

本資料は 年 月 日付けで登録区分、  
変更する。  
[技術情報室]

# 動燃情報センター免震建家維持管理基準

## 改訂報告書



1993年 2 月

動力炉・核燃料開発事業団

株式会社日建設計

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184  
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

社内資料です。刊行物に引用する場合には、事業団の承認が必要です。



社内資料

PNC ~~1410~~ N1410 93-005

1993年2月

## 動燃情報センター 免震建家維持管理基準 改訂報告書

鈴木 政美* <sup>1</sup>	桐原 英秋* <sup>4</sup>
寺田 修司* <sup>2</sup>	松永 浩一* <sup>5</sup>
瓜生 満* <sup>3</sup>	山野 祐司* <sup>5</sup>
	古村 利幸* <sup>6</sup>
	新田 康男* <sup>6</sup>
	中村 嶽* <sup>7</sup>

### 要 旨

「動燃情報センター」は、動燃事業団の施設として初めて免震構造を採用し、平成3年9月に竣工した建物である。本建物は、現在動燃事業団が進めている「核燃料施設への免震構法適用研究」の中の1つの重要なステップとして位置づけられるものであり、今後、本建物を用いたR&D（地震観測，維持管理等）の展開が計画されている。

本書は、竣工後から平成5年1月までに実施した日常点検・定期点検・臨時点検等をふまえて、維持管理についての基準，保守点検要領，R&D計画等について検討し改良を行い結果をとりまとめたものである。

- 
- \*<sup>1</sup> 動燃事業団 工務建設室
  - \*<sup>2</sup> 動燃事業団 大洗工学センター 管理部 工務課
  - \*<sup>3</sup> 動燃事業団 東海事業所 建設工務管理室
  - \*<sup>4</sup> (株)日建設計 設計部
  - \*<sup>5</sup> (株)日建設計 構造部
  - \*<sup>6</sup> 清水建設(株)
  - \*<sup>7</sup> (株)大林組

## はじめに

動燃情報センターは、免震構造を用いた建物として、設計・施工されたものであり、竣工後、免震建物としてその維持管理機能が建築センターより義務づけられている。維持管理は、建物管理者、設計監理者、施工者の三者で実施することになっており、平成3年10月から平成5年1月までの間に、免震装置、免震装置周辺、建物周辺のクリアランス、設備配管継手部、別置き試験体について、日常点検2回、定期点検1回、臨時点検3回を実施してきた。

本書はこれらの点検作業及び点検結果より現行の維持管理基準について見直しを行い、改訂したものである。

尚、維持管理上の点検において、不具合は発見されていない。

動燃情報センターは、動燃事業団初の免震建家であり、その設計建設ばかりでなく、竣工後の維持管理も重要な課題である。本書は、動燃情報センターに関わる維持管理体制、維持管理契約形態、具体的な点検方法、記録書式から今後のR & D計画まで広範囲な事項を取扱っている。これは、今後核燃料関連施設建家への免震装置の適用へ向けて本書が礎となり、より具体的でかつ独自の基礎資料がさらに積み重ねられ、有効に活用されることを意図したものである。

# 目 次

## I 編 基準作成

第1章 概要 .....	1-1
1.1 意義 .....	1-1
1.2 維持管理項目及び体制 .....	1-3
第2章 保守点検の項目・方法・判定基準 .....	1-6
2.1 点検項目・判定基準 .....	1-6
2.2 点検ルート .....	1-8
2.3 変位の具体的測定方法 .....	1-10
2.4 竣工検査時判定基準及び維持管理・保守点検における初期値 .....	1-12
第3章 不具合が生じた場合の補修方法 .....	1-14
3.1 水平変位の修正方法 .....	1-14
3.2 免震装置の交換方法 .....	1-18
3.3 別置き試験体の試験要領 .....	1-27
第4章 長期計測項目の処理 .....	1-34

## II 編 保守点検マニュアル

第1章 保守点検体制及び実施概要 .....	2-1
第2章 保守点検要領（日常・定期・臨時） .....	2-11
第3章 点検シート（日常・定期・臨時） .....	2-13
第4章 保守点検結果総括表（日常・定期・臨時） .....	2-33

### Ⅲ編 その他（R & D計画等）

第1章 建家加振実験計画 .....	3-1
1.1 概要 .....	3-1
1.2 試験内容 .....	3-1
1.3 試験結果の要約 .....	3-3
第2章 建家静的加力試験結果 .....	3-12
2.1 概要 .....	3-12
2.2 試験内容 .....	3-12
2.3 試験工程 .....	3-19
2.4 試験結果の要約 .....	3-19
第3章 建家の各部及び全体の変位を計測する方法 （精密自動計測システム開発） .....	3-21
3.1 目的 .....	3-21
3.2 計測方法 .....	3-21
3.3 分析方法 .....	3-21
付① 建家全体の変位量の計測（水平変位量・鉛直変位量） .....	3-24
付② 超音波式変位センサーを用いる方法 .....	3-25
第4章 建家の地震観測システムによる常時微動観測 .....	3-27
4.1 目的 .....	3-27
4.2 計測方法 .....	3-27
4.3 分析方法 .....	3-27

添付 1. 動燃情報センターに関わる維持管理契約書等 (案) .....	付 1-1
○ 動燃情報センターの維持管理に関わる覚書 .....	付 1-1
○ 動燃情報センターの維持管理業務 (A) 仕様書 .....	付 1-8
○ 動燃情報センターの維持管理業務 (B) 仕様書 .....	付 1-16
添付 2. 積層ゴムアイソレータ鉄部の発錆の補修工事要領 .....	付 2-1
添付 3. 鉛ダンパーの発錆の補修工事要領 .....	付 3-1
添付 4. 免振装置の水平変位測定精度について .....	付 4-1
添付 5. 別置き試験体の温度影響の検討 .....	付 5-1
添付 5-1 別置き試験体軸力への温度影響の一検討 .....	付 5-1
添付 5-2 別置き試験体の温度による軸力変化の検討 .....	付 5-11
添付 6. エキスパンション部ラバープレート改修について .....	付 6-1
添付 7. 日常点検ルート及びフォーマット (改良案) .....	付 7-1
添付 8. 参考文献 免震構造に関する実物実験 .....	付 8-1

# I 編 基準作成



## 第1章 概要

### 1.1 意義

免震装置に使われるゴム、鉛等は、建築以外の分野では目新しいものでなく材料としての信頼性も大きい。しかし、建築構造物として使用されることが稀な材料であり、その面から材料特性、耐久性等未知な点も少なくない。現在、免震装置に関わるこの分野の研究が精力的に進められ次第に解明されつつあるが、建家免震は従来の耐震設計による設計体系と同等のレベルにまでも確立されているとは言い難い。とくに建物の免震装置は長年月に渡る実績を有しているわけではない。許認可上も建築センター評定を伴う建設大臣の特認を要す特殊な材料を用いる構造として現在扱われており、その維持管理が許認可の条件として義務付けられている。しかしながら、材料の信頼性、建家全体の安定性、多重の安全性等の研究成果により、基本的には免震装置をメンテナンスフリーとすることもできる。そのためには、経年実績を豊富にし、実建家の維持管理を通じて、着実にデータを積み上げていくことが肝要である。

建物管理者は形式的な維持管理、点検に終始するのではなく、免震建家の意図するところを十分に理解することが大切である。また、途中で建物管理者が交替することも十分予想でき、その場合には、引継ぎが円滑かつ確実に行われるよう、手引書として、維持管理基準書、点検マニュアル等を整備しておく必要がある。例えば、免震装置による大変形はこれまで一般の建家にはないものであり、このような大変形による建家側への影響、とくに非免震部（地面、下部基礎等）との取合部は、エキスパンションジョイントとしての機能維持が大切で、エキスパンション量が所定通り確保されているか、障害物が置かれていないか等、日常的なチェックが必要とされる。

点検とは本来異常な状況となっているか、あるいはその兆候がないか等の状態を把握することに意義があるものであり、絶えず点検できることが最も望ましい。しかしながら、毎日点検することは現実的でなく、点検の内容に照らして、適切な時期に効果的に実施する必要がある。つまり、簡易である目視を主体とした点検は比較的頻度をもって行うが、計測や試験を伴うものはある程度の間隔をもって実施する。前者を日常点検、後者を定期点検と呼ぶ。さらに、主として外的要因（地震、火災等）により、免震装置に異常が発生する可能性の高い履歴を受けた場合には速やかに点検する必要があり、その内容はかなり規模の大きな点検となる。これは臨時点検と呼ばれる。免震装置の点検は、これら日常点検、定期点検、臨時点検の大きく3つより構成され、総合的な判断の

