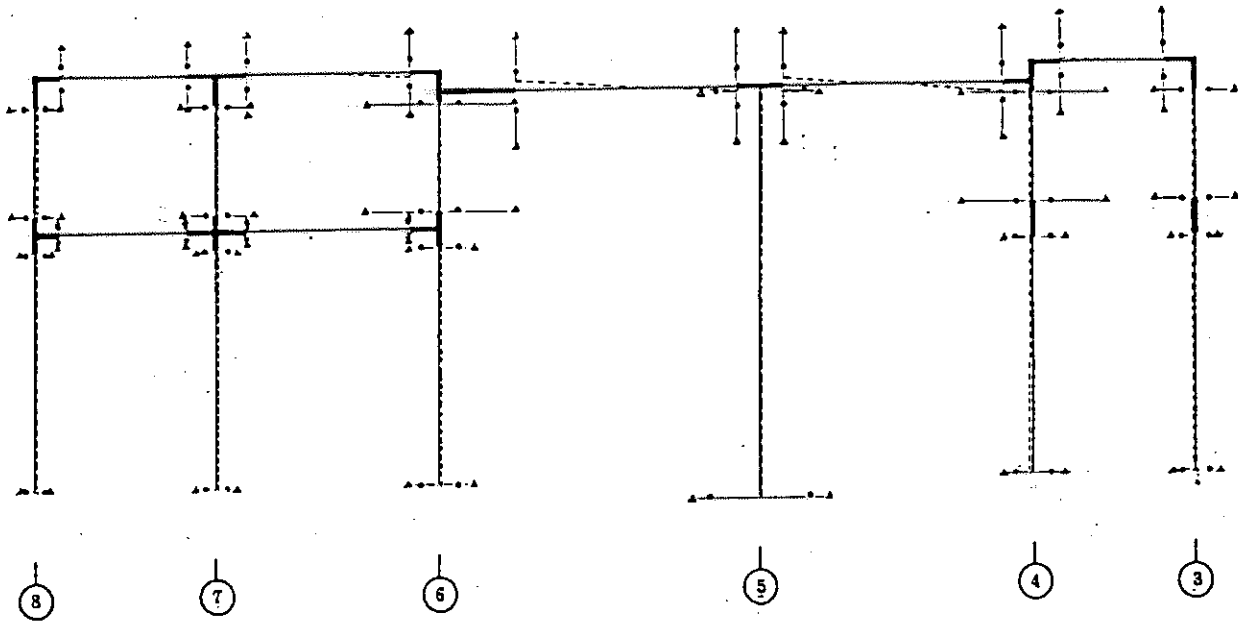


図 3.7 せん断力分布図

単位 ton → : 1000cm

▲印は許局強度を示す
○印は許容耐力を示す (短期)

CASE 2 短期

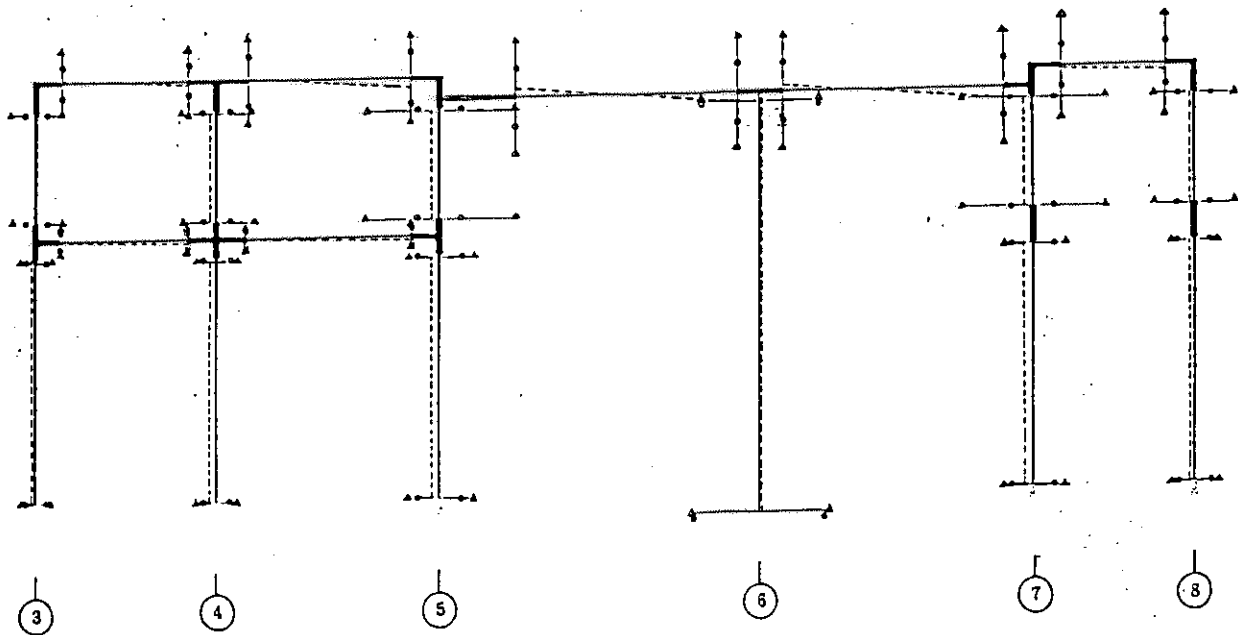


図 3.8 せん断力分布図

単位 ton 1000ton

▲印は許局強度を示す
○印は許容耐力を示す (長期)

CASE 3 長期+伸び(31.98mm)

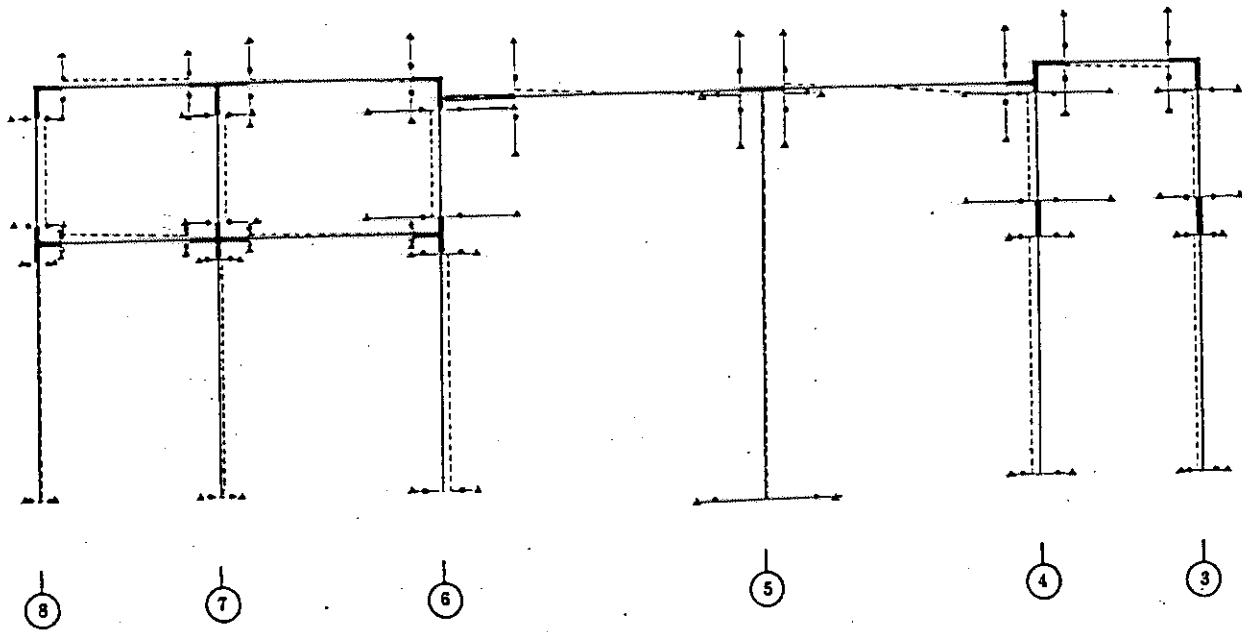


図 3.9 せん断力分布図

単位 ton 1000ton

▲印は許局強度を示す
○印は許容耐力を示す (短期)

CASE 4 短期+伸び(31.98mm)

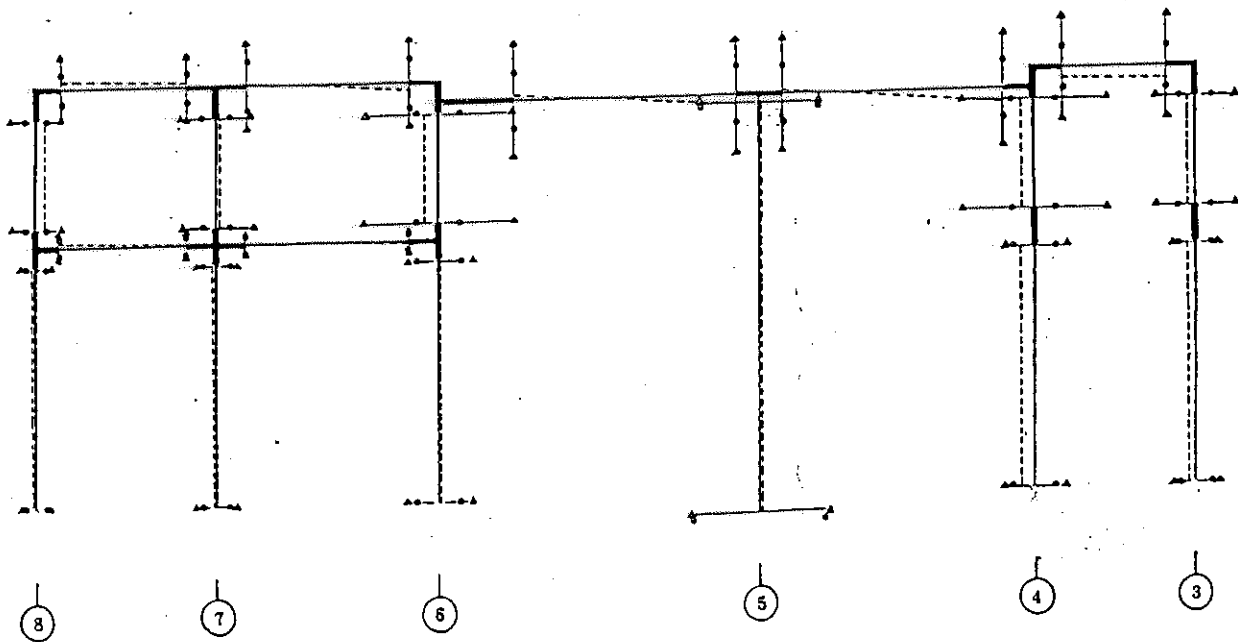


図 3.10. せん断力分布図

単位 ton 1 : 1000mm

▲印は終局強度を示す
○印は許容耐力を示す (長期)

CASE 5 長期 + 伸び (73.40mm)

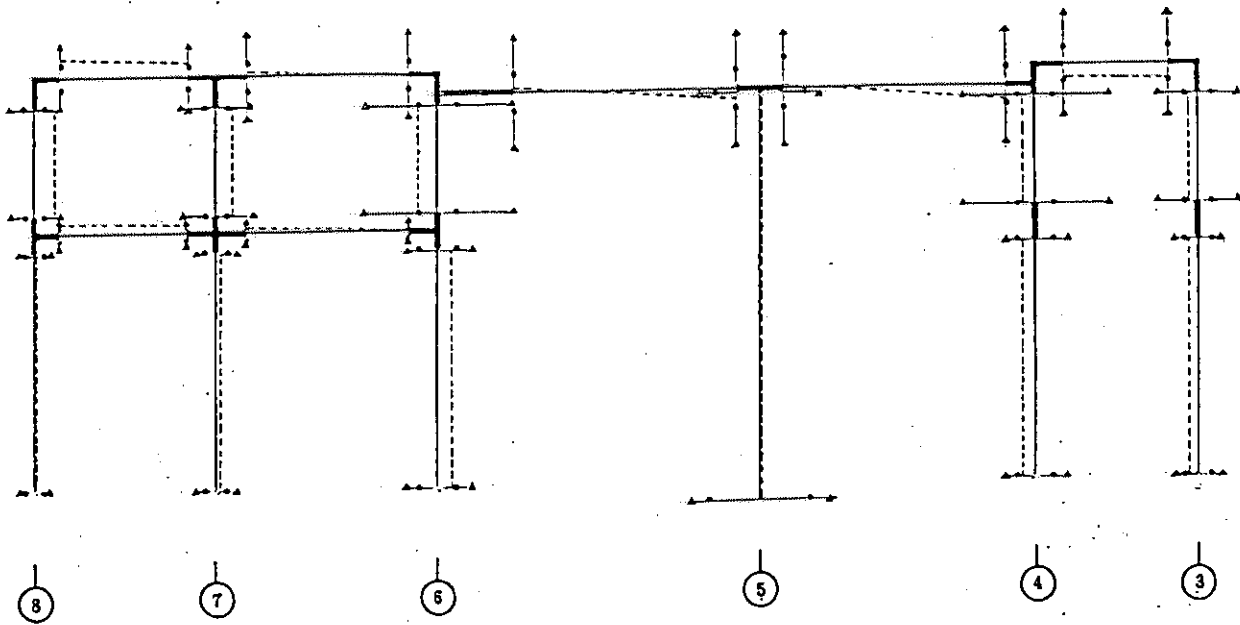


図 3.11 せん断力分布図

単位 ton 1 : 1000mm

▲印は終局強度を示す
○印は許容耐力を示す (短期)

CASE 6 短期 + 伸び (73.40mm)

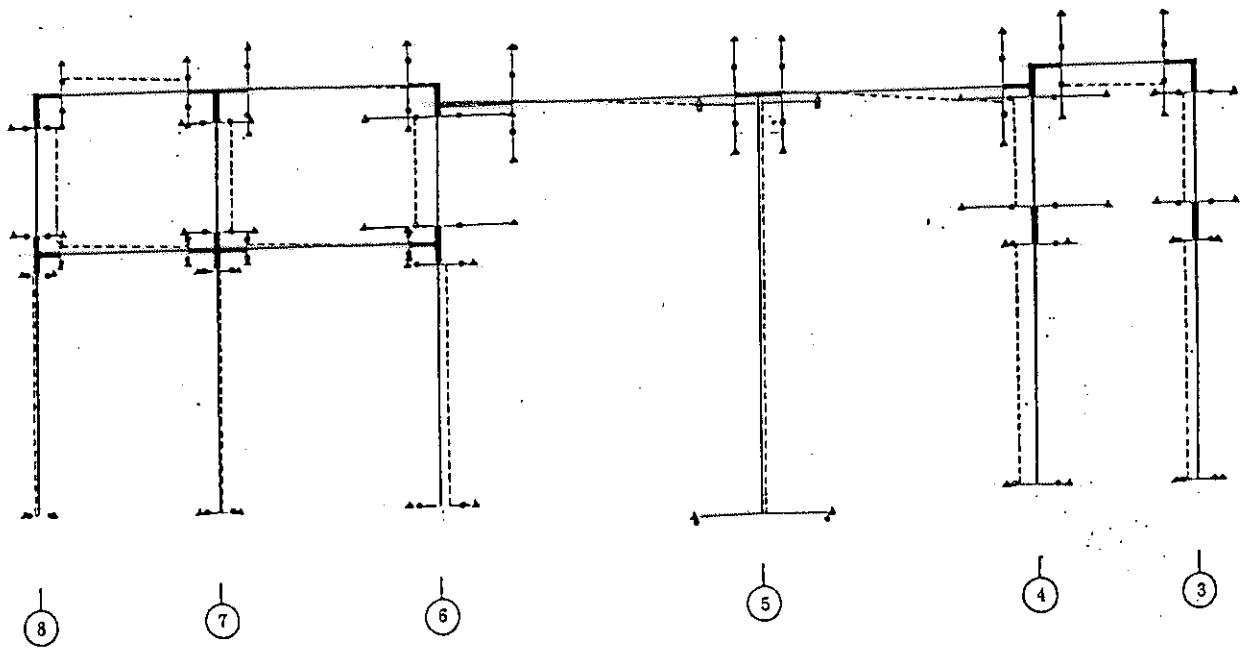
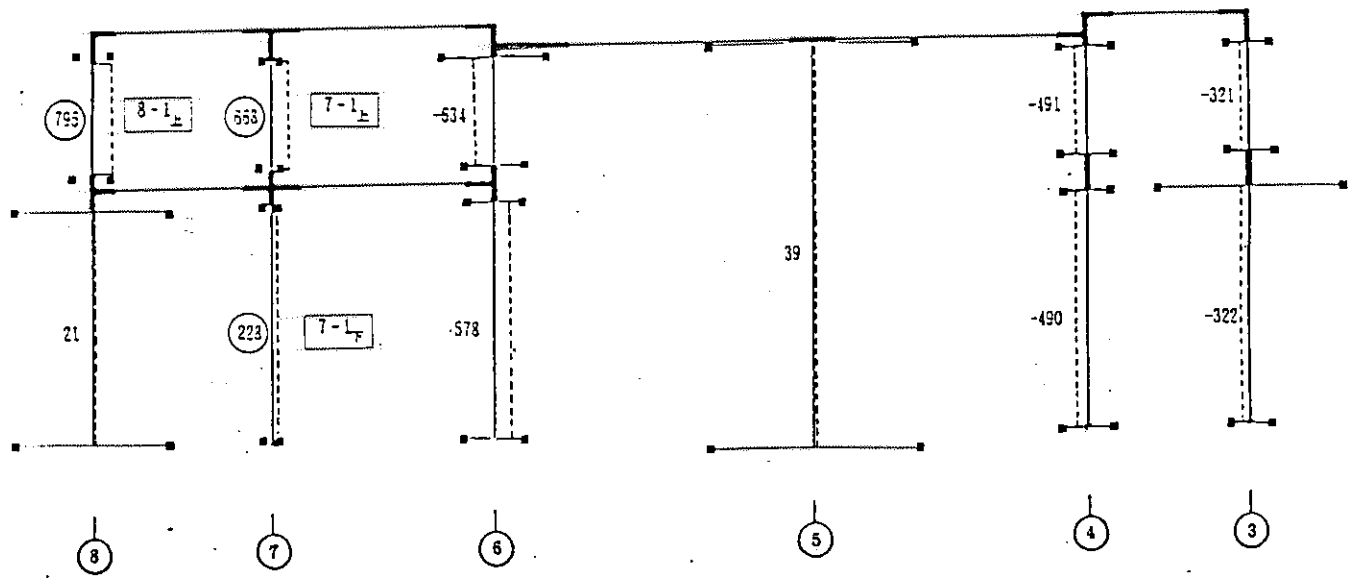


図 3.12 せん断力分布図

単位 ton

CASE 5 長期+伸び(73.40mm)

■印は終局強度を示す (ACI 規準)



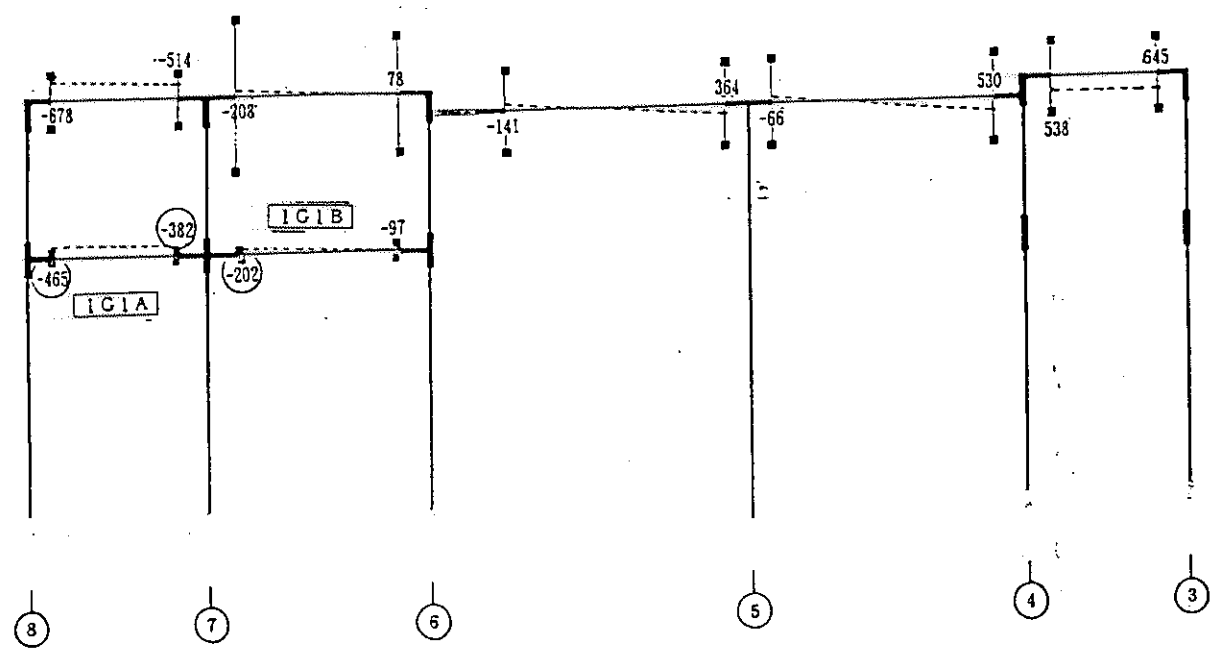
○印は終局強度(ACI)をこえる部材力を示す

図 3.13 (1/2) せん断力分布図 (柱部材)

単位 ton

CASE 5 長期+伸び(73.40mm)

■印は終局強度を示す (ACI 規準)



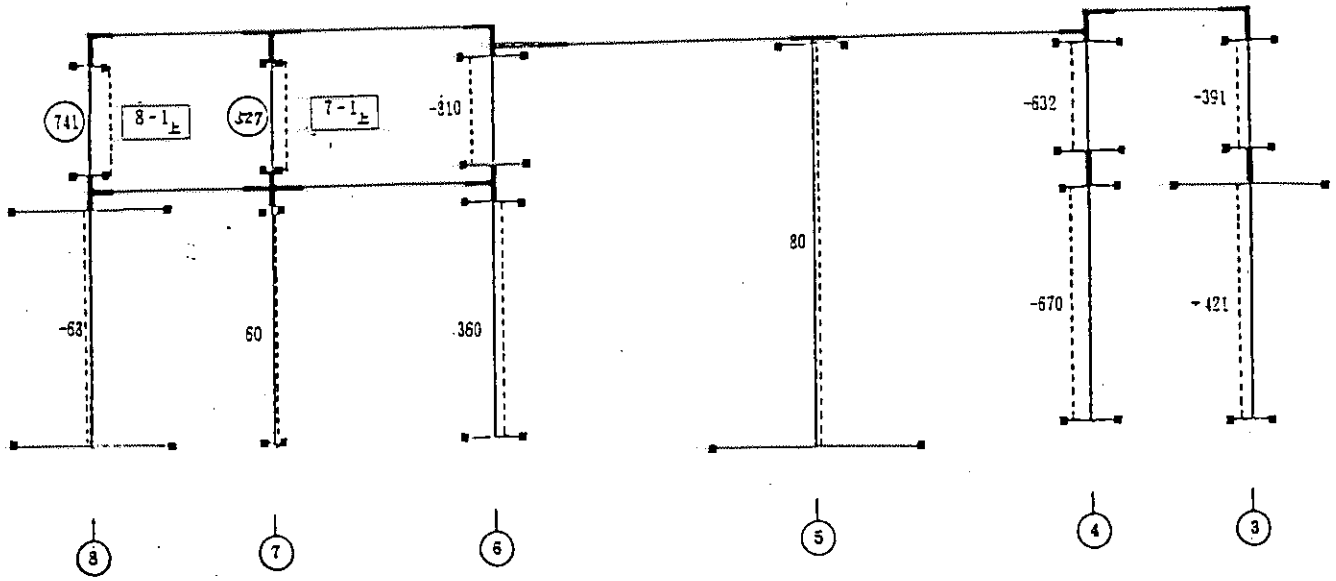
○印は終局強度(ACI)をこえる部材力を示す

図 3.13 (2/2) せん断力分布図 (梁部材)

単位 ton

CASE 6 短期 + 伸び (73.40mm)

■印は終局強度を示す (ACI 規準)



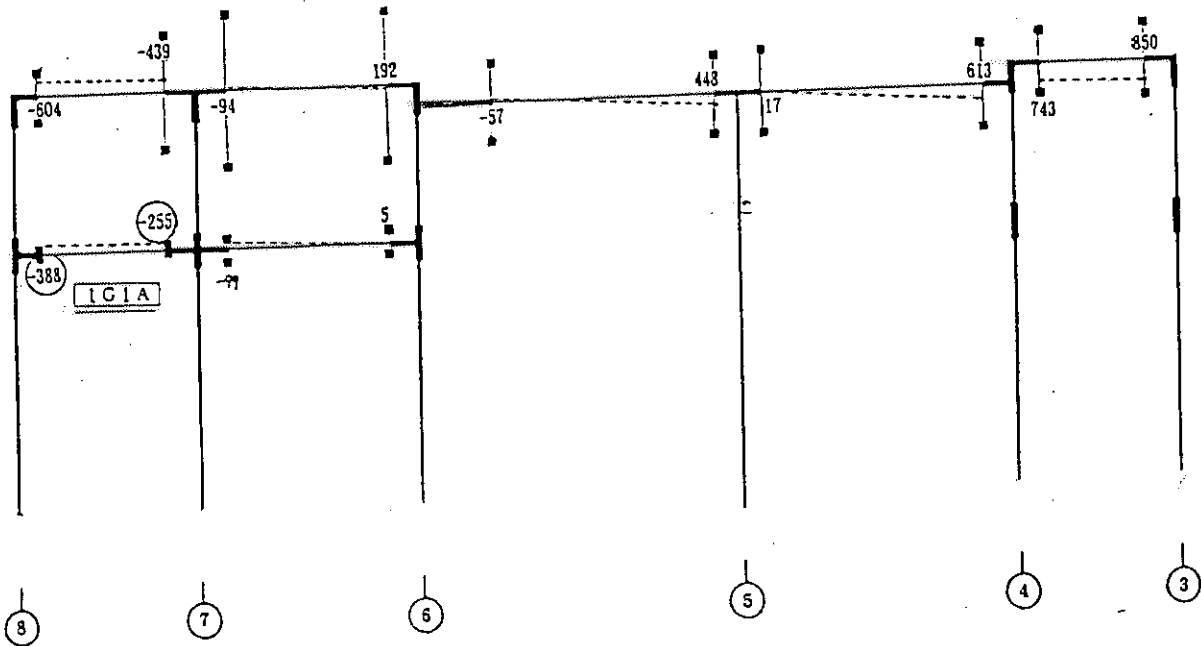
○印は終局強度(ACI)をこえる部材力を示す

図 3.14 (1/2) せん断力分布図 (柱部材)

単位 ton

CASE 6 短期 + 伸び (73.40mm)

■印は終局強度を示す (ACI 規準)



○印は終局強度(ACI)をこえる部材力を示す

図 3.14 (2/2) せん断力分布図 (梁部材)

以上の諸検討結果より、予測最終伸び(73.4mm)の状態下においては、EX・GE側及びH/P側のRCラーメン構造に保有耐力の観点からは、厳しい状態が見られた。

2.4 架台構造の耐力について

以上に記した諸検討の結果、通常用いられるコンクリート圧縮強度範囲のRC構造であれば、ASRにより膨張を生じるコンクリートが、それを拘束する鉄筋により圧壊することはあり得ないこと、又、ASRの発生に伴いケミカルプレストレスを受けたRCの単体部材は、そのレベルが概略5~50kg/cm²の範囲においては、保有耐荷特性の観点からは特に大きな問題はないこと等が明らかになった。

しかしながら、実機を対象としたRCラーメン構造としての保有耐力については、コンクリートのクリープ効果のみを考慮した等価線形解析の結果では、予想最終伸び73.4mmの状態下において、特に、EX・GE側及びH/P側の部材に厳しい状況が見られた。

従って、本架台構造の伸長に伴う構造健全性確保の観点からは、今後の架台伸長量とRCラーメン構造としての保有耐力との関係をより詳細に把握することが重要である。

この様な観点からは、上記解析で用いた手法には見直すべき点も多く、RCラーメン構造としての挙動をより厳密に評価し得る解析の実施、並びに、解析のみでは評価が困難な局部構造の異常挙動の把握のため、次章に示す解析及び実機挙動の監視強化を提案する。

3. 今後実施すべき諸項目について

ここでは、前章までの諸検討の結果、本架台構造の伸長に伴う構造健全性確保の観点から、その実施が急務と考えられる架台挙動評価解析及び実機挙動監視強化等について、その概要を記す。

3.1 架台挙動評価解析

今後の架台伸長に伴う各部の応力、変形、保有耐荷力等を解析的に検討し、架台の各伸長段階における構造健全性を事前に評価するとともに、機器への影響を評価する。

尚3.2.1及び3.2.2に示す架台各部応力及び伸びに関する測定結果は、本評価解析の検証データとして用いる。

解析手法の概略をAPPENDIX 2に示す。

3.2 実機挙動の監視強化

3.2.1 架台鉄筋ひずみ計測における計測点の追加等

現在実施中の4ヶ所に対する鉄筋ひずみ計測に加え、2.3で記した解析の結果、今後の架台伸長に伴い厳しい状態になる可能性のある部位を中心に新たな計測箇所を追加する。これにより、構造物の挙動を評価する際に現状の計測点数では不十分なデータを増強し、信頼性を向上させる。又、これら鉄筋応力計測点の追加に加え、一部部材のコンクリート応力の計測を行ない、3.1の解析結果の検証データを取得する。

追加計測位置の概略をAPPENDIX 3に示す。

3.2.2 光波測定法による架台軸直交方向の伸び計測

現在実施中のインバー鋼テープによる架台テーブルデッキの軸方向伸び計測に加え、光波測定法によるテーブルデッキ軸直交方向の伸び計測を実施する。

これにより、現在は架台の軸方向の伸び推移のみにより構造体としての挙動を評価していたが、本計測結果の増強により、架台軸直交方向の変位を含めた架台全体としての変位挙動評価が可能となり、構造物の健全性評価に際しての信頼性が向上する。又、機械側として、将来センターリング修正が必要となる時の基準としてのデータ取得が可能となる。

なお、この結果は3.1の解析結果の検証データとしても利用出来る。

計測方法の詳細をAPPENDIX 4に示す。

3.2.3 架台の振動性状調査

各定検実施時毎に、架台構造全体系及び梁部材の固有値の変化を把握し、構造全体系としての劣化状況並びに構造局部の劣化状況検討の際の剛性面からのデータを取得し、構造物としての健全性評価を行なう際の信頼性向上を計る。

調査方法の詳細をAPPENDIX 5に示す。

(文 献)

- 1) 小林和夫；R C 梁部材の静的保有耐力特性（その1），アルカリ骨材反応に関するシンポジウム，日本材料学会，昭和60．7
- 2) 小柳 洽；R C 梁部材の静的保有耐力特性（その2），アルカリ骨材反応に関するシンポジウム，日本材料学会，昭和60．7
- 3) 小林和夫；アルカリ骨材反応を生じた部材や構造物の耐力性能－はり部材－，コンクリート工学，Vol. 24，No 11，昭和61．11
- 4) 岡原美知夫 他；アルカリシリカ反応により被害を受けた構造物の耐力，土木技術資料，Vol. 29，No 7，昭和62．7

APPENDIX 1

T / G 架台解析条件

1. 架台に作用する荷重

1.1 架台に作用する荷重

- a) コンクリート自重
- b) 機械重量
- c) 復水器真空吸引力
- d) 機械熱膨張
- e) テーブルデッキ温度上昇
- f) 機械鉛直方向動荷重
- g) 機械水平方向動荷重
- h) 主蒸気止め弁及び蒸気加減弁サポート荷重
- i) 地震水平力

1.2 荷重の組合せ（本検討では、g, h, i に対し軸方向のみを対象とした）

(i) 長期荷重

$$a + b + c + d + e - f + g + h$$

(ii) 短期荷重

$$a + b + c + d + e - f + g + h + i$$

1.3 その他の計算条件

・コンクリートのヤング率

コンクリートのクリープを考慮し、各部材コンクリートのヤング率を通常用いる値の1/3とした。（ $= 0.7 \times 10^6 \text{ t/m}^2$ ）

・コンクリートのせん断弾性係数

ヤング率の低減を反映し、通常用いる値の1/3とした。（ $= 0.31 \times 10^6 \text{ t/m}^2$ ）

・架台の伸び

1.2 に示した各荷重組合せに加え、#8定検（S61.11）時までの間の架台全長伸び31.98mm 及びコアサンプルによる自由膨張データを基に、鉄筋の伸び拘束を考慮した50m架台全長に対する伸びを予測し、これを#8定検時までの伸びに加えた最終予測伸びを考慮した。