もとに免震装置の状態把握と健全性評価がなされる。

点検と評価を適切に行うためには設計者，施工者，建家管理者の三者が一体となって維持管理に当たらなければならない。竣工後からすぐに維持管理がはじめられるため、それ以前に適切な仕様書が整備され、体制作り，契約形態のあり方等を明確にする必要がある。一方、契約形態に関わらず、三者は積極的に維持管理に臨む姿勢も大切で、そのために覚書を取り交わし、相互に確認されなければならない。

点検の頻度，検査，計測項目等は本来点検を進めていくにつれ見直されるべきものであり、長期に変化が認められなかった場合には、点検頻度を減らし、合理的な点検とすべきである。最終的にはメンテナンスフリーの免震装置へと発展されると考えられるが、それには具体的な事例によるデータの積み重ねが必要で、異常の発生しない、変化のないことのデータも重要な意義をもつものである。動燃事業団の最初の免震建家であることはさらにそのデータ蓄積の意義を強くしており、将来の核燃料施設建家への免震装置の適用の可能性という意味から、一般的なこの種の項目以上にかなり詳細な計測も対象となると言える。

一方、計測項目，データシート，データの保管場所等予め明確にしておく必要があり、長期に渡る計測であることと同じく、完成初期から必要な事項を漏れなく実施する上からも予めシステムを明確にしておく必要がある。さらにこれは実施に移された以後も改良を行い、より合理的かつ効果的なシステムへと発展させていかななければならない。

## 1.2 維持管理項目及び体制

### (1) 維持管理体制

免震構造物がその機能を発揮するためには、免震装置の性能が十分に維持される必要がある。

積層ゴムアイソレータは十分な維持管理を行うことにより、建物耐用年数と同程度以上の耐用期間があると考えられる。鉛ダンパーは原則的にはメンテナンスフリーな機構を採用している。

免震構造物の維持管理を行うためには、建物管理者、設計監理者、施工者により成る組織的な維持管理体制が必要である。図1-1に維持管理体制のフローを示す。点検は建物管理者が行う日常点検と施工者が実施する定期点検・臨時点検による。建物管理者は施工者と維持管理契約を結び、定期点検・臨時点検の委託をする。

建物設備等の改修・増設を行う場合、建物管理者は設計監理者に報告し、設計監理者は本システムに合致した設計及び施工になっていることを確認する。

建物管理者は、建物使用者に対して、建物の免震機能を損わぬよう日常の使用で注意すべき点の説明を行う。

#### ① 日常点検

- ・日常点検は建物管理者が行い、設計監理者に報告する。
- ・設計監理者は建物管理者の報告を受け、不具合があると判断した場合、臨時点検を指示する。
- ・日常点検は半年毎に行う。

#### ② 定期点検

- ・定期点検は施工者が行う。
- ・設計監理者は点検項目を指示し、結果の報告を受ける。
- ・定期点検は竣工後1年・3年・5年・10年・以後10年毎に60年迄継続して行うものとする。それ以後は別途協議による。
- ・別置き試験体の構造特性試験を、竣工後10年毎に60年迄継続して行うものとする。それ以後は別途協議による。
- ・必要に応じて抜取りによる鉛ダンパーの減衰性能試験を行う。

### ③ 臨時点検

- ・臨時点検は建物管理者からの日常点検報告を受けて設計監理者の判断により、また  
※1  
建物周辺地域が当面震度Ⅳ以上の地震を受けた時、暴風，浸水，火災などの被害が  
免震装置に及んだ時に行う。

(暴風に関しては管区气象台にて風速40m以上の風が観測された際に行う)

- ・臨時点検は施工者が行う。
- ・設計監理者は点検項目を指示し、結果の報告を受け、補修要領を指示する。
- ・必要に応じ、装置を取外して試験を行う。

### (2) 維持管理体制構成者

維持管理体制における構成各者は以下とする。

- ・建物管理者 動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター管理部
- ・設計監理者 動力炉・核燃料開発事業団工務建設室 株式会社日建設計
- ・施工者 清水・大林共同企業体
- ・メーカー 免震装置製作メーカー

### (3) 契約

本免震構造物の所有者である動燃事業団、設計監理者である日建設計及び施工者との間で取交わす覚書及び契約書（仕様書）案を添付1に示す。

注) ※1 震度Ⅲに近い震度Ⅳの場合、動燃事業団による簡易的な臨時点検に替えることができる。

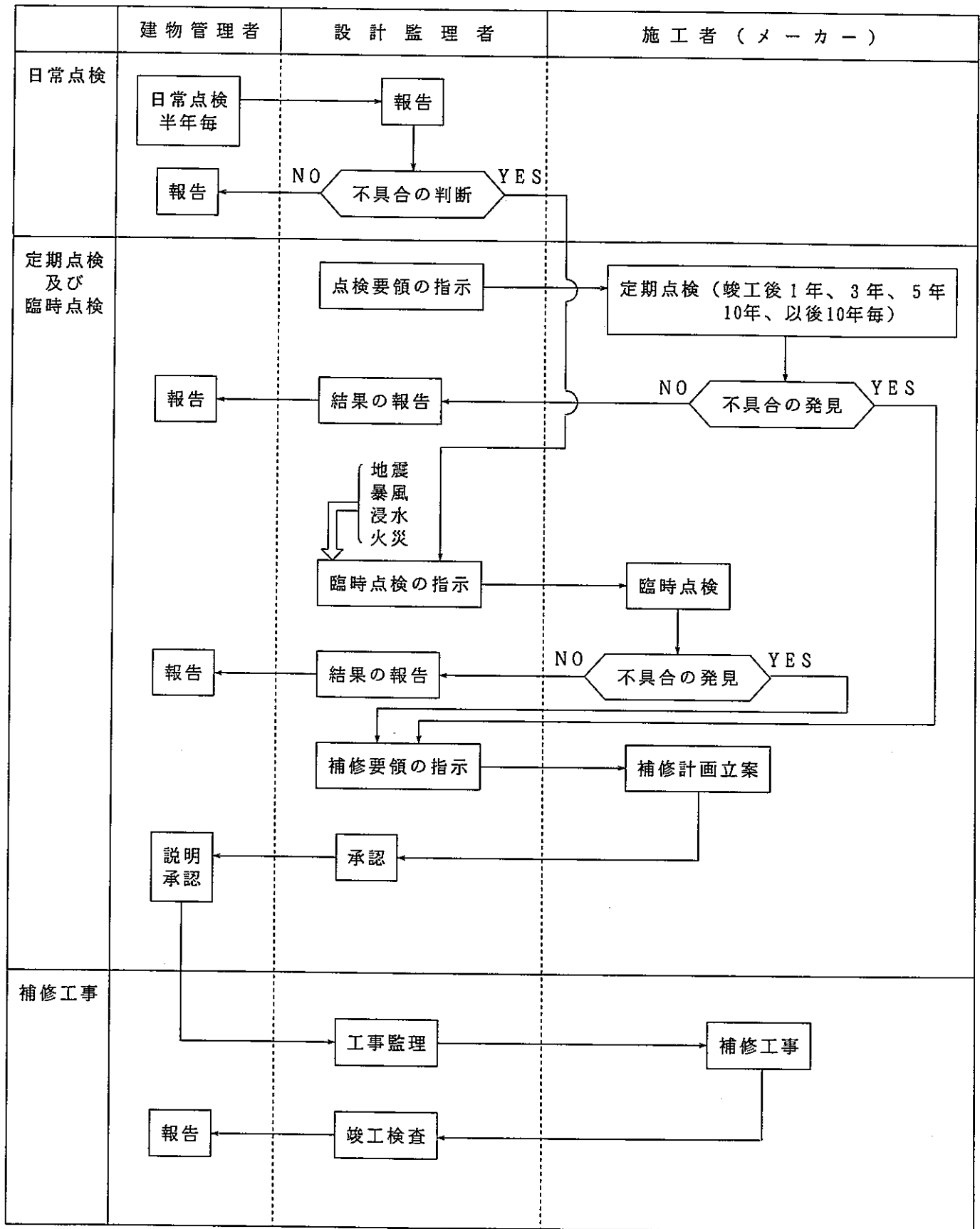


図 1 - 1 維持管理体制のフロー

## 第2章 保守点検の項目・方法・判定基準

### 2.1 点検項目・判定基準

表1-1に維持管理点検項目を示す。表1-2に判定基準と処置方法を示す。

表1-1 維持管理点検項目

点 検 項 目		日常点検	定期点検	臨時点検
積層ゴムアイソレータ	鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態 取付ボルト固定度 水平変位量 鉛直変位量 その他の変形	目 視 目 視	目 視 目視計測 確 認 計 測 計 測 目視計測	目 視 目視計測 確 認 計 測 計 測 目視計測
鉛ダンパー	鉄部防錆状態 表面損傷状態 取付ボルト固定度 軸径 水平変位量 その他の変形	目 視 目 視	目 視 目視計測 確 認 計 測 計 測 目視計測	目 視 目視計測 確 認 計 測 計 測 目視計測
免震装置周辺・建物周辺 クリアランス	障害物の有無	目 視	目 視	目 視
犬走り下のゴムシート	抜け，垂れ，破れ	目 視	目 視	目 視
設備配管継手部	損傷状態 形状変化の有無	目 視 目 視	目 視 目 視	目 視 目 視
別置き試験体 (積層ゴムアイソレータ)	水平バネ定数 鉛直バネ定数 導入軸力(土圧計)	目視計測	計 測 計 測 目視計測	計 測* 計 測* 目視計測