2. 解析モデル

解析は架台山側の軸方向を対象に、図1に示すラーメン構造モデルに対し実施した。

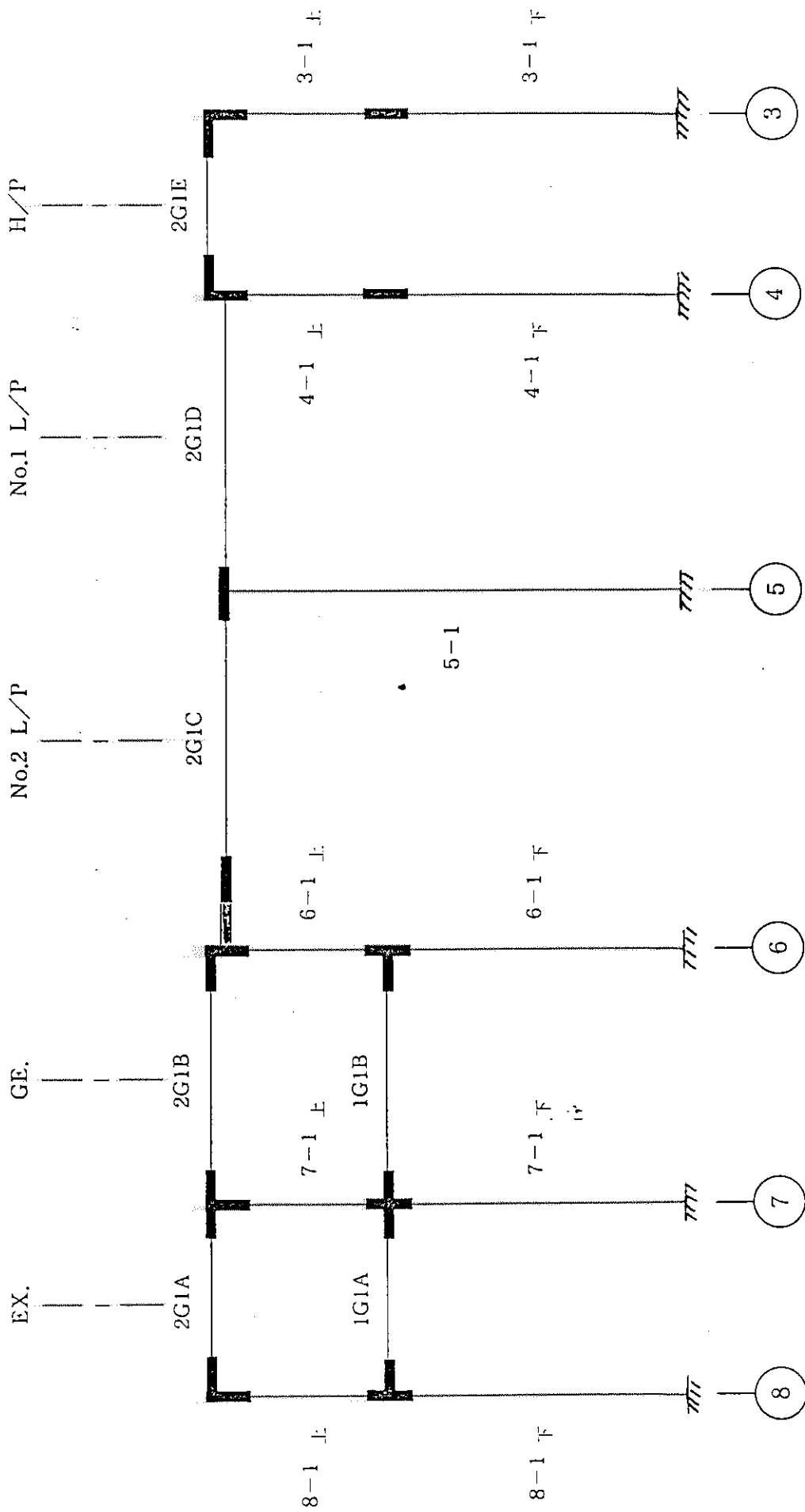


図 1 解析モデル及び部材記号

APPENDIX 2

架台拳動評価解析

1. 解析法

RC材料の非線形M-O及びQ- γ 関係を考慮出来る梁モデルに対し、増分法による弾塑性解析法を適用する。

なお、上記RC材料の非線形については、特にケミカルプレストレス部材として特別の扱いはせず、通常のRC部材としての特性を考慮する。

2. 部材のモデル化

RCラーメン構造各部材を線材に設置する。

なお、計算は実機を3次元でなく平面問題として取り扱うので、軸方向ならびに軸直交方向について実施する。

3. 荷重

設計荷重及びASRによる架台伸び。

4. 評・価

各部の部材力、変形、降伏ヒンジの発生順序を明確にし、系の崩壊について検討する。

APPENDIX 3

架台鉄筋ひずみ計測における計測点の追加等 (案)

鉄筋ひずみ測定点の追加設定にあたっては以下を考慮した。

- 1) 現在、測定実施中の海側部材に重点を置く。
- 2) 追加測定点は、等価線形解析の結果、曲げあるいは、せん断保有耐力の観点より将来厳しい状態に陥る可能性があり、かつ、測定点施工可能と考えられる部材位置とする。
- 3) 曲げモーメントに着目した位置には主筋に対し鉄筋計を、あばら筋に対しては現状実施のひずみゲージを設置する。
せん断力に着目した位置については、コンクリート応力測定用のモールドゲージを部材内部に3軸方向に設置する。

図-1に追加測定点(案)及び、既設の測定点を合わせて示す。

No.	鉄筋計 (主筋)	ひずみゲージ (おぼら筋)	モールドゲージ (せん断応力)
M1 ~ M3, M9 (既設)	○	○	
M4 ~ M8 (追加)	○	○	
Q1 ~ Q5 (追加)			○

海側

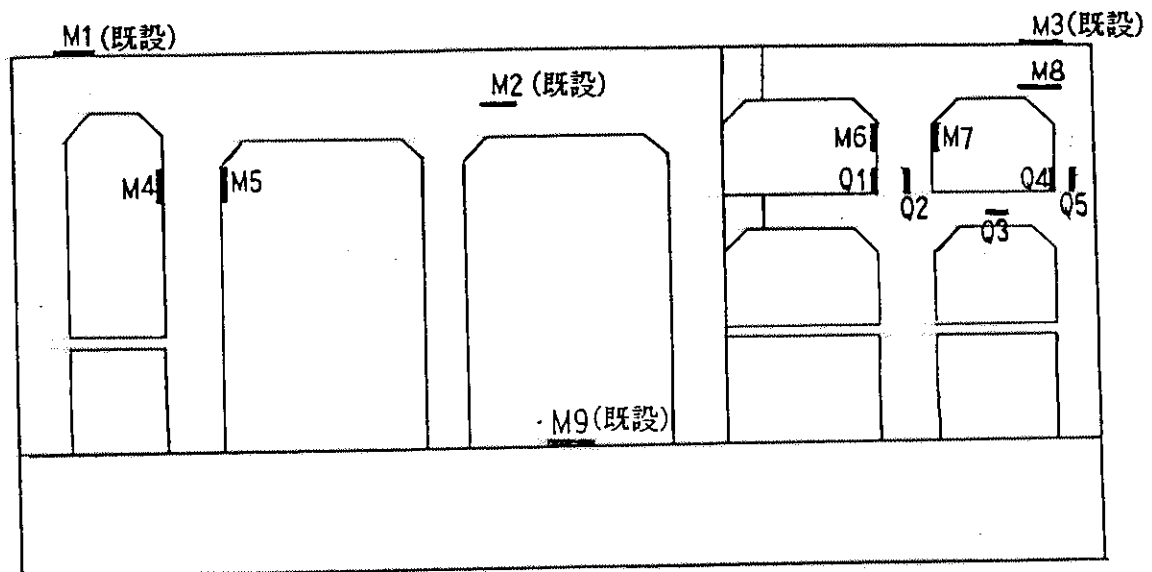


図-1 架台ひずみ計測における追加測定点 (案) 及び既設測定点

APPENDIX 4

プラント構造物経年変化T/G架台光波測定

17

プラント構造物経年変化T/G架台光波測定

概要計画書(案)

昭和63年5月

1. 目的

光波測定法により、架台上面の機器等により障壁のあるタービン軸直交方向のベンチマーク間距離を測定するとともに、架台全体の変位方向を確認する。

2. 使用機器

電子タキオメータ ウィルドTC-1L ウィルド社(スイス、カタログ添付)
パーソナルコンピュータ F-9450-II 富士通

3. 測定-処理のフロー

図-1に測定-処理のフローを示す。

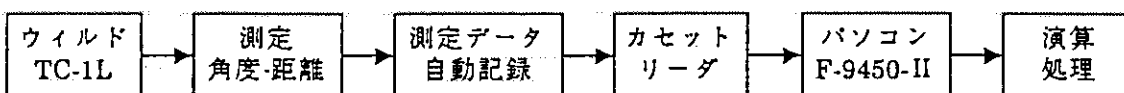


図-1 測定-処理のフロー

4. 測定の概要

経年変化調査の目的を考慮して、必要な精度を保持するように次のような測定方法を採用する。

4.1 角度(水平角、鉛直角)の測定

1測点の角度測定は、3対回(1対回とは、望遠鏡正位、反位を各々1回ずつの計2回測定することをいう。したがって、3対回とは、6回測定することとなる。)の測定を、2人の測定者がそれぞれおこない、ウィルドTC-1Lに内蔵されているコンピュータにより、測定値の最確値を求める。求めた最確値は、記録装置へ自動的に記録される。

4.2 距離(斜距離)の測定

距離測定は、角度と同時に測定され、12回の測定値の最確値を求める。なお、測定された斜距離は、水平距離に換算して記録される。

4.3 測定の方法

建家の外部に不動点を設け、これを絶対座標の基準点とする。この基準点から、図-2に示す一次基準点を測定し、その位置を確定する。ただし、建家の外部に不動点が設けられない場合には、一次基準点を基準とする相対的な測定とする。

図-3に示す架台上に設けた1号機のNo.1、No.6のベンチマーク(インパルテープによる距離測定用:山側)及びNo.7、No.12(同:海側)を二次基準点とし、この位置を一次基準点から測定して架台の位置を求める。

架台上の各点の変位量(軸直交方向)の測定は、図-4に示すとおり、二次基準点のNo.1、No.6(No.7、No.12)の間を結んだ直線からの各点(No.2、No.3、No.4、No.5及び、No.8、No.9、No.10、No.11:図-5に全体の位置を示す)のズレの量(d)を求めることで行う。なお、計算に必要な各測定点間の距離については、現在実施しているインパルテープによる測定値を用いる。

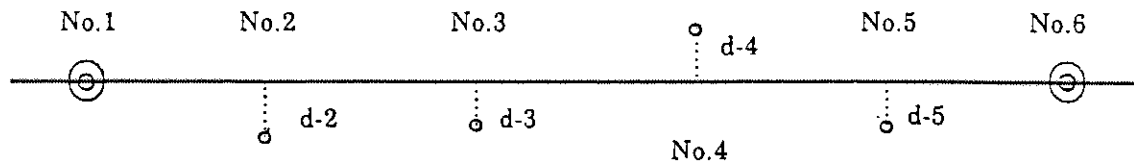


図-4 変位置(軸直交方向)の測定

5. 演算処理

5.1 計算の基準

測定した各点の位置は、すべてX、Yの座標で表示する。このときの基準点としては、建家の外部に不動点が設けられた場合には、この点を用い、建家の外部に不動点が設けられなかった場合には、図-2のT-1を基準として表示する。

5.2 計算の方法

一次基準点及び二次基準点の座標は、パソコンF-9450-IIを使用して、フリーネットワーク法により最確値を求めて、各基準点のX、Yを決定する。

変位測定点の座標は、二次基準点を基準として、測定点ごとのズレの量と測定点間の距離とを用いて各測定点ごとのX、Yを決定する。

軸直交方向の距離は、対向する測定点ごとの座標値X、Yより、計算で求める。なお、第1回目の測定により求めた軸直交方向の距離は、初期値として第2回目以降の測定の基準とする。

6. 第2回目以降の測定

第2回目以降も第1回目と同様の測定、演算処理を行う。各測定点ごとの座標を同様な方法で求め、初期値と比較して、それぞれの変位置及び変位方向を算出し、架台全体の動きを把握する。

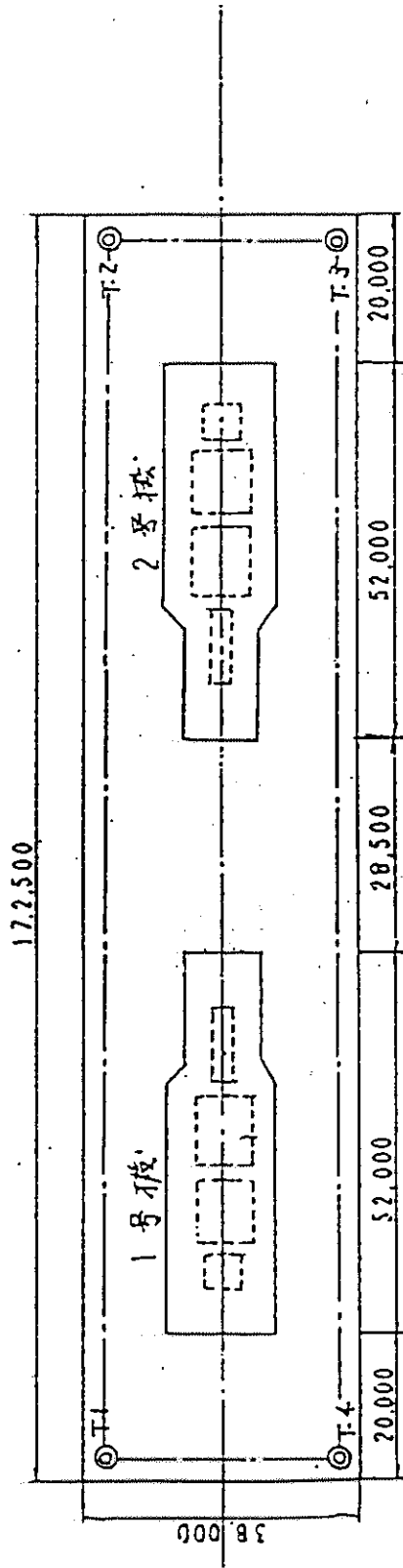


图-2 一次基准点测定图

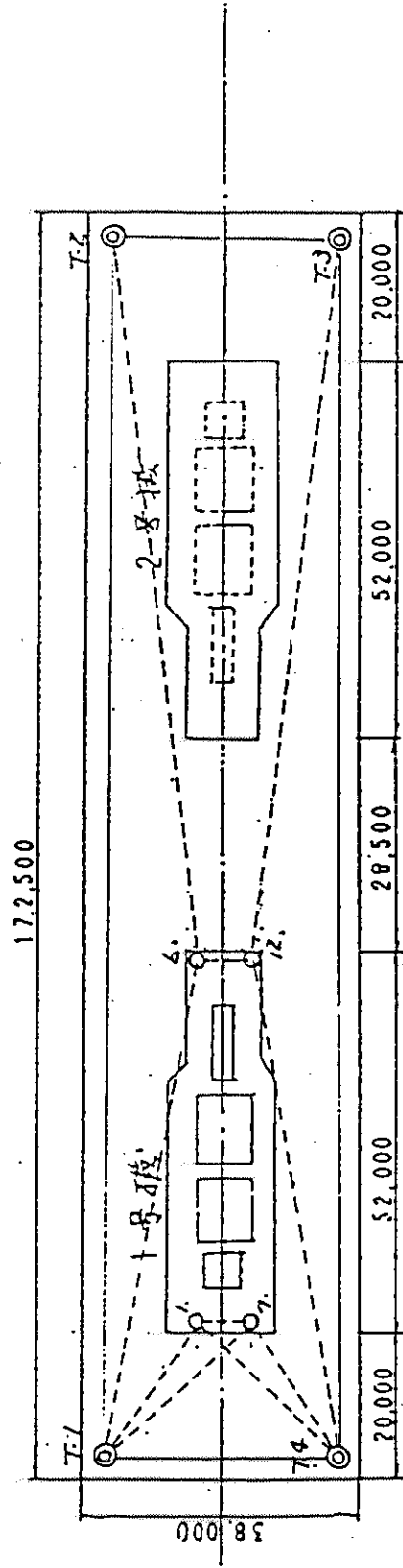


图-3 二次基准点测定图

7. 工程

表-1に、工程表を示す。1回の光波測定に要する日数は、移動日も含めて5日間である。

表-1 工程表

項目	経過日 1日	2日	3日	4日	5日
移動					
光波測定 (基準点測定)					
光波測定 (変位測定)					
データ検討					

Electronic Reduction Tacheometer

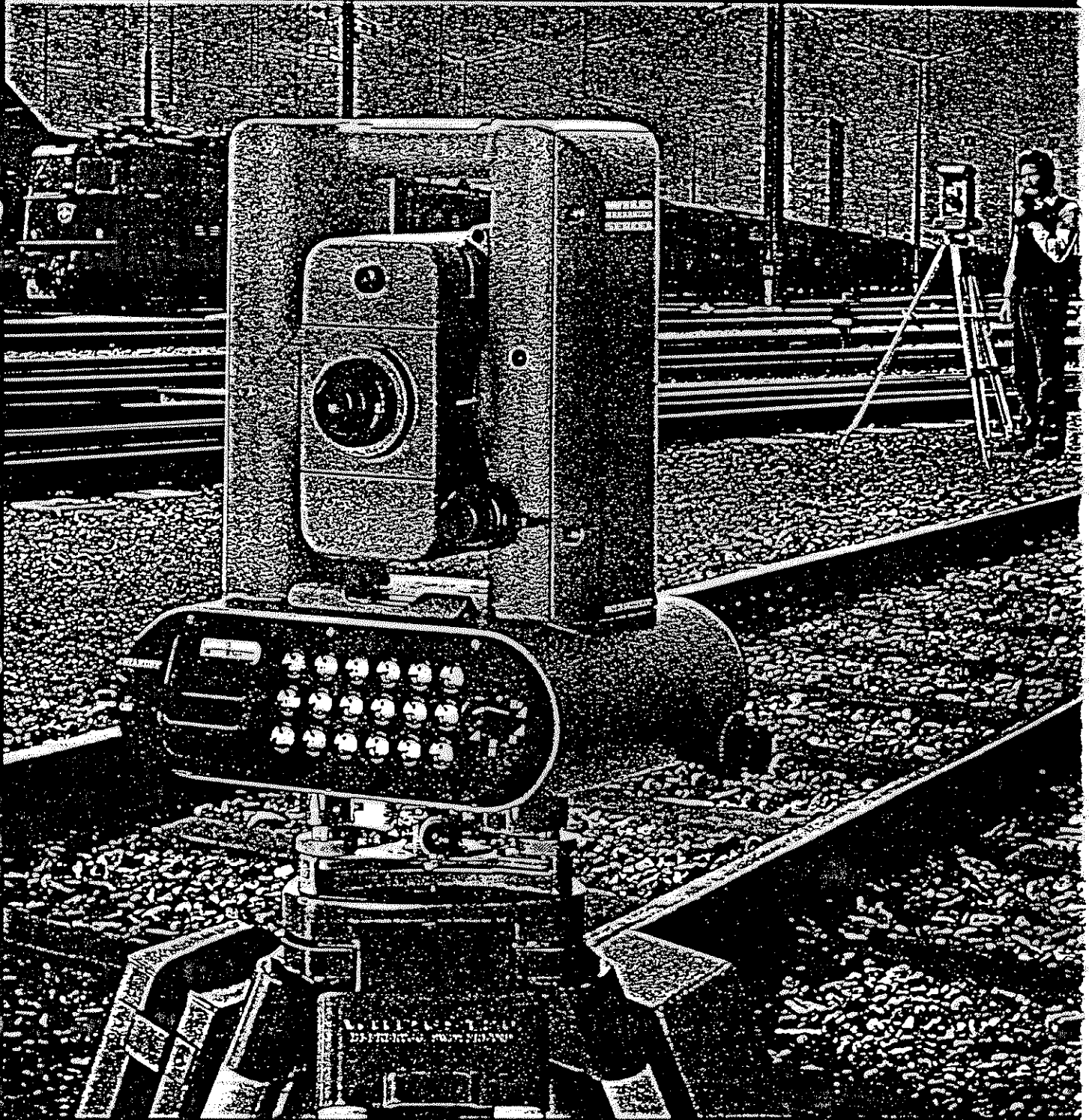
TACHYMAT[®]