建物設備等の改修・増設の際、建物管理者は設計監理者に報告を行う。

\*別置き試験体も本体と同様の災害を受けた場合は計測する。

表1-2 免震装置点検項目の判定基準と処置

点 検 項 目		判 定 基 準	処 置
積層ゴム アイソレータ	鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態 取付ボルト固定度 水平変位量 鉛直変位量（クリアランス）  水平バネ定数 鉛直バネ定数 その他の変形	発錆 亀裂あり ゆるみあり 5 cm以上 初期値との差が ゴム総厚の10%以上 設計値±20%以上 設計値±20%以上 異常あり	塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 位置修正 交換  交換 交換 調査の上対処
鉛ダンパー	鉄部防錆状態 表面損傷状態 取付ボルト固定度 軸径  水平変位量 水平剛性* 降伏耐力* その他の変形	発錆 亀裂あり ゆるみあり 軸径が設計値の10% 以上減少 5 cm以上 設計値±10%以上 設計値±10%以上 異常あり	塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 交換  位置修正 交換 交換 調査の上対処
免震装置・建物 周辺クリアランス	障害物の有無	異物あり	除去
犬走り下の ゴムシール	抜け、垂れ、破れ	異状あり	補修あるいは交換
設備配管継手部	損傷状態 形状変化の有無	異常あり 異常あり	補修あるいは交換 調査の上対処
別置き試験体 （積層ゴムアイソレータ）	水平バネ定数 鉛直バネ定数 導入軸力	設計値±20%以上 設計値±20%以上 282t±30%以上	実機を抜取り検査し、 判定基準を適用 加力修正

\*鉛ダンパーの水平剛性及び降伏耐力の確認試験は日常・定期・臨時点検項目に対して異常が認められた際に事業団と協議の上、日建設計の判断により行う。

## 2.2 点検ルート

積層ゴムアイソレータと鉛ダンパーの点検は平行作業とし、竣工後各々の点検ルートを以下に示す要領で実施してきたが、作業の合理性を考慮し、点検ルート案を添付7に示す。

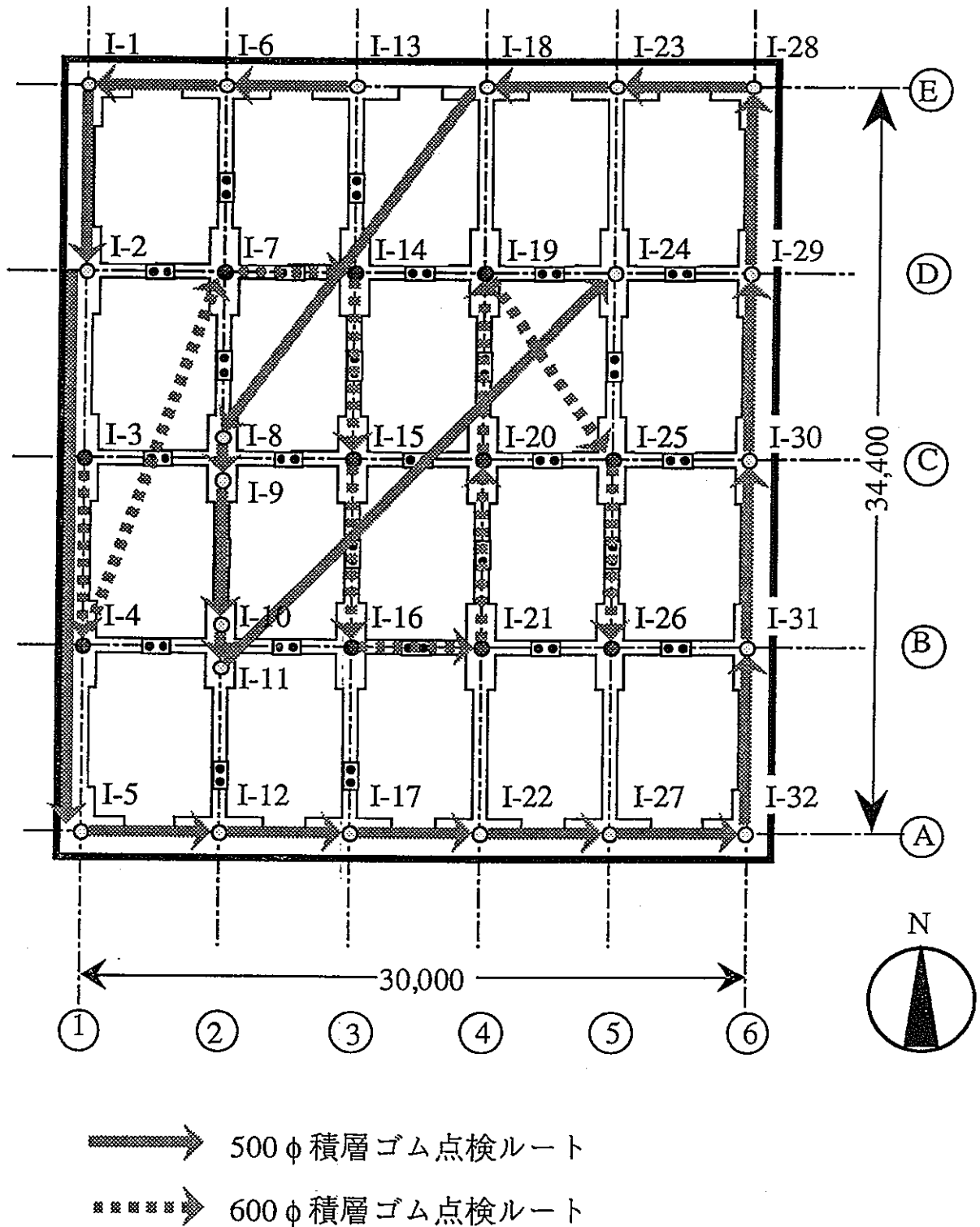
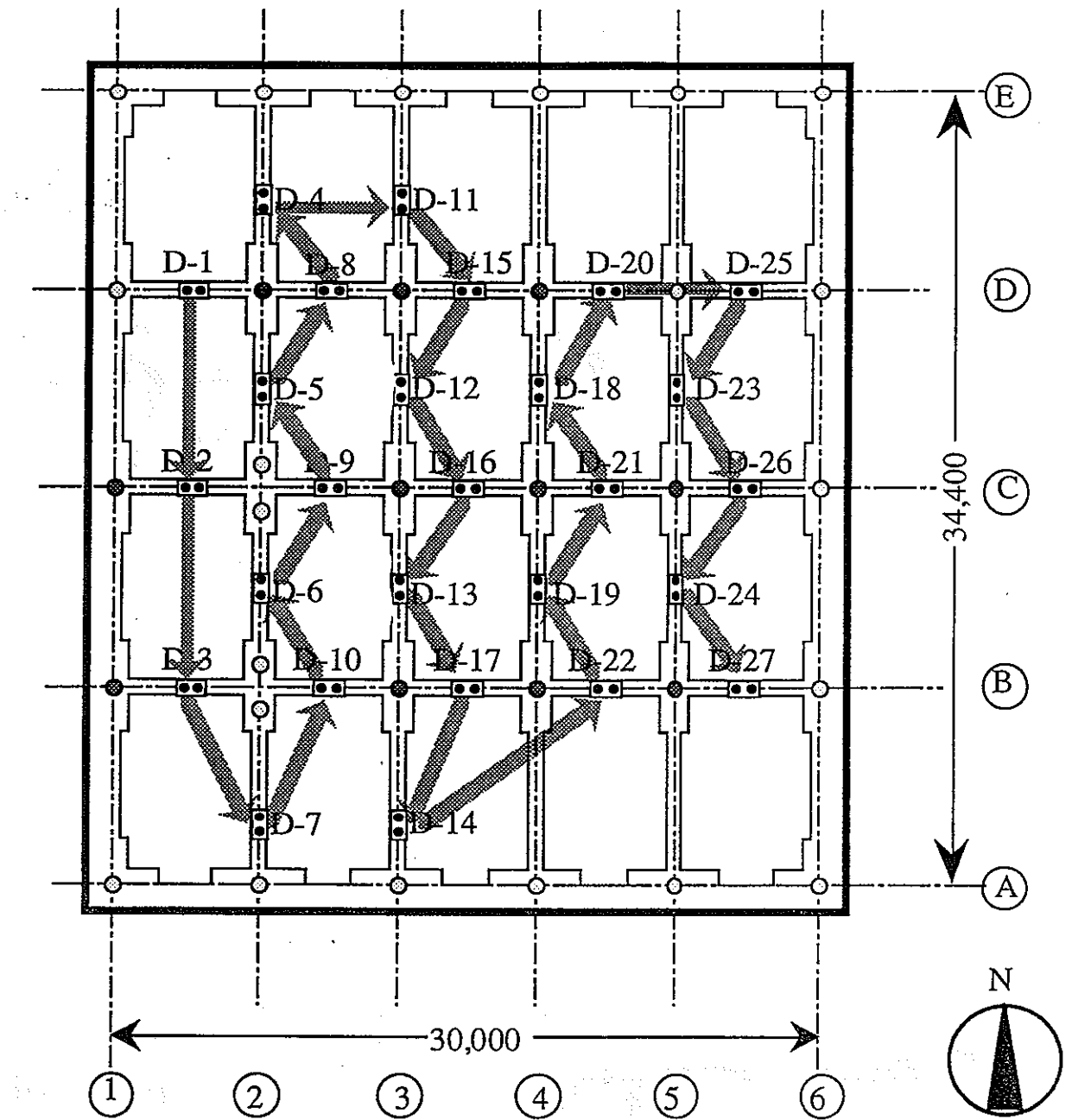


図1-2a 積層ゴムアイソレータ点検ルート





➡ 鉛ダンパー点検ルート

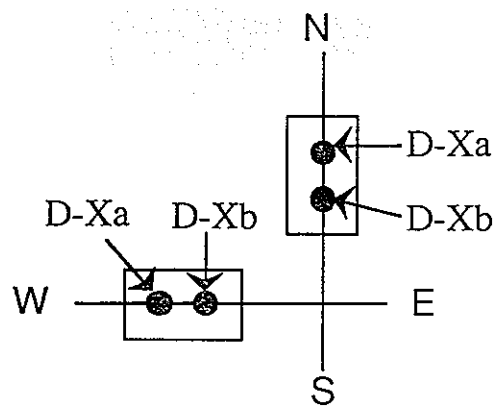


図 1-2 b 鉛ダンパー点検ルート

## 2.3 変位の具体的測定方法

### (1) 積層ゴムアイソレータ

#### ① 水平変位量

水平変位とは、積層ゴムアイソレータの上・下部フランジ間の水平のズレをいう。  
測定は、上・下部フランジ間の水平のズレ（角度）を傾斜計にて測定し、フランジ間高さ（H）より変位を算定する。

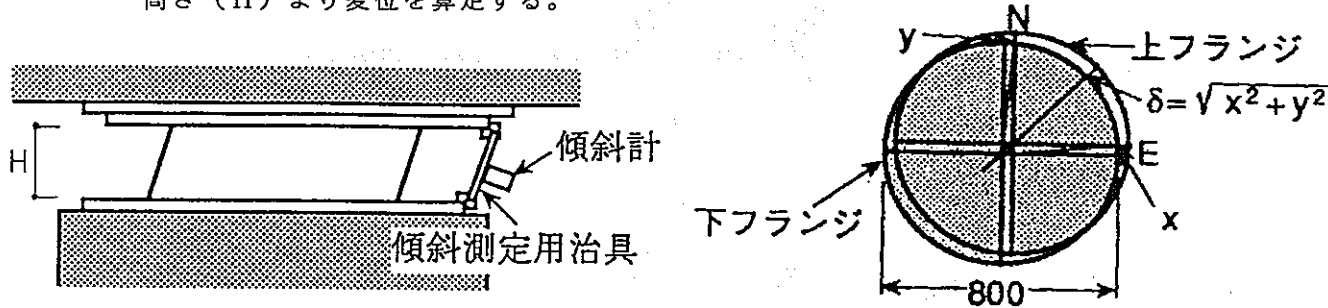


図1-3 積層ゴムアイソレータの水平変位測定方法

#### ② 鉛直変位量

鉛直変位とは、積層ゴムアイソレータ高さ寸法の変化量をいい、高さ寸法の測定は上・下部フランジ間の距離を測定することにより行う。測定はハイトゲージにて行い、測定位置は積層ゴムアイソレータフランジのNS方向対称2点とし、2点の平均値を採用する。測定精度は、1mmとする。

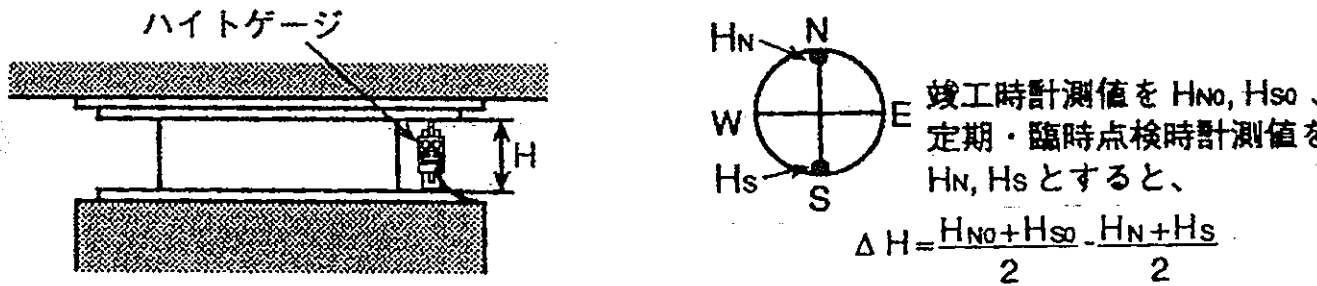


図1-4 積層ゴムアイソレータの鉛直変位測定方法

(2) 鉛ダンパー

① 水平変位量

水平変位とは、鉛ダンパーの上・下部フランジ間の水平のズレをいう。測定は上・下部フランジ間の水平のズレ（角度）を傾斜計にて測定し、フランジ間高さ（H）より変形を算定する。