TC1·TC1L

エレクトロ・タキオメーター タキマツトTC1・TC1L with Recording Attachment

記録アタッチメント付き

WILD
HEERBRUGG



ウイルド タキマツトTC 1/TC 1L——野外測量用の完全なシステム

- ・野外データが迅速に得られるように設計されています。
- ・自動的に測定と記録を行ないます。
- ・コンピュータへデータ転送が可能です。

応用分野

地籍測量
 区画整理測量と分筆
 あらゆる種類の細部測量
 工事測量
 数値地形モデル
 縦断横断測量
 杭打ち測量
 鉱山測量
 基準点測量
 多角測量
 間接水準測量
 その他、多数の測点を迅速・正確に測定する必要がある測量外業に大変能率が上がります。

TC 1

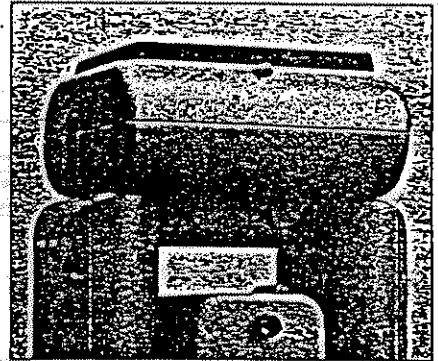
2 kmまで測距できる標準モデルです。ほとんどすべての細部測量やエンジニアリングまたはタキオメトリック測量に適しています。

TC 1L

長距離型で、一辺が5 kmまでのトラバースに最適です。すべての要求に応えることのできるタイプです。

タキマツトの特長

- ・測距と測角が電子的に行なわれます。
- ・距離計の光軸と望遠鏡が同軸です。
- ・像は、明るく、コントラストの高い正立像です。
- ・測距精度：± (5 mm + 5 mm/km)
- ・測距範囲は、TC 1では2 km, TC 1Lでは5 kmです。
- ・測角精度：水平角 ±2°, 鉛直角 ±3°
- ・表示単位は次のどれでも可能です。
 測角単位：360°, 400^g
 測距単位：メートル, フィート
- ・自動補正機構が使用できます。
- ・縮尺補正と加算定数がセットできます。
- ・地球の曲率と屈折の補正は自動で行なわれます。
- ・表示値は：水平角, 鉛直角, 斜距離, 水平距離, 高低差, 測点の高さ, 測点の座標
- ・斜距離はもちろん水平距離でのトラッキングも可能です。
- ・正と反の両方に全く同じ操作用キーボードが装備されています。
- ・キー入力や操作の時は、電子ブザーが鳴りますので、確認しながら操作できます。
- ・クランプねじと微動ねじは同軸になっています。
- ・標準型には光学求心装置が付いています。操作は簡単で、運搬が容易です。
- ・標準12 VDCバッテリーで動作します。



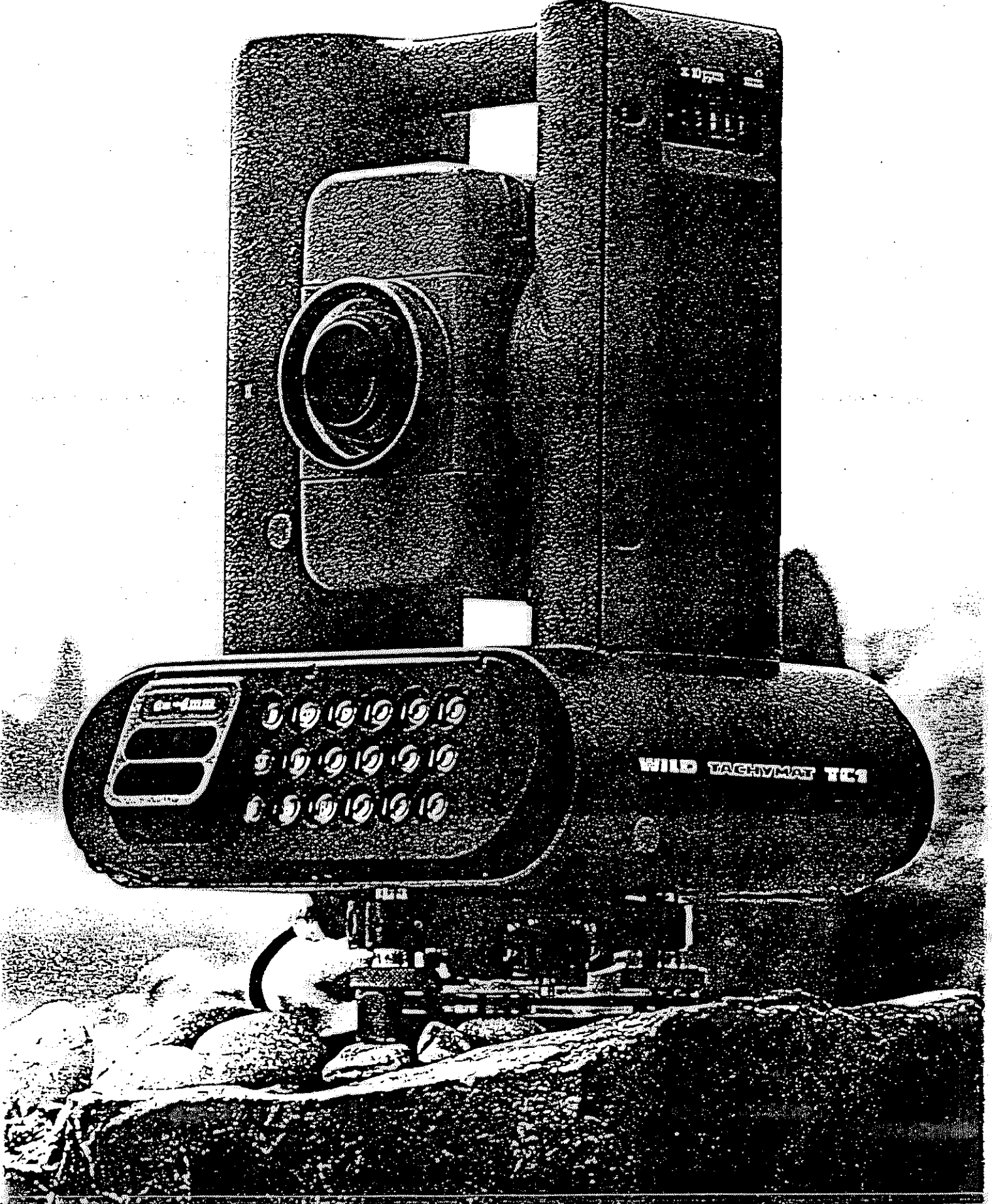
記録アタッチメントの特徴

- ・記録アタッチメントは、特注装備品です。
- ・データの記録には、価格的に最も有利なカセット・テープを使用しています。
- ・1回のキー操作で、測定データの全部がブロック記録されます。
- ・あらゆる情報をコードづけして記録することができます。
- ・点検機構が内蔵されているので、記録データの安全は確保されます。
- ・野帳のページをめくるように、記録したデータを表示部に呼び出せます。
- ・1本のカセットで約3日分の作業が記録できます。
- ・カセット・テープは大変に安価で、記録量は無限と見えます。
- ・標準型には、GLS (Green Line) 記録用ケーブルが標準装備されています。直接、コンピュータへデータを送信することが可能です。

2機種が揃いました：

TC 1では、2 kmまで測定可能

TC 1Lでは、5 kmまで測定可能



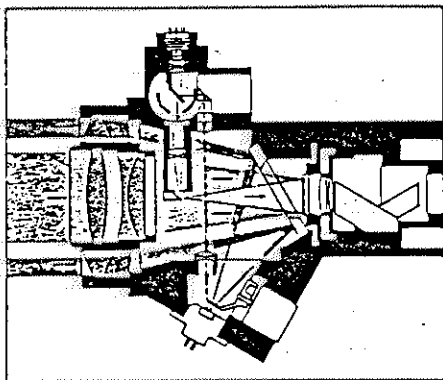
WILD TACHYMAT TC1

60-6mm
WILD TACHYMAT

5 10 15 10 5 10
5 10 10 10 5 10
0 5 10 10 10

TC1とTC1Lでは、測距と測角が自動的に行なわれます。

望遠鏡と距離計



望遠鏡と距離計はコンパクトな一体型の設計になっていて、正と反の両方から測定できるように反転します。送信光学系と受信光学系及び視準望遠鏡は、同軸式になっています。したがって、1回の視準で測距と測角ができます。

望遠鏡は焦点を無限遠に合わせたとき、25倍の倍率で、視野は1.8°になります。近距離では、視野は広がりますが、倍率は小さくなります。光学的照門と望遠鏡のズーム効果により、素早く楽に視準できます。最短視準距離は2.0mです。

左の図は、望遠鏡と距離計の光学系の断面図です。送信と受信の電子系統は、望遠鏡の上側と下側に納められています。この設計により、送信と受信の光学系統と電子系統とが完全に分離され、高い測定精度が保証されます。

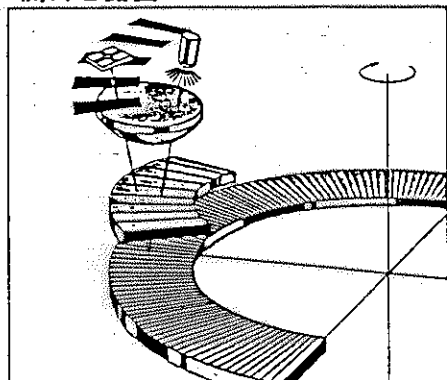
測定は完全に自動で行なわれます。TC1/TC1Lの精度は、反復して光路の測定を行なうことにより保たれます。自動フィルターにより、最適の受光量が得られます。測距中に光が遮断されても、測定結果には影響はありません。標準偏差は、±(5mm+5mm/km)です。1個の円形プリズムで、TC1では、最大1000mまで、TC1Lでは2500mまで測定できます。11個のプリズムでは、TC

1で2000mまで、TC1Lでは5000mまで測定できます。補正と表示は、TC1/TC1Lとも、最大1999.999mまでです。特別の命令をキーで入力すると、9999.999mまでの距離の測定と表示が可能です。

測距プログラムには3種類あります。

- DIST 通常の条件での約8秒測定。
- OF DIST 長距離で受光量が弱い条件では約15秒測定。
- RUN DIST トラッキング・プログラム。杭打ち作業用で、4秒毎に繰り返します。斜距離はもちろん水平距離でも作動します。

測角と鉛直センサー



水平分度も高度分度も、インクリメンタル方式により角度測定を行ないます。どちらの分度盤にも反射格子が備えてあります。そして、偏心を除くように互いに180°離れた対向位置に2個のセンサーがあり、これが分度盤を走査します。

センサーは赤外光源1個、レンズ1個、アナライザー格子1個、検出器1個から構成されています。光源から発射された光は、レンズとアナライザー格子を透過して分度盤格子へ到達し、分度盤格子に反射されて

検出器まで戻ります。タキマットのリーダーあるいは望遠鏡を回転させると、検出器の表面にできた干渉縞の数を計算し、干渉縞の間を補間(Interpolate)することにより、測角が行なわれます。

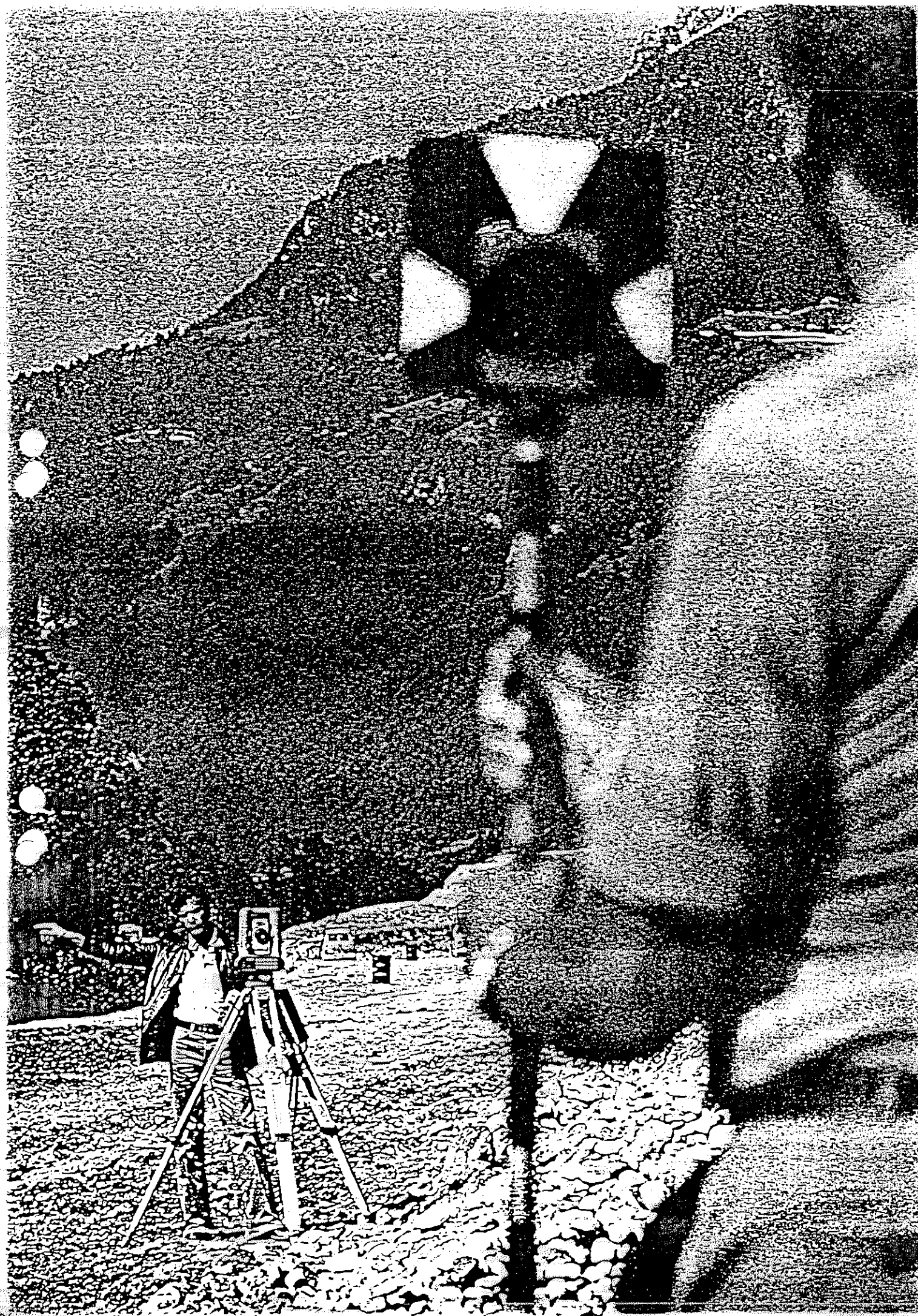
測角にはインクリメンタル方式が採用されているので、分度盤には分度が刻んでありません。タキオメーターの電源スイッチを入れると、その時の水平分度盤の読みは自動的にゼロに合わせられます。そして、キーボードを通して、水平分度盤の読みを希望する値に設定することができます。また、測角は右回りにも左回りにも行なうことができます。

正と反の位置で測定した水平角の標準偏差は、2"です。正か反の一方の位置で測定した水平角の標準偏差は、3"です。

高度分度盤は、一方の支柱に装備されています。もう一方の支柱には振子が入っています。この振子は鉛直方向を検知して、標準誤差を補正します。マイクロプロセッサは、分度盤の読みと振子の読みから、高度分度の値を表示します。正と反の位置で測定した鉛直角の標準偏差は、3"です。正

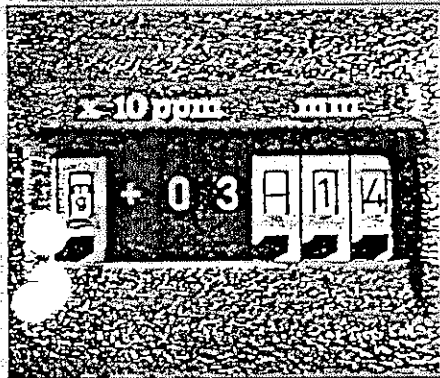
か反のどちらか一方の位置で測定した鉛直角の標準偏差は、6"です。タキマットを使って行なう間接水準測量の精度は、レベルを使って行なう通常の水準測量の精度と同じです。

たとえば、掘削作業台の上または鉛直方向からはずれた固定軸を使った作業を行ないたい場合には、振子の軸の働きを止めることが可能です。そのときは、高度分度盤の読みは、タキマットの器械軸に関係してきます。



完全な電子式測定システム

単位
スケール補正
加算



測定範囲: 0.000mm ~ 20.000mm (0.000ppm ~ 2000.0ppm)

精度: ±0.001mm (±0.1ppm)

電源: 単三電池 2本 (LR6)

寸法: 幅 100mm × 高さ 100mm × 奥行 30mm

重量: 約 1.0kg

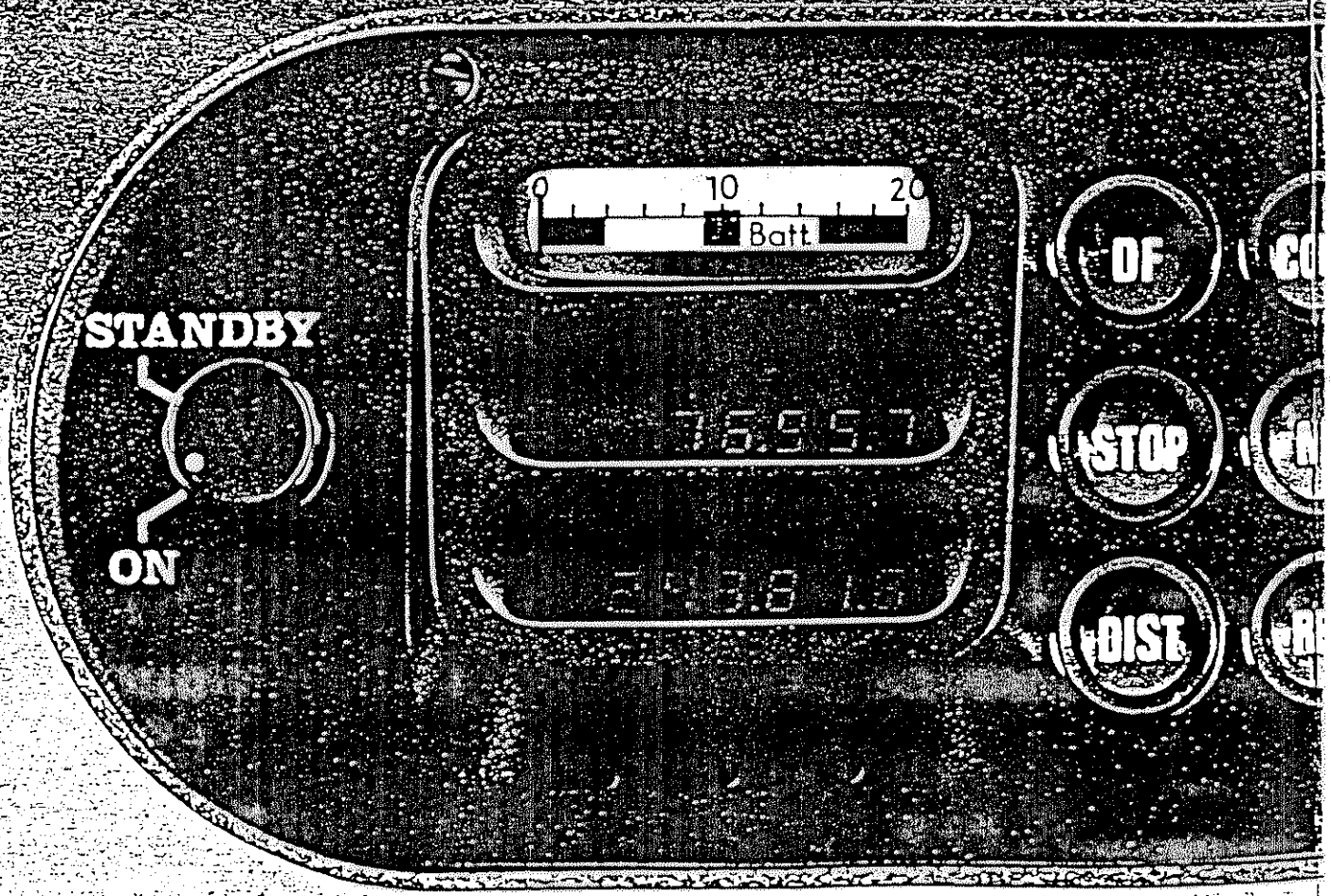
付属品: 測定棒、電源ケーブル、取扱説明書

※ 測定棒の長さ: 100mm

※ 測定棒の径: 10mm

※ 測定棒の材質: ステンレス

※ 測定棒の表面処理: 鏡面研磨



タキマツトでは、測定、測角、計算、表示が自動的に実行
されます。

（平均の平均値を表示しながら計算ができます）

タキマツトの測定方法

表示

測定方法：測定対象物の中心にタキマツトの測定頭を置き、測定頭を回転させて測定を行います。

表示方法：測定結果は液晶ディスプレイに表示されます。測定値、角度、計算結果などが表示されます。

測定精度：タキマツトは高精度の測定を行うことができます。測定精度は約±0.01mmです。

測定範囲：タキマツトは幅広い測定範囲に対応しています。測定範囲は約100mmから1000mmです。

測定速度：タキマツトは高速の測定を行うことができます。測定速度は約1000mm/sです。

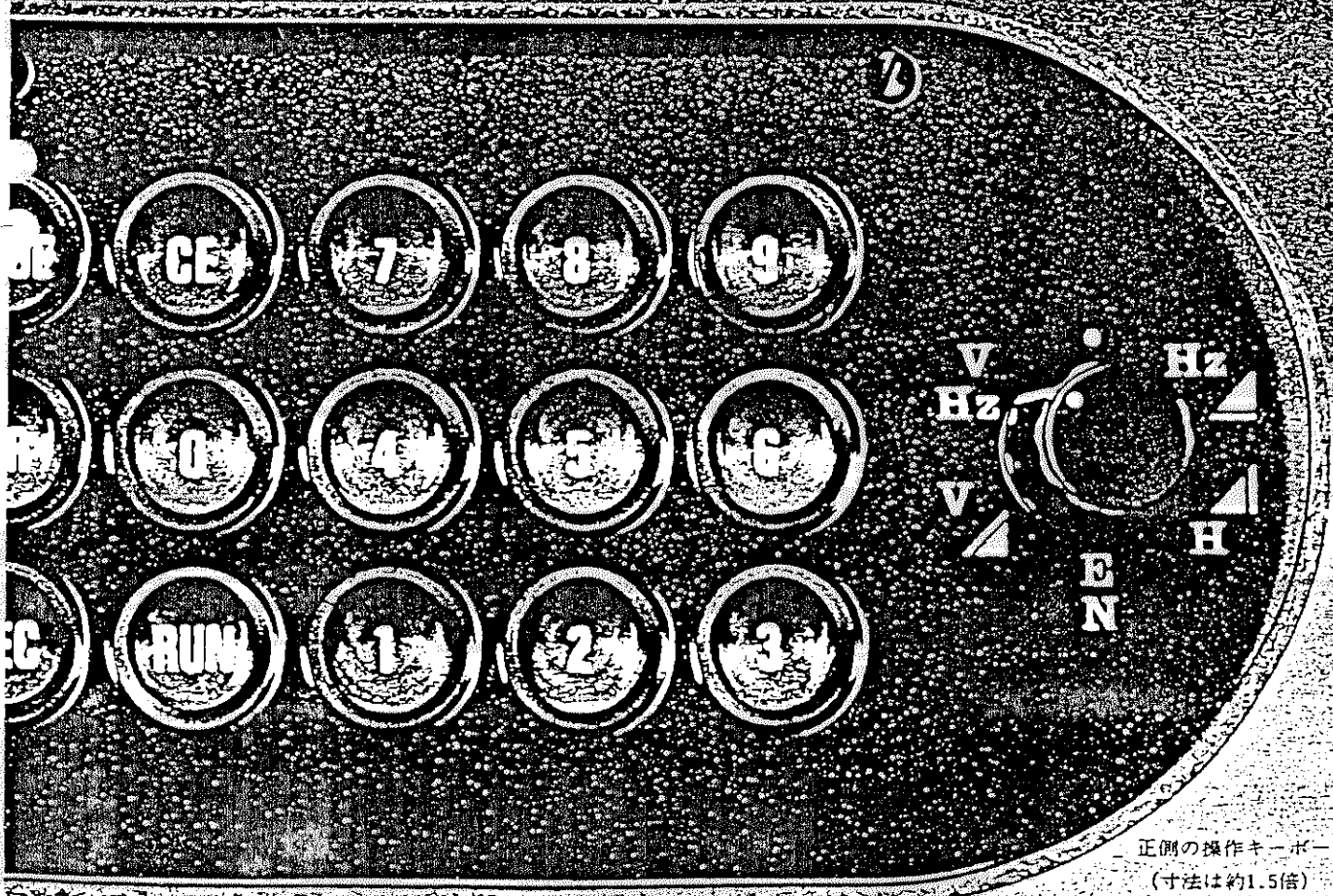
測定環境：タキマツトは様々な測定環境に対応しています。測定環境は約0℃から50℃です。

測定対象物：タキマツトは様々な測定対象物に対応しています。測定対象物は約1mmから1000mmです。

測定結果：タキマツトは測定結果を自動的に保存することができます。測定結果は約1000個です。

測定時間：タキマツトは測定時間を自動的に短縮することができます。測定時間は約10分です。

タキマツトは、特別な
器具である器具です。



正側の操作キーボード
(寸法は約1.5倍)

測定データの記録方法

測定と記録が、これほど容易にできるものは他に見当りません。オペレーターは何を記録するか、いちいち考える必要がありません。

オペレーターは、プリズムを視座して、**[DIST]** キーを押し測定を行ない、**[REC]** キーを押すだけでいいのです。表示セレクト・スイッチがどの位置に設定してあるかに関係なく、データは自動的に記録されます。

測定ブロック

距離の測定を行なわなかった場合には、斜距離、水平距離、高低差はゼロとして記録されます。

ブロック・ナンバーは、テープ内での記録順序の番号です。空のカセット・テープでは0001から始まり、記録ごとに自動的にナンバーがあがります。

7桁のポイント・ナンバーは、どんな値にでも設定できます。何の指示も行なわないと、自動的にナンバーがあがります。(連続ポイント・ナンバー)

水平角は、2回記録されます。しかも、鉛直角、斜距離、水平距離及び高低差の間に相互関係が成立します。このような関係から、コンピューターは、データの転送後、しかも、データ処理の前に、データのチェックを完全に実行できます。記録データの内部点検の結果、測定単位、ブロックの形式(測定ブロックかコード・ブロックか?)、自動補正機構を使用したかどうかなどは、自動的に記録されます。

コードづけした情報の記録

測定値の記録だけでは十分ではありません。後にコンピューターで処理するためには、測定値がいかなる測定値であるかがコンピューターで判断できるようにしておく必要があります。それは、作業番号、日付、器械点番号、器械高、プリズム高、データの測定方法などの情報です。これらの情報は、コードづけして、コード・ブロックとして記録します。1つのコードにつき2組の数値情報(最大7桁)を一度に記録することができます。

コード・ブロック

ブロック・ナンバーとポイント・ナンバーは、測定ブロックのときと同じです。コード・ナンバーと2組の情報は、データの安全を確保するため2回記録されます。スイッチ・パネルに設置されたスケール補正值と加算定数が、自動的に記録されます。

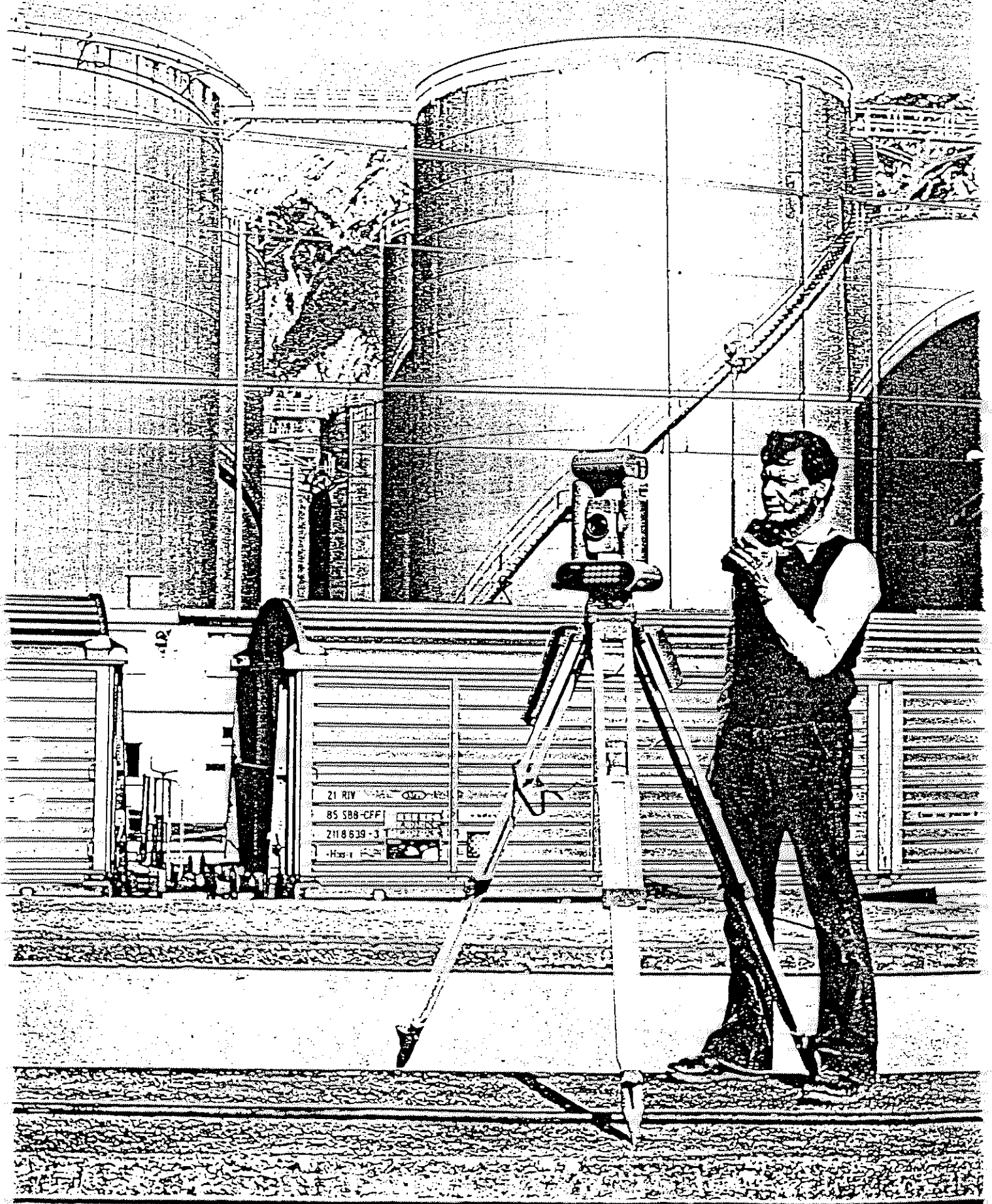
記録系統の特性

記録系統の特性は、測定データの記録方法と密接に関連しています。測定データの記録方法は、オペレーターが測定を行なうときに、自動的に記録されることを特徴としています。記録系統の特性は、測定データの記録方法を決定する上で重要な要素となります。

記録系統の特性は、測定データの記録方法を決定する上で重要な要素となります。記録系統の特性は、測定データの記録方法を決定する上で重要な要素となります。記録系統の特性は、測定データの記録方法を決定する上で重要な要素となります。

記録系統の特性は、測定データの記録方法を決定する上で重要な要素となります。記録系統の特性は、測定データの記録方法を決定する上で重要な要素となります。記録系統の特性は、測定データの記録方法を決定する上で重要な要素となります。