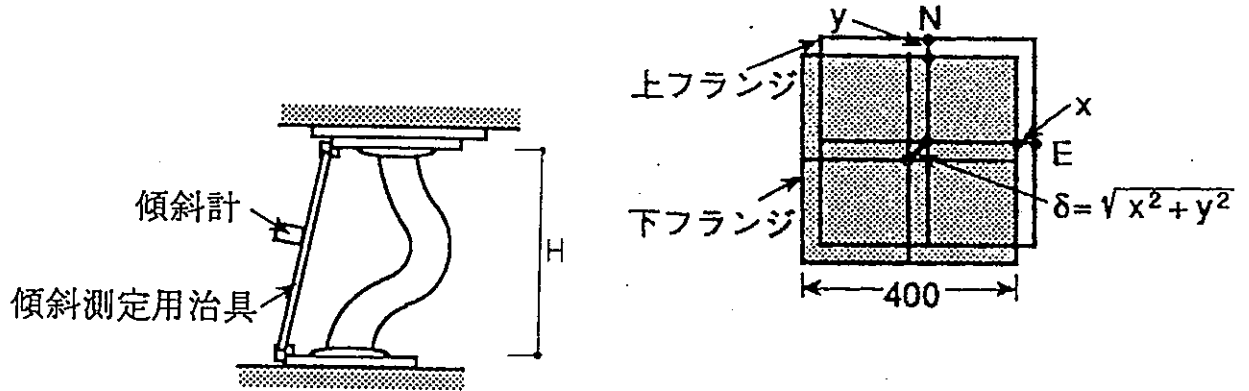


図 1 - 5 鉛ダンパーの水平変位量測定方法

② 軸径の計測

軸径の計測は、鉛ダンパーの高さ方向中央部において2方向の鉛の径をノギスを用いて計測し、軸径の変化量を求める。測定精度は1mmとする。

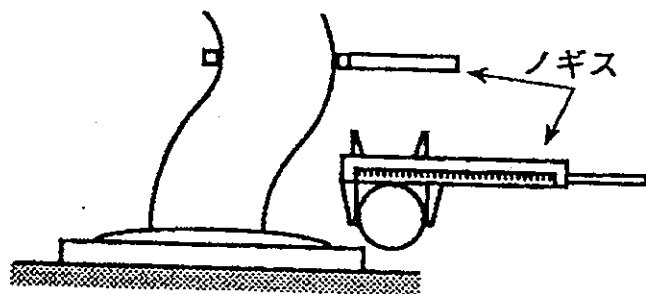


図 1 - 6 鉛ダンパーの軸径の計測

2.4 竣工検査時判定基準及び維持管理・保守点検における初期値

表1-3 竣工検査時及び維持管理・保守点検における初期値

点 検 項 目		竣 工 検 査 時 判 定 基 準	維 持 管 理 点 検 用 初 期 値
積層 ゴム アイ ソレ ー タ	鉄部防錆状態	維持管理点検と同じ	竣工時検査結果を参考値とする
	保護ゴム表面損傷状態	維持管理点検と同じ	竣工時検査結果を参考値とする
	取付ボルト固定度	免震装置据え付け時検査で 竣工時検査を代行	据え付け時結果を参考値とする
	水平変位量	維持管理点検と同じ	
	鉛直変位量	なし (設計予測弾性変形量に対し、) (異常に大きい場合は別途調査)	竣工時測定値を初期値とする
	水平バネ定数	維持管理点検と同じ	製品検査時を参考値とする
	鉛直バネ定数	維持管理点検と同じ	製品検査時を参考値とする
	その他の変形	維持管理点検と同じ	竣工時検査結果を参考値とする
鉛 ダ ン パ ー	鉄部防錆状態	維持管理点検と同じ	竣工時検査結果を参考値とする
	表面損傷状態	維持管理点検と同じ	竣工時検査結果を参考値とする
	取付ボルト固定度	免震装置据え付け時検査で 竣工時検査を代行	据え付け時結果を参考値とする
	軸径	維持管理点検と同じ	
	水平変位量	維持管理点検と同じ	
	水平剛性	維持管理点検と同じ	製品検査時を参考値とする
	降伏耐力	維持管理点検と同じ	製品検査時を参考値とする
	その他の変形	維持管理点検と同じ	竣工時検査結果を参考値とする
免震装置周辺・建物周辺 クリアランス		各部クリアランス幅が設計値 ±2cm以内及び傷害物の有無を 確認	設計図を初期状態とする
設備配管 継手部	損傷状態	維持管理点検と同じ	竣工時検査結果を参考値とする
	形状変化の 有無	維持管理点検と同じ	竣工時検査結果を参考値とする
別置き試験体		免震装置据え付け時検査で 竣工時検査を代行	据え付け時結果を参考値とする

竣工時検査は、免震構造物重量が全て載荷され、免震装置が使用状態となった時点で行う最終的な検査であり、原則として監督員の立合いのもとに行う。異常がある場合には、監督員と協議の上適切な処置を施す。

竣工時検査における検査項目・判定基準を以下に示す。

① 建築物全体

- ・目視検査：目視により異常がないこと。
- ・微動測定：設計時の性能が得られていること。

住居性及び什器・機器に支障がないこと。

② 積層ゴムアイソレータ

- ・目 視 検 査：目視により異常の有無
- ・高 さ の 測 定：受入検査時測定値  $\pm 5$  mm以内
- ・水平変位量測定： $\pm 5$  mm以内
- ・ボルトの締付け状況：日本建築学会「鉄骨工事技術指針・同解説」に準拠

③ 鉛ダンパー

- ・目 視 検 査：目視により異常の有無
- ・ボルトの締付け状況：日本建築学会「鉄骨工事技術指針・同解説」に準拠

## 第3章 不具合が生じた場合の補修方法

### 3.1 水平変位の修正方法

#### (1) 実施時期

定期点検時または臨時点検時に免震装置に5 cm以上の水平変位が認められた場合に行う。

#### (2) 修正手順

##### ① 水平変位量の測定

X方向、Y方向の水平変位量を測定する。

##### ② 水平ジャッキのセット

4台の水平ジャッキを押し方向に建物4隅のジャッキ受けにセットする。(図1-7 図1-8参照)

##### ③ 水平ジャッキ加力

建物4隅に取りつけた変位計にて、水平変位量をモニターしながら、水平ジャッキを加力し、建物を原位置に戻す。先ず水平変位量の大きい方向を行い、状況に応じて各方向交互に修正していく。

#### (3) 使用装置

水平ジャッキの仕様を以下に示す。

- ・ジャッキ高さ：400mm以内
- ・ジャッキ幅：400mm以内
- ・ジャッキ容量：70ton以上（押し方向）
- ・ストローク：200mm以上

図1-9に上記の仕様を満たすジャッキを示す。

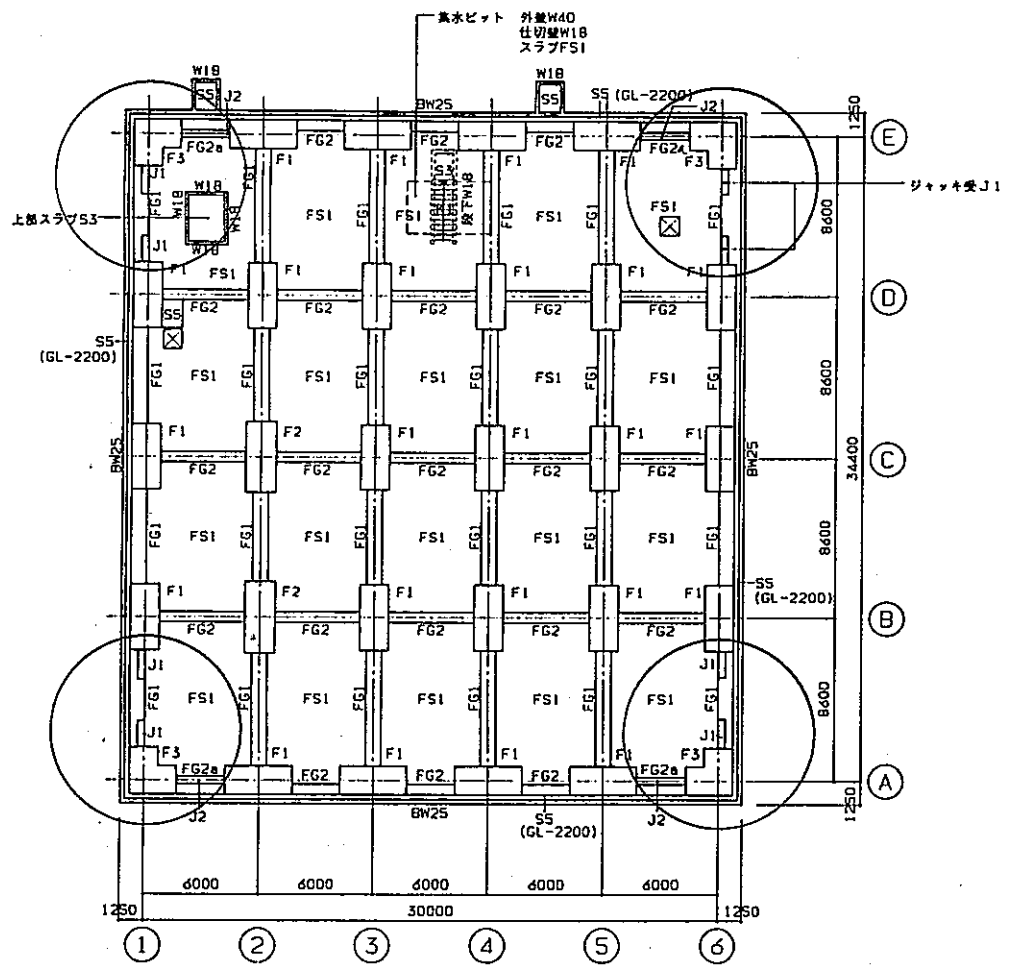


図 1 - 7 水平ジャッキ取付け位置

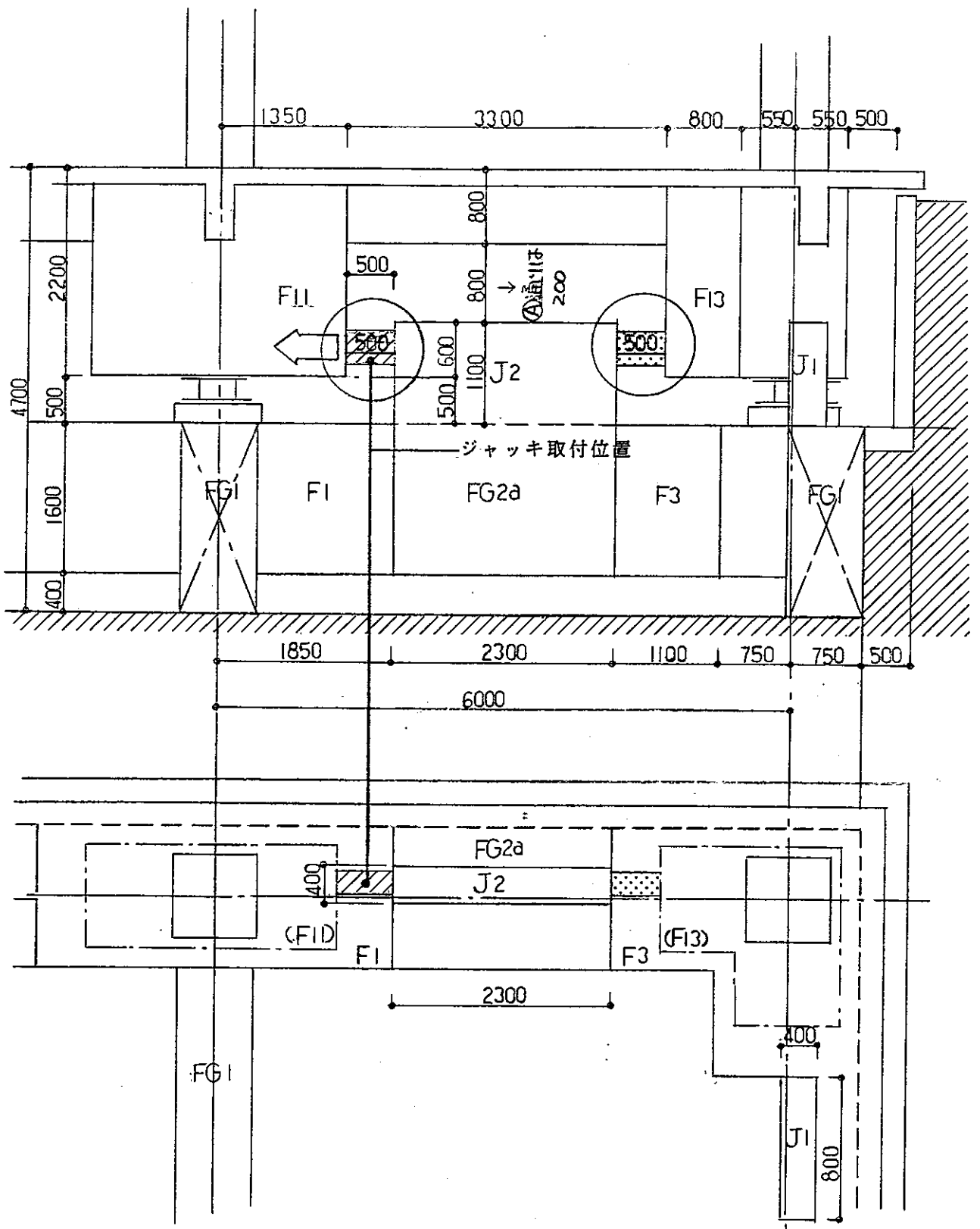
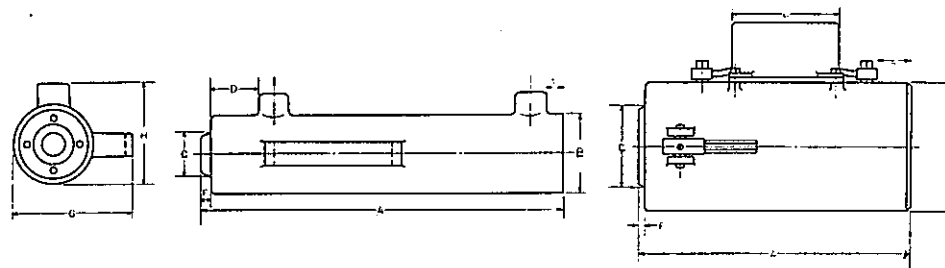
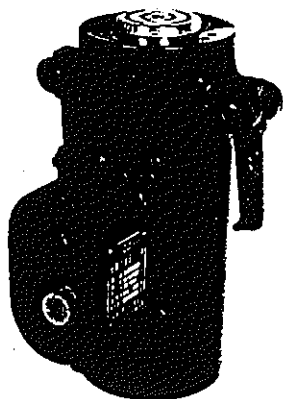


図1-8 水平ジャッキ取付け部



# RM

一分離式両動型油圧ジャッキ 油圧ポンプと2本の油圧ホースで接続します。ラムの上昇・下降は油圧ポンプの切換弁で操作します。当社在庫品の中で機種が最も多く応用範囲の広い油圧ジャッキです。



仕様 型式	揚量 TON	ストローク	A	Bφ	Cφ	D	E	F	G	H	ピストン 径	受圧 面積	作動 圧力	必要 油量	重量
			機械高	外 径	頭 径										
RM-1020	10	200	330	75	40	40	17	10	113	145	50	19.6	510	0.4	11
2020	20	200	350	100	60	52	20	10	156	170	75	44.2	454	0.9	19
306	30	60	200	125	70	40	20	10	173	195	87.5	60.0	500	0.35	17.5
505	50	50	150	150	100	20	10	5	190	210	113	100.0	500	0.5	20
1007.5	100	75	200	198	140	30	20	5	270	280	160	200.0	500	1.5	38
10010	100	100	250	200	125	56	22	5	300	270	160	200.0	500	2.0	48

仕様 型式	揚量 TON	ストローク	A	Bφ	Cφ	D	E	F	G	H	I	ピストン 径	受圧 面積	作動 圧力	必要 油量	重量
			機械高	外 径	頭 径											
RM-5020	50	200	380	155	85	175	23	10	255	255	105	113	100	500	2	53
5035	50	350	540	155	85	175	34	12	255	255	105	113	100	500	3.5	74
10020	100	200	410	200	130	175	54	10	300	300	105	160	200	500	4	94
10030	100	300	510	200	130	175	55	10	300	300	105	160	200	500	6	95
2005	200	50	275	250	140	—	42	5	350	320	—	190	283.5	705.5	1.4	94
20020	200	200	520	310	180	175	54	15	410	410	105	226	400	500	8	270

図 1 - 9 水平ジャッキの仕様例

### 3.2 免震装置の交換方法

#### (1) 実施時期

点検の結果、不具合が発見され免震装置の交換が必要と判断された場合、及びその他交換の必要性が生じた場合に、積層ゴムアイソレータまたは鉛ダンパーを交換する。

なお、不具合が生じた場合の交換の判定基準は表 1 - 2 による。

#### (2) 交換手順

##### ① 準備作業

a) 積層ゴムアイソレータまたは鉛ダンパーの水平変位量を測定する。

水平変位がある場合は、3.1 水平変位の修正方法に基づき修正する。

併せて、高さ ( $l'$ ) を測定し交換作業の管理に使用する。

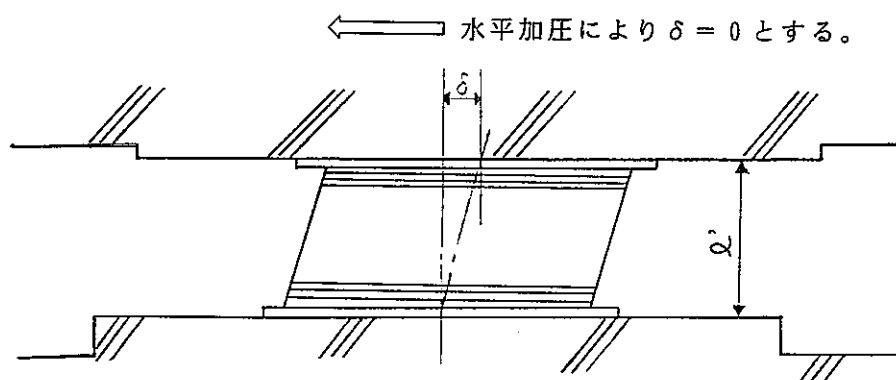


図 1 - 10 水平変位量の測定

b) 積層ゴムアイソレータを引き出す方向を定めて、障害となる鉛ダンパーを撤去する。

c) 積層ゴムアイソレータの水平移動に必要な架台を組み立てる。

##### ② 免震装置の交換手順

###### ア. 積層ゴムアイソレータ

a) 積層ゴムアイソレータ固定ボルトの取外し

b) 上部構造のジャッキアップ

c) 積層ゴムアイソレータの交換

d) 下部ボルトの取付け

e) 上部構造のジャッキダウン

f) 上部ボルトの取付け

g) 防錆塗装の補修

イ. 鉛ダンパー

- a) 鉛ダンパー固定ボルトの取外し
- b) 設置位置近傍のジャッキアップ
- c) 鉛ダンパーの交換
- d) 下部ボルトの取付け
- e) ジャッキダウン
- f) 上部ボルトの取付け
- g) 防錆塗装の補修