-0217	L	0000048	2938060	1013910	0010585	0010582	-0000231	2938060
-0218P	L	0000049	30 30	136		00-06	136	
-0219	L	0000049	2774660	1006200	0009684	0009684	-0000094	2774660
-0220	L	0000050	2957840	0994380	0014536	0014535	0000128	2957840
-0221	L	0000051	3053160	0998900	0013643	0013643	0000024	3053160
-0222	L	0000052	3066520	0996850	0014572	0014572	0000072	3066520
-0223	L	0000053	3166910	1000200	0014102	0014102	-0000004	3166910
-0224	L	0000054	3258800	1000730	0015256	0015256	-0000017	3258800
-0225P	L	0000055	30 30	76		00-06	76	
-0226	L	0000055	3344600	1000040	0030256	0030256	-0000002	3344600
-0227	L	0000056	3322780	0996340	0039673	0039672	0000228	3322780
-0228	L	0000056	3323580	0996340	0039676	0039675	0000228	3323580
-0229	L	0000057	3279000	0995910	0046903	0046902	0000301	3279000
-0230	L	0000058	3276240	0995070	0055312	0055310	0000429	3276240
-0231	L	0000059	3112240	1004770	0049141	0049140	-0000368	3112240
-0232P	L	0000060	34 34	- 3820		00-06	- 3820	
-0233	L	0000060	30 30	3820		00-06	3820	



ウILD社は測定、記録、コンピューターへのデータ転送の3つが行なえる、完全な測量システムを開発しました。

カセット・リーダー(GLE1)

カセット・リーダーは、タキマットとコンピューターとの間をつなぐものです。このカセット・リーダーは、カセット・テープを読み取り、処理すべくコンピューターへデータを転送します。

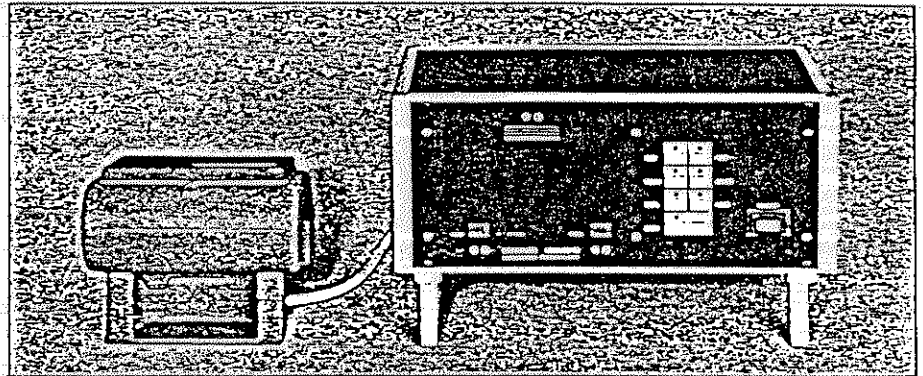
カセット・リーダーには、テープ送り、データ転送、転写(コピー)、消去のためのボタンおよび4桁のブロック・ナンバーの表示部がついています。RS232(V24)インターフェイスとテレタイプTTY出力用インターフェイスが、標準装備されています。その他の仕様の出カインターフェイスのご要求があれば、供給いたします。

記録データは、プリンターで直接プリントアウトできます。データは、編集し処理を行なうために、パーソナル・コンピューター、ミニコンピューター、汎用コンピューターへ転送できます。また、モデムに接続することにより、電送が可能です。

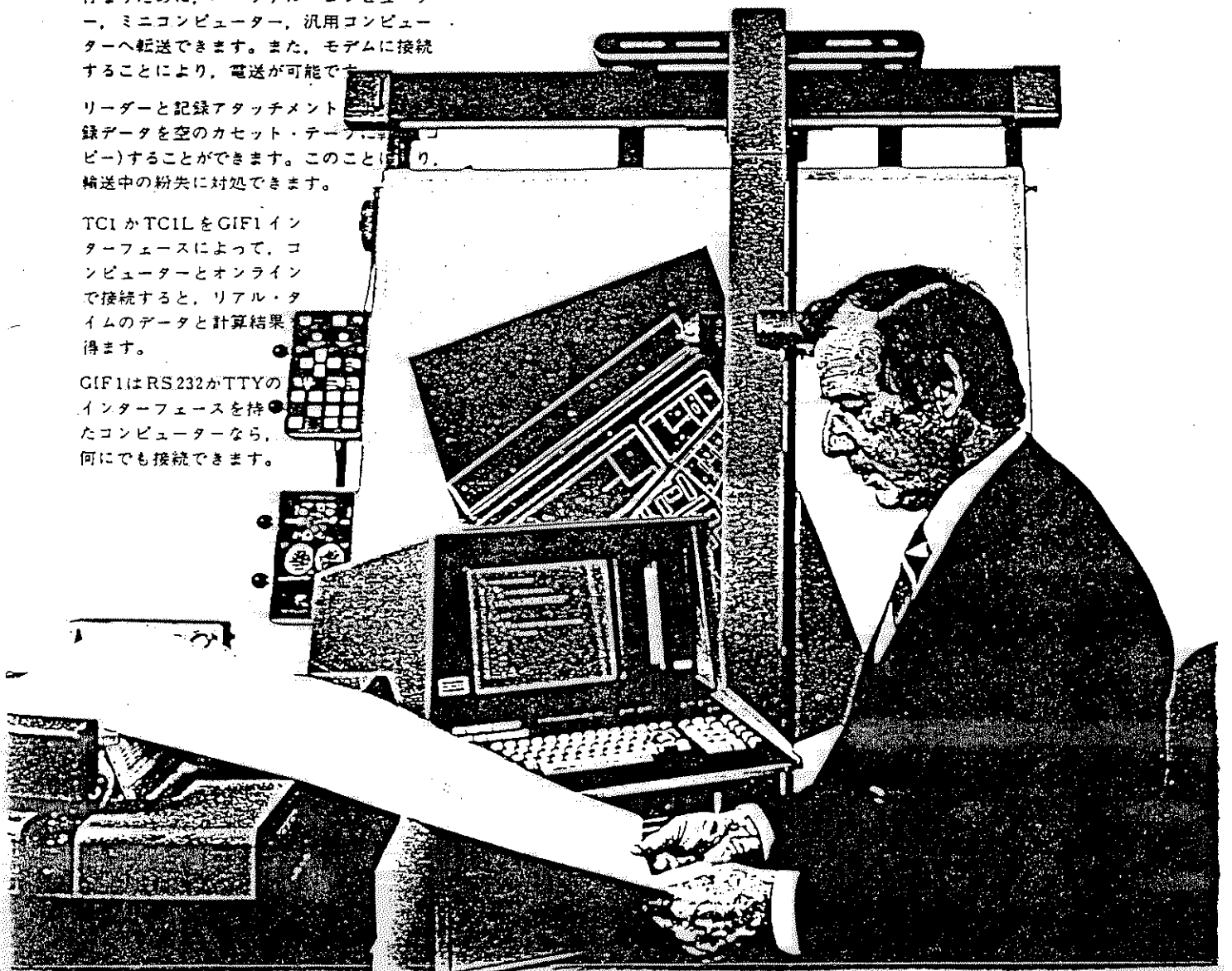
リーダーと記録アタッチメントで記録データを空のカセット・テープにコピーすることができます。このことにより、輸送中の紛失に対処できます。

TC1かTC1LをGIF1インターフェイスによって、コンピューターとオンラインで接続すると、リアルタイムのデータと計算結果が得られます。

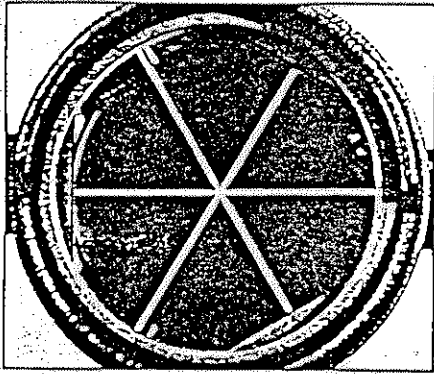
GIF1はRS232かTTYのインターフェイスを持ったコンピューターなら、何にでも接続できます。



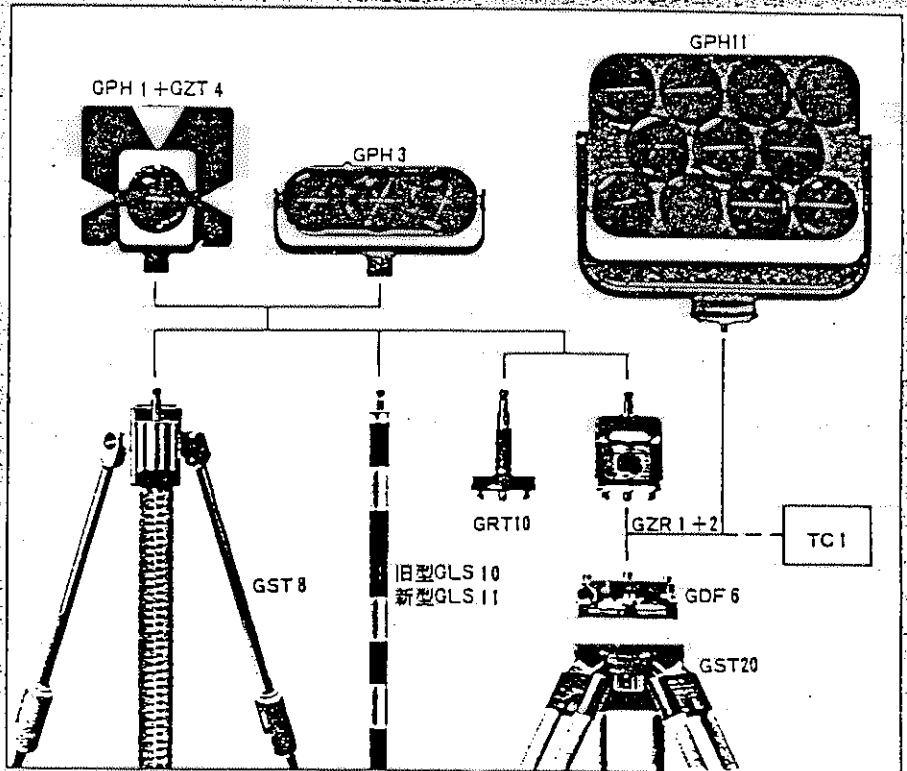
カセット・テープの転写を行なっているところ。



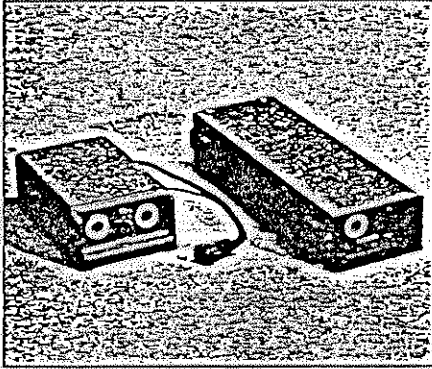
反射器類



新しい反射器系統は、クキマット用に設計されたものです。
 プラスチック枠にはめこまれた小型円型プリズムは、必要に応じて、1素子プリズム・ホルダー、3素子プリズム・ホルダー、11素子プリズム・ホルダーに取り付けることができます。1素子と3素子のプリズムはボールあるいは新型の反射器スタンドGST 8に取り付けられます。また、どの反射器も整準盤に取り付けることができます。順応性、互換性、大変すぐれています。



電源部



電源は12Vバッテリーからコンバーターを通してタキマット本体に供給されます。小型コンバーターは三脚の脚部に吊り下げて、ケーブルでタキマットの底部に接続します。電流は内部にある滑りリングを通して流れるので、タキマットの回転は大変スムーズです。

充電式の12VのNiCdバッテリー(容量7Ah)。このバッテリーが完全に充電してあると、タキマットで測定及び記録を行なって約5時間使用できます。

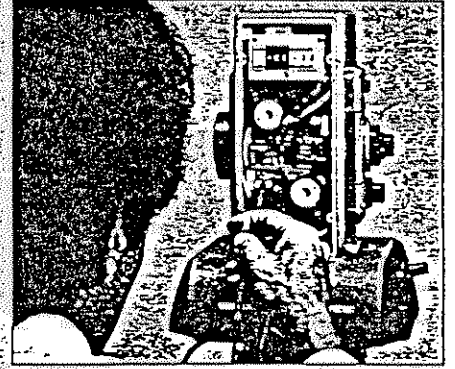
もちろん、タキマットは12VのDC電源ならば、どんな電源でもご使用いただけます。

運搬と梱包



TC1/TC1Lには、頑丈な、フォーム・ラバーが貼りつけたプラスチック・ケース(背負い肩ひもつき)が用意してあります。

アフター・サービス



タキマットは、アフター・サービスが簡単に行なえるように、モジュール式的设计になっています。タキマットは、世界中の国々にいる、熟練したサービス・エンジニアに保護されています。



テクニカルデータ

望遠鏡

同軸、正像、ズーム効果により至近距離では、全面焦点が合致します。

倍率(M)と視野(FV)	距離	M	FV
	無限遠	25×	1.8°
	100m	24×	1.9°
	10m	20×	2.3°
	2m	14×	3.2°
対物レンズの有効径	送信	34mm	
	受信	46~59mm	
最短視準距離	2m		
傾斜範囲	±5°		
反転	対物レンズ側を通し行なう		

整準盤の基台から鉛直軸までの高さ: 196mm(±T2)

整準盤: ウィルド製GDF6。光学球心設置つき。

気泡管の感度	円形気泡管	8"/2mm
	平板レベル	30"/2mm
	望遠鏡レベル	60"/2mm
望遠鏡レベルの設定精度(合致式)	約±2'	

自動補正機構	十字テーブルの振子
作用範囲	±5'
設定精度	±1'

測角方式	デジタル方式
水平角の分解度(HとVの目盛間隔)	12500"
分解度の直径(HとVとも)	80mm
目盛間隔(HとVとも)	0.032°(約104')
光学電子式走査	180°対向型

角速度の表示	360°/秒
(左回り方向に「-」符号付き)	60進法
1分変位(32分間補間)	約3.2(約104')
1分間の最大許容回転速度	2回転/秒
正対向の位置で測定した水平角の標準偏差	3'
自動補正機構を使用して測定した位置で	3'
鉛直角の標準偏差	3'

測定の距離	完全自動
信号の減衰	自動フィルター使用
光束の中断	測定結果に影響なし
測定プログラム3種類	[DST] [DF] [DST] [RUN] [DST]
測定と補正の時間	8秒、15秒、1秒
測定値の標準偏差	5mm、5、15mm、10、30mm の各々±5mm/kmを加算

[DST]	普通の条件のとき
[DF] [DST]	長い距離で受光信号が弱いとき
[RUN] [DST]	打ち方の用の下ラッキング時にSTOPが入力されるまで自動的に繰り返される
測定プログラムの範囲	1999~9999m

ウィルド製円形プリズム使用のときの測定範囲

機種	円形プリズムの番号	気象条件悪い1)	気象条件普通2)	気象条件良好3)
TCI	1	約0.6km	約1.0km	約1.3km
	3	約0.8km	約1.5km	約2.0km
	7	約1.0km	約1.8km	約2.5km
TCIL	1	約1.2km	約2.5km	約3.5km
	3	約1.5km	約3.5km	約5.0km
	7	約1.7km	約4.5km	約6.0km
	11	約1.8km	約5.0km	約7.0km

- 1)ひどい霞がかかっていて、視界が約3km。または、非常に明るい日光で、熱によるかげろうがひどく出ている。
- 2)わずかに霞がかかっていて、視界が約15km。または、程よい日光で、熱によるかげろうがわずかに出ている。
- 3)曇っていて、霞がかかっていない。視界が約30kmで熱によるかげろうが出ていない。

距離の表示	メートル又はフィート
最小の表示単位	1mm
明確に表示される最大値	9999.999m

ケルビン補正	-990ppm ~ +990ppm
補正の最小単位	10ppm = 1mm/100m
加算定数	-99mm ~ +99mm
定数の最小単位	1mm

送信ダイオード	GaAs発光ダイオード
受信ダイオード	シリコンフォトダイオード
光束の散開(半分の出力のとき)	47.6°
測定波の波長	10.8857mm(赤外線)
測定周波数(ダイオードの単位)	28500Hz
精密測定	4870255Hz ~ 307692m
粗測定	74927Hz ~ 2000m

記録方式	GREY
記録速度	MFE-250BH(1000)
記録の読み取り	転写
早送り/早戻し	25cm/秒
	100cm/秒

セントロテープ	DC-30HL(ブロックドラッグ)
始めと終りの印	BOTとEOTの孔
長さ	約80m
巻数	2000 ~ 2200ブロック
記録方式	バイナリ(5レベル)
記録密度	BCD 74レベル
	400ビット/インチ
ブロック間の隙間	256ビット = 0.604インチ = 16mm
ブロック間の隙間	約25mm

電源	NiCd(7Ah)
入力電圧	12V(±10%)
出力電圧	11.5V ~ 14V
出力電圧	5.5V ~ 10V ~ 12V
温度補償(標準用)	EST-5020/TZ-S/A75×20