③ ジャッキアップの方法及び注意

ジャッキのセット位置を図1-12に示す。積層ゴムアイソレータに加わる軸力を図1-13に示す。

積層ゴムアイソレータの交換のためのジャッキアップ量は交換位置で最大4mmとし、上部構造に影響を与えないよう注意する。図1-14にジャッキアップ例を示す。

鉛ダンパーの交換のためのジャッキアップ量は交換位置で最大1mmとし、鉛ダンパーの設置される梁及びスラブのみを持ち上げることとする。

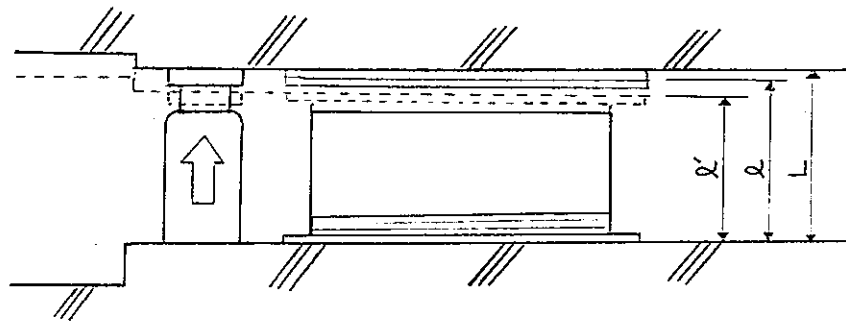


図1-11 積層ゴムアイソレータの交換作業

$l'$  = ジャッキアップ前の高さ

$l$  = 積層ゴムアイソレータ応力解放後の高さ ( $l = l' + \text{弾性縮み量}$ )

$L$  = 目標高さ ( $L = l + \text{約} 1 \text{ mm}$ )

④ 使用装置

ジャッキの仕様を以下に示す。

・ジャッキ高さ：500mm以内

・ジャッキ容量：〔積層ゴムアイソレータ交換用〕

200ton以上（積層ゴムアイソレータ1体当たり2台を用いる）

〔鉛ダンパー交換用〕

100ton以上（鉛ダンパー2体当たり1台を用いる）

・ストローク：10mm以上

図1-15に上記仕様を満たすジャッキを示す。

⑤ 交換工事

図1-16, 図1-17に交換工事の例を示す。

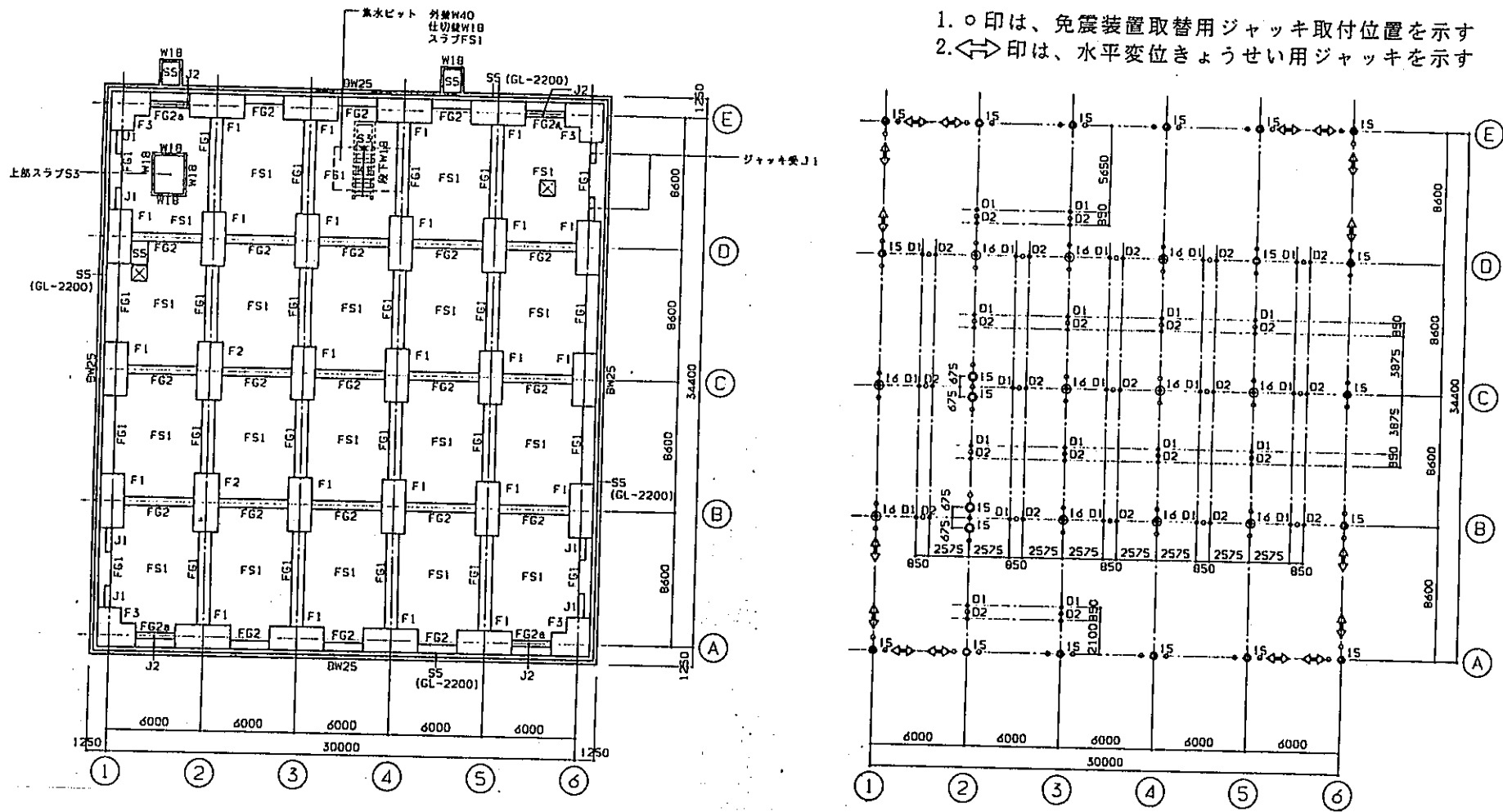
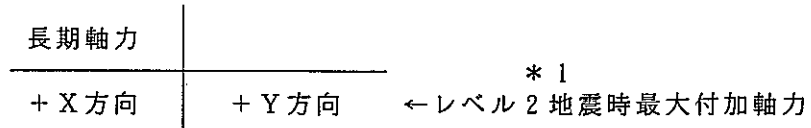