消費電力

スイッチがSTANBYのとき	8W±0.7A
スイッチがONのとき	13W±1.1A
測距のとき	16W±1.3A
記録のとき	19W±1.6A
フル充電したバッテリーでの作業時間	
測定と記録のとき	約5時間
測定のみするとき	約6時間

充電器GKL11又はGKL13

7 Ah, NiCdバッテリー用	115V/220V, ±20%
電源電圧	50~60Hz
消費電力	約25VA
充電電流	0.7A, ±10%
空バッテリーの充電時間	約14時間
バッテリー充電時の温度	±10℃, ±30℃

作動温度範囲(外気温)

-20℃ ~ +50℃

寸法と重量

	長さ (cm)	幅 (cm)	高さ (cm)	重量 (kg)
タキマット(標準器GDF6つき)	24	24	37	9.6
タキマット用ケース	36	29	44	4.8
標準器	38	20	11	1.1
記録装置	47	17	10	2.1
バッテリー	29	11	6	3.0
付属品ケース	36	29	23	3.9

カセットリコーダーGLE1

電源電圧	115V/220V, ±20%, 50~60Hz
消費電力	30VA
電源	EST5020/TZ-5A/5×20
温度範囲	±5℃ ~ ±15℃
作動時	±15℃ ~ ±20℃
保管時	20% ~ 95% 相対湿度
相対湿度	MFE250B

テープ取りと転写	25cm/秒
テープ送り速度(標準)	100cm/秒
RS232C	RS232C(CC-1)115V/24
ケーブル	20m/分と20m/分(100)
アダプター	DB-25S
データ転送速度	110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600bps, 切換可
9600bpsでのテープ1本の転送時間	約20分
コード	ASCII
コントロール	コントロールビット15デューティ(72%)5ビット(1) (0ビット構成に切換可)
エラー検出	パリティエラー検出と行エラー検出
転送の遅延	転送の遅延(データ)10ms(1) (10ms)
転送方法	ACK/NAKなし
転送方向	1方向の切換可
寸法と重量	33cm×24cm×13cm, 2.4kg

注文コード番号

注文コード番号	タキマット
376260	ワイルド・タキマットTC1, コンバーター付き, ケース入り。
402190	ワイルド・タキマットTC1L, コンバーターとフィルター付き, ケース入り。
296643	標準器GDF6, 光学求心装置付き。
296632	三脚GST20(伸縮式)
316170	三脚GST20-2, 長さ2.5m(伸縮脚付き)
409667	電源部
409673	NiCdバッテリー, 12V, 7Ah
349644	バッテリーケーブル, 長さ1.2m, 外部バッテリーケーブル, 長さ4m, 自動車用バッテリー等に使用するもの。
409669	充電器GKL13, 115~220V, 電源コードと充電ケーブル取り付け済み
362830	反射器類
325189	円形プリズム, ケース入り。
362820	円形プリズム12個収納ケース
353163	1素子プリズムホルダーGPH1
362823	ソフトケース, 1素子プリズムホルダーGPH1用, 標的板, 1素子プリズムホルダーGPH1はめ込むもの。
391305	1素子プリズムホルダーGPH1用ソフトケース, 標的板, 標準器各々2個収納ケース
362819	3素子プリズムホルダーGPH3用ソフトケース, 標的板, 標準器各々2個収納ケース
376233	11素子プリズムホルダーGPH11用ソフトケース, プリズム受けGRT10, 1素子プリズムホルダーGPH1と3素子プリズムホルダーGPH3用ソフトケース
325722	平板レベル付きプリズム受けGZR2, 光学求心装置なし。
385500	求心器, 伸縮式円形気泡管付, 長さ20.05cm, 1Hの目盛付き, 22.15mmの伸縮可
403427	求心器, 伸縮式円形気泡管付, 長さ20.05cm, 1Hの目盛付き, 22.15mmの伸縮可
353196	円形三脚GST15, 伸縮脚付き
376200	反射器, 光学SGST18, 5cm目盛付き
2374930	0.15m延長用部品, 反射器SGST18, 光学求心器と2素子プリズム受け
403428	1m延長用部品, GST18, 求心器と2素子プリズム受け
296643	標準器GDF6, 光学求心装置付き, ソフトケースとGPH1用
376234	記録アダプターGRE1, ケース入り。
391346	カセットリコーダーGLE1, RS232ケーブル付き, 3点で構成されています。
3125191	カセットリコーダーGLE1, RS232/TTYケーブル付き, 電源コード付き
2374932	RS232ケーブル, 長さ3m, GLE1とプリズムホルダー間の接続用
2428793	転写用ケーブル, ケースと3点の転写用部品付き
391347	カセットリコーダーGLE1, RS232ケーブル付き, 3点で構成されています。
125191	カセットリコーダーGLE1, RS232/TTYケーブル付き
2374933	RS232ケーブル, 長さ3m, GLE1とプリズムホルダー間の接続用
228793	延長用ケーブル, ケースと3点の転写用部品付き, GLE1と各々のケーブルと接続する特殊ケーブル付き
376235	ミニトキマットGCK1, ケース入り
376236	ミニトキマットGOK6, ケース入り

**WILD
HEERBRUGG**



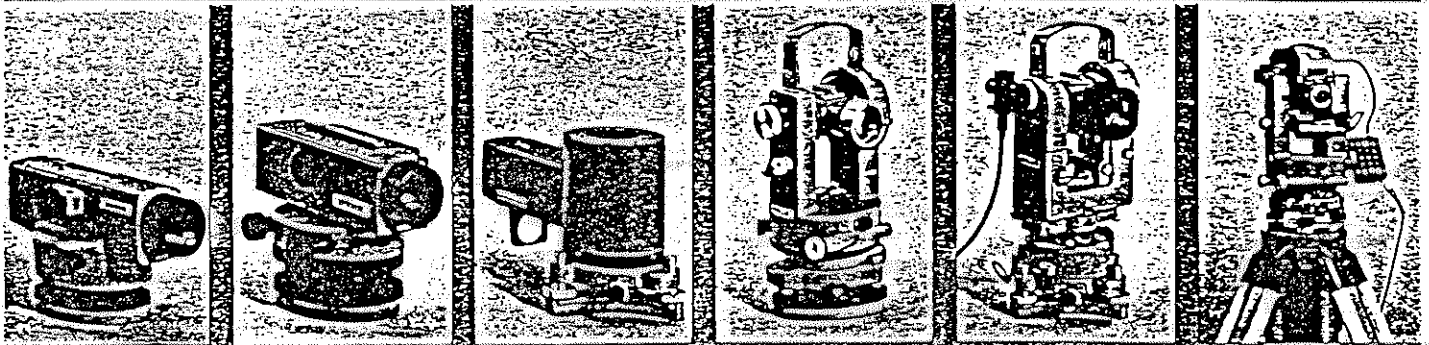
日本総代理店

シibel機械株式会社

調査機器部

本社 東京都千代田区丸の内3-4-1(新国際ビル) ☎03(216)4411
 名古屋営業所 名古屋市中区錦1-17-13(名興ビル) ☎052(221)7181
 大阪営業所 大阪市南区南船場4-3-11(豊田ビル) ☎06(271)2431
 福岡営業所 福岡市中央区天神1-12-1(福岡東海ビル) ☎092(761)0305

地上測量機器、顕微鏡、航空測量機器の分野で、スイスの
 ウィルド・ヘールブルック社は、信頼性の高い精密機器を
 製造しています。ウィルド製品は光学、電子工学、精密機
 械工学の各部門の専門技術者により、最新の技術を駆使し
 て設計されたものです。ウィルド社のサービスや技術相談
 のネットワークは、世界中の128の国々に張りめぐらされ
 ています。



WildNAZ

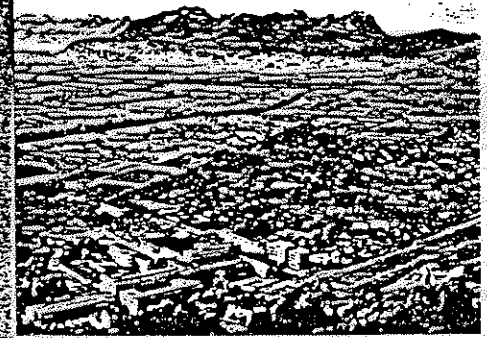
WildN

WildZ

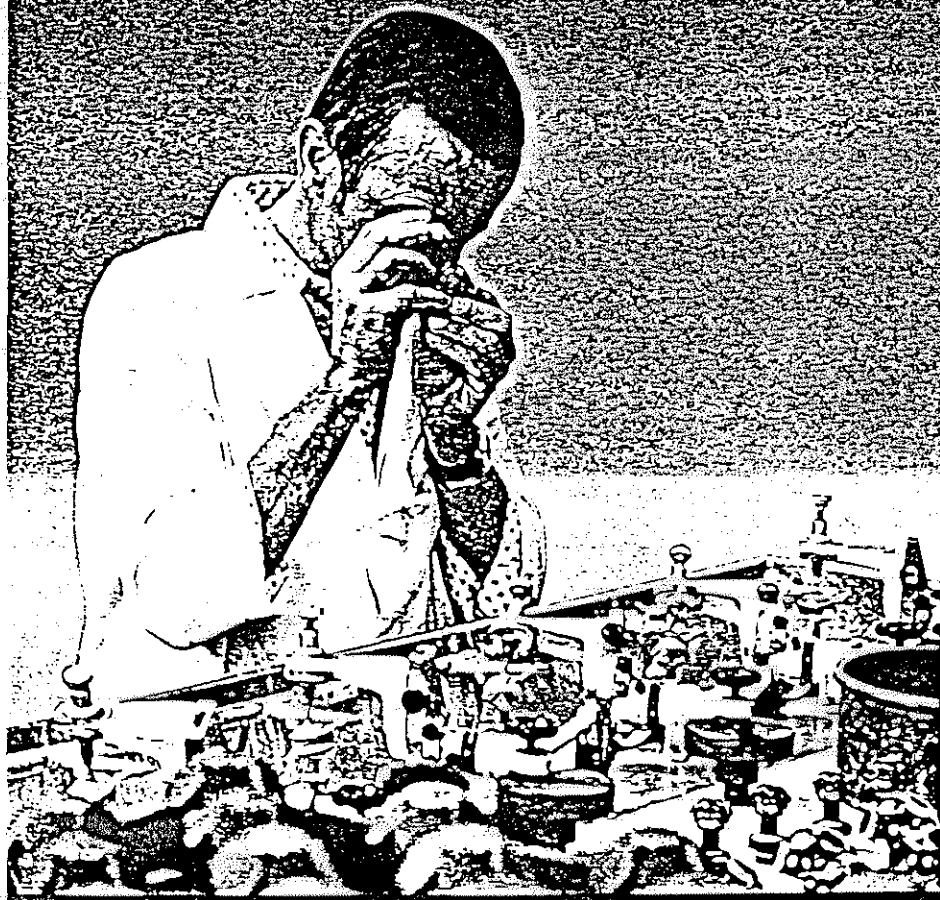
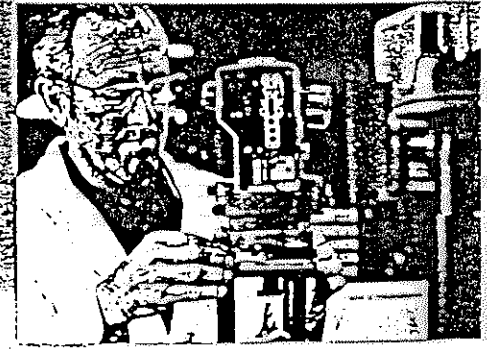
WildM

WildT2/WildGL0

WildDistomat04



ヘールブルックの工場



No.266 TC1/TCIL 1982年7月/3K

APPENDIX 5

T/G 架台の振動性状調査

T/G架台の振動性状調査

概要計画書(案)

昭和63年5月

1-1

1 目的

T/G架台の伸長に関連した、T/G架台及び梁部材の固有値の経時変化を把握するために、1号機の架台及び梁部材の振動性状を調査する。

T/G停止時にテーブルプレート各梁に測点を設け、砂袋落下による自由振動調査及び常時微動の測定を行い、その振動性状（スペクトル、最大変位）から架台及び各梁部材の固有値を求める。

更に、起動時にも測定を行い、以前（昭和61年2月）実施した発破時の振動測定結果と比較し、固有値解析の資料とする。

上記調査を数年ごとに実施し、各梁部材及びの固有値の経時変化を評価する。

2 調査概要

2.1 調査フローチャート

図-1にT/G架台、梁部材の固有値評価フローチャート（1号機）を示す。

2.2 調査方法

図-2～図-5に測定位置を示す。

測定は多点同時測定とし、架台及び各梁部材の振動性状を調査する。

振動測定には、床設置型の振動計（写真-1）を使用し、専用増幅器を介してデータレコーダに記録する。

振動測定系統図を図-6に示す。

2.3 調査工程

表-1に調査工程を示す。

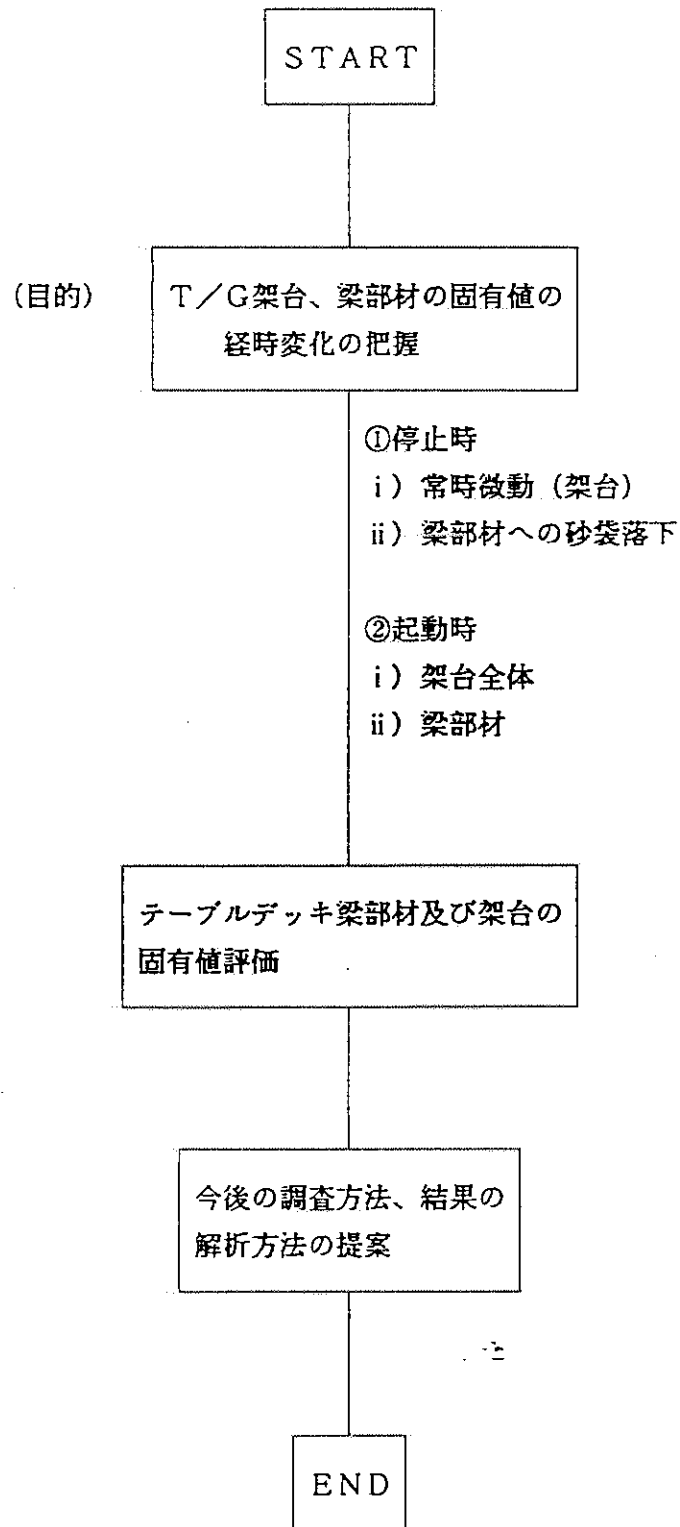
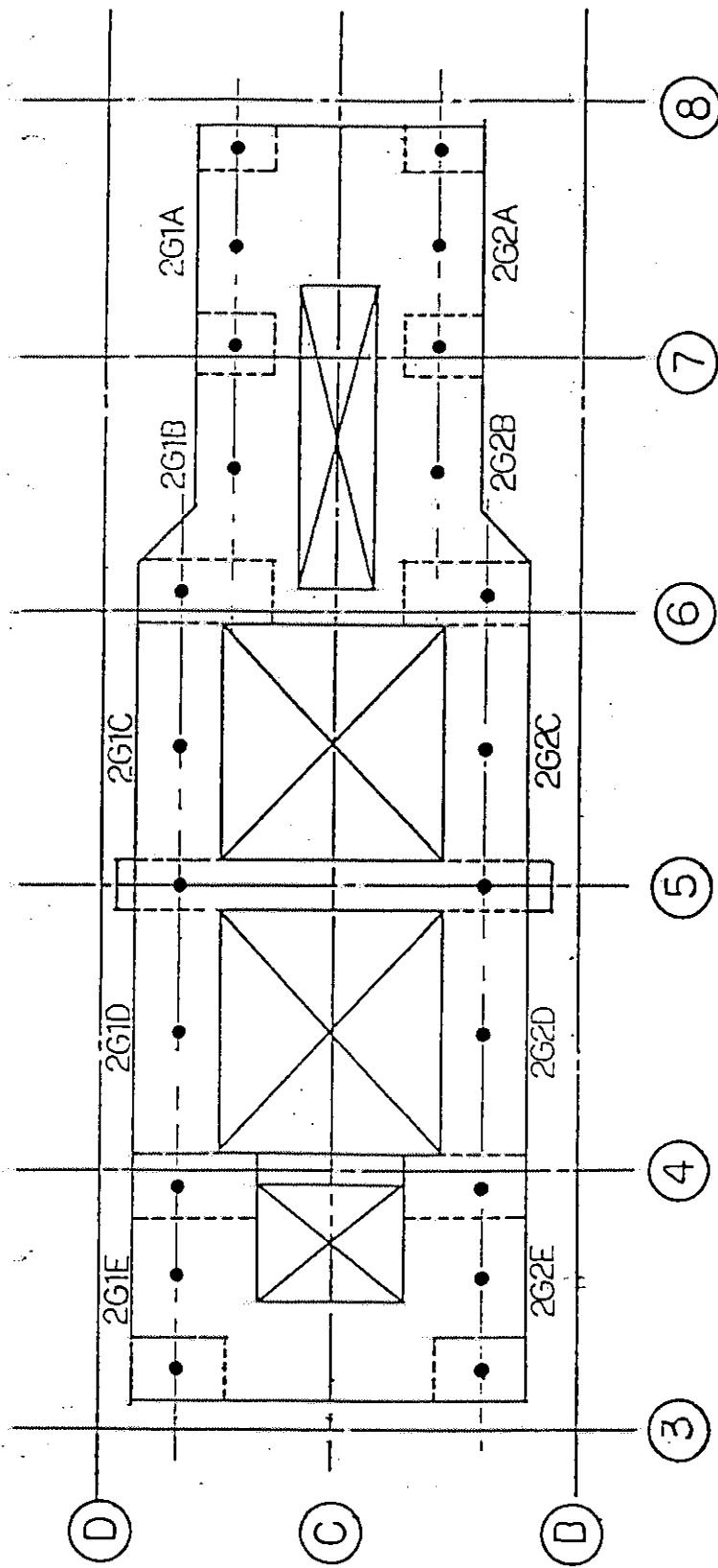
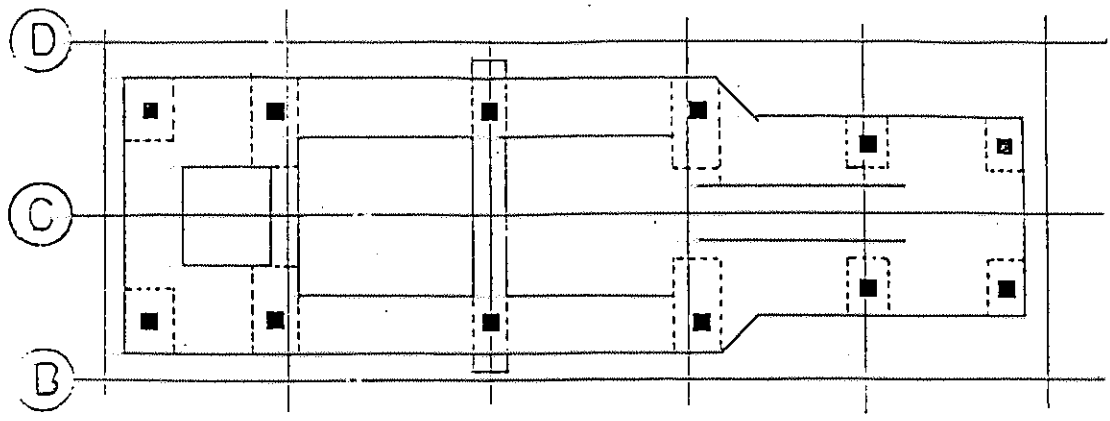


図-1 T/G架台、梁部材の固有値評価フローチャート (1号機)

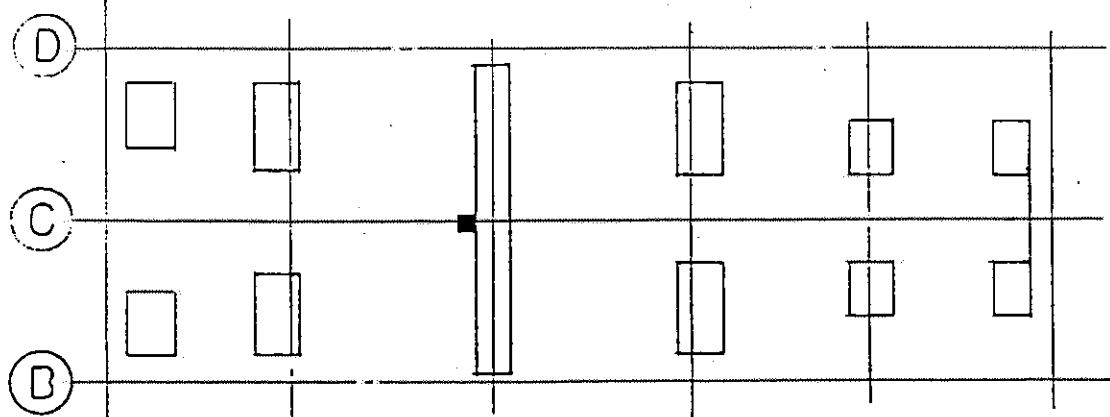


●印はセンサー設置位置を示す。(上下方向)

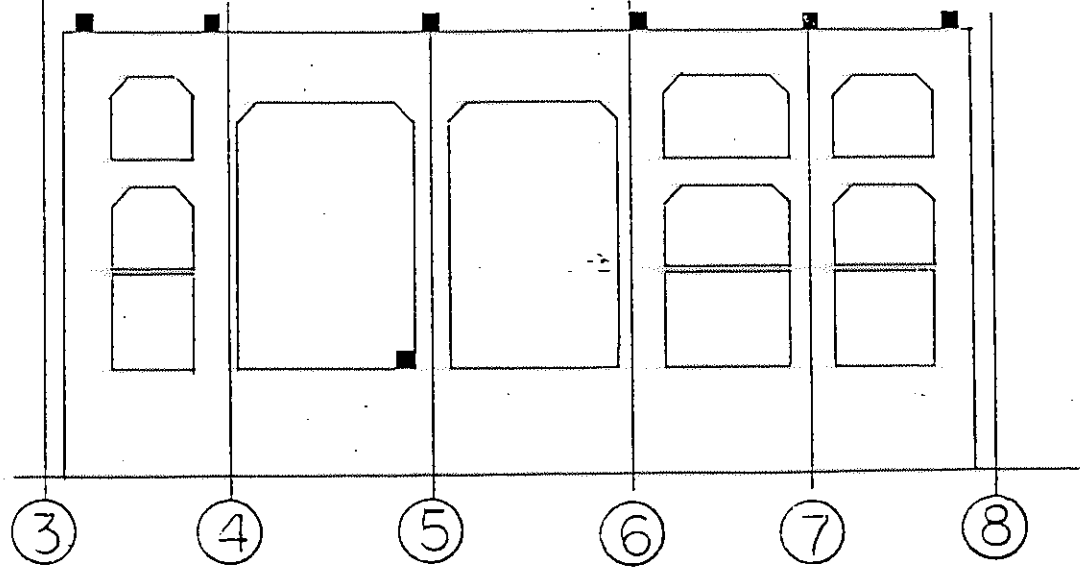
図-2 梁部材砂袋落下試験及び起動時の測定位置



テーブルプレート上



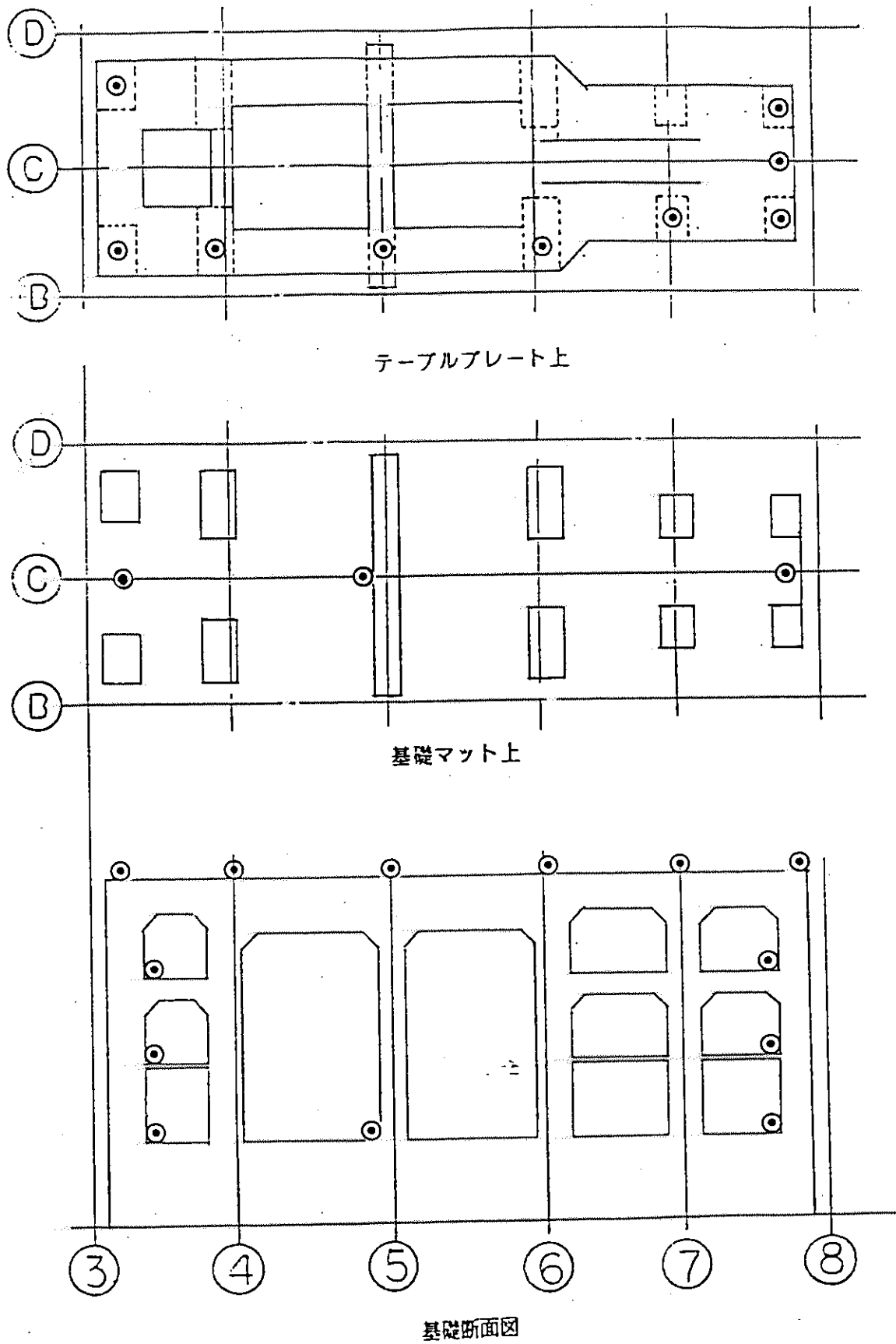
基礎マット上



基礎断面図

■印はセンサー設置位置を示す。(上下方向)

図-4 架台常時微動測定及び起動時の測定位置



◎印はセンサー設置位置を示す。(水平方向)

図-5 架台常時微動測定及び起動時の測定位置

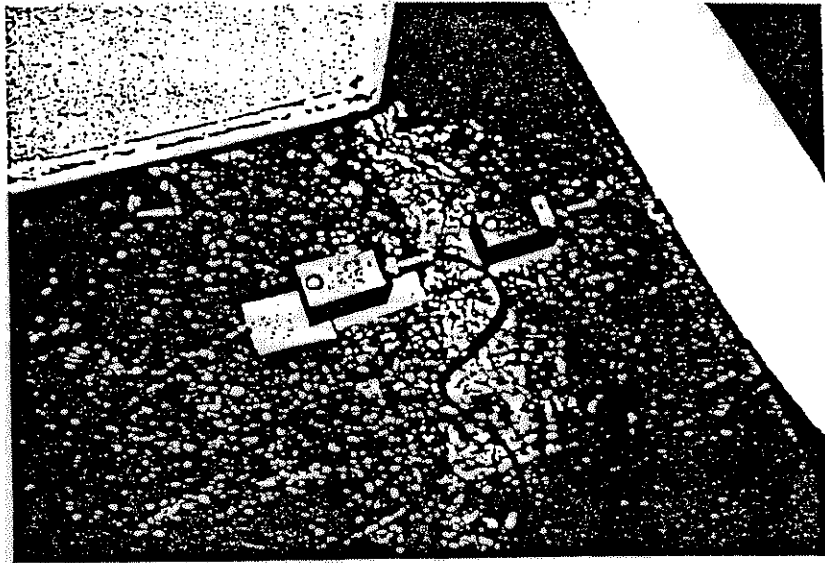


写真-1 振動計

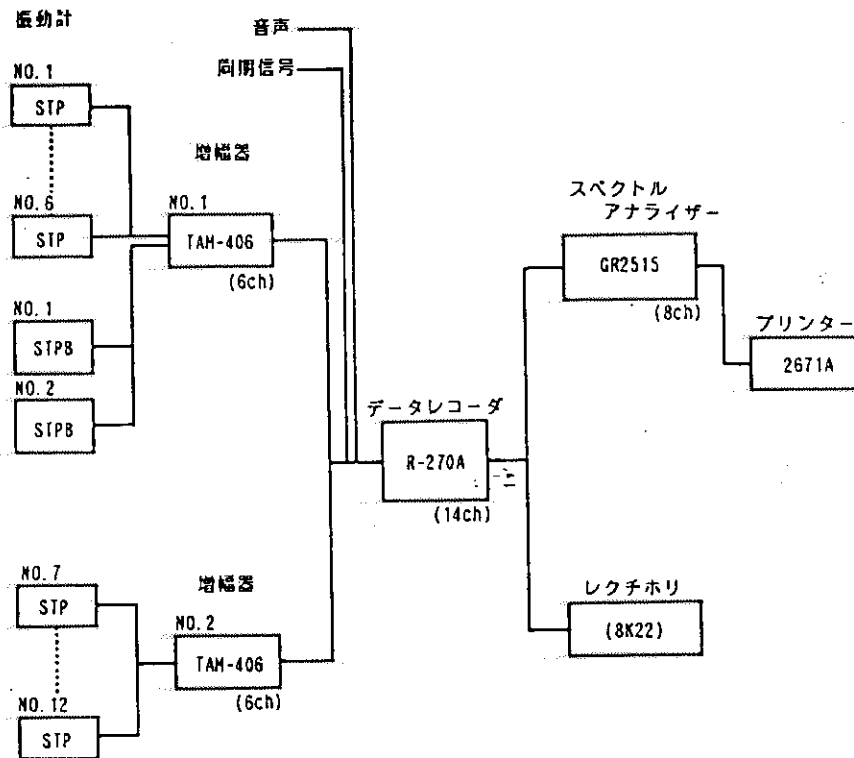
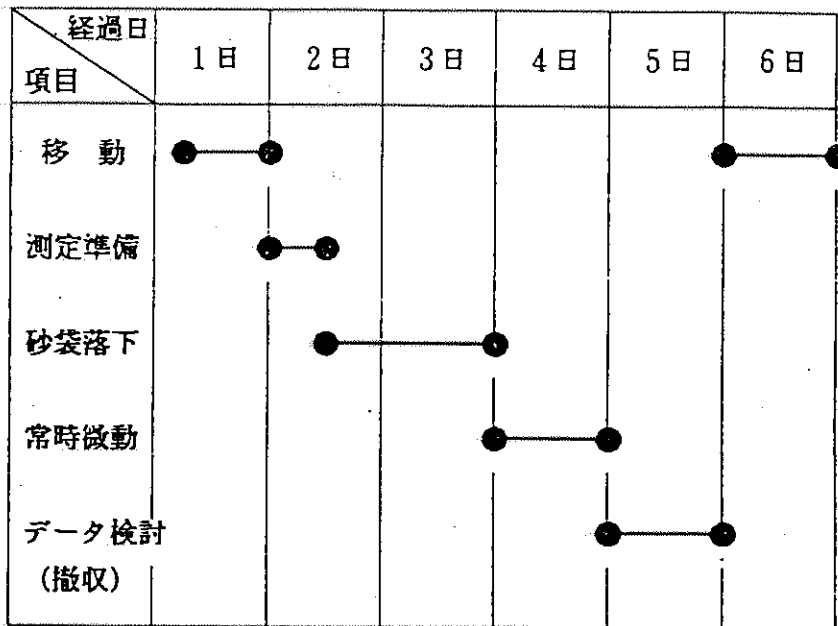


図-6 振動計測系統図

2.3 調査工程

表-1 調査工程

(1) 停止時



(2) 起動時