図1-12 揚重ジャッキ取付け位置

〔凡例〕



注) \* 1 レベル 2 とは入力レベルを最大速度値で 50cm/s 設定した設計用地震荷重

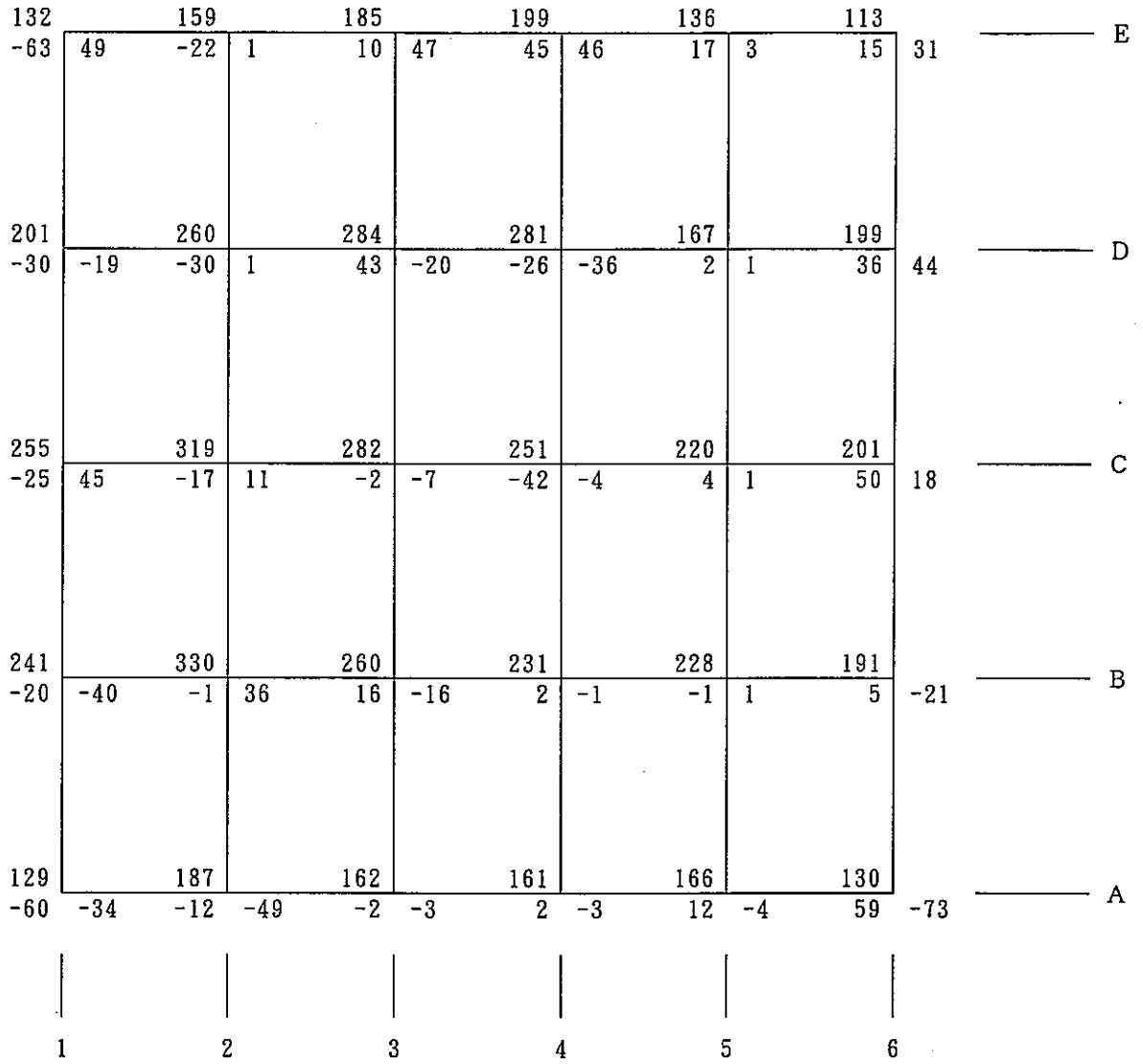
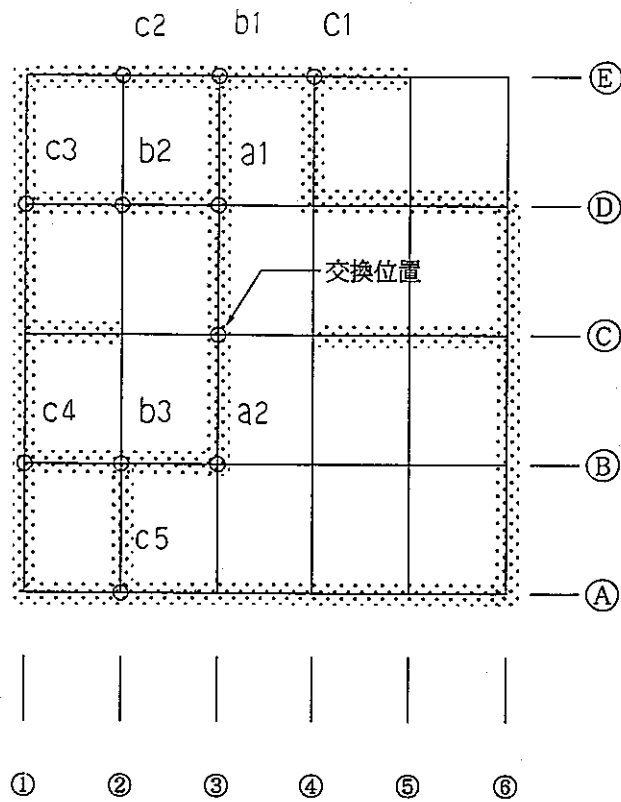



図 1 - 13 積層ゴムアイソレータに加わる軸力



ジャッキアップ例

積層ゴムアイソレータの交換時におけるジャッキアップは上部建家の各部材が安全である様に以下のルールにより行う。

- ① 交換位置のジャッキアップ量は最大4mmとする。
- ② ジャッキアップ位置と隣接する柱位置との間の架構内に耐震壁がある場合には、隣接する柱位置とのジャッキアップ量の差は最大1mmとする。このため、耐震壁架構をはさんで隣接する柱位置は(ジャッキアップ量-1mm)のジャッキアップを行う

図中 印は耐震壁のある位置を示す。

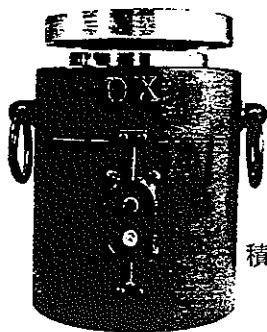
③-Cの位置の積層ゴムアイソレータを交換する場合、ジャッキアップは③-C及び、 $a_1 \sim a_2$ 、 $b_1 \sim b_2$ 、 $c_1 \sim c_2$ の位置にて行い、各ジャッキアップ量は③-C 4mm、 $a_1 \sim a_2$  3mm、 $b_1 \sim b_2$  2mm、 $c_1 \sim c_2$  1mmとする。

これにより、耐震壁の最大変形量は1mm以内、大梁の変形量は4mm以内となる。

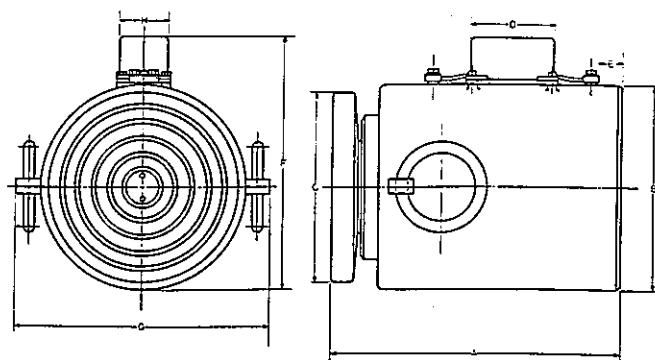
図1-14 積層ゴムアイソレータ交換のためのジャッキアップ方法

# DER

一分離式両動型油圧ジャッキ—正確な状況判断が必要な、載荷試験用に設計されています。また、ジャッキにはユニバーサルヘッド(球面座)が内蔵されているので、多少の偏心があっても安全に正確に荷重を伝達します。



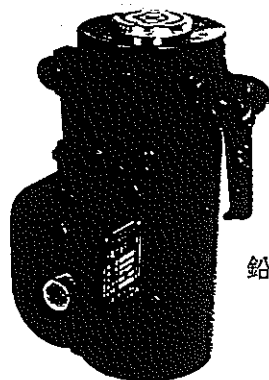
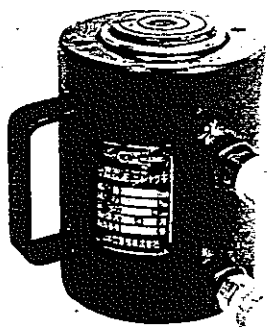
積層ゴム  
交換用



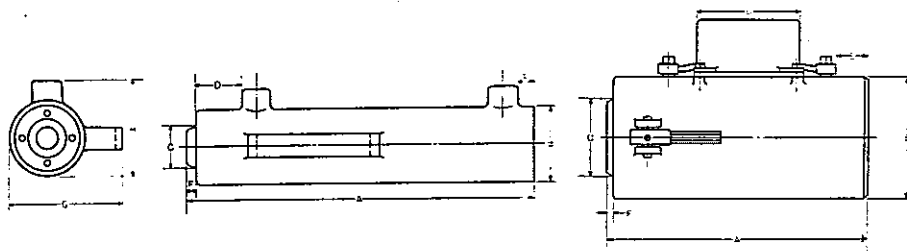
仕様 型式	揚量 TON	ストローク	mm										ピストン 径	受圧 面積 cm <sup>2</sup>	作動 圧力 kg/cm <sup>2</sup>	必要 油量 ℓ	重量 kg
			A	B	C	D	E	F	G	H							
DER-2005	200	50	296	250	200	—	30	190	340	—	190	284	705	1.5	100		
DER-20020	200	200	595	310	240	175	55	410	430	105	225	400	503	8	305		
DER-30025.5	300	255	695	400	370	175	75	500	520	105	310	755	400	19	700		
DER-50020	500	200	730	520	480	175	87	620	640	105	400	1,257	398	25	1,060		

# RM

一分離式両動型油圧ジャッキ 油圧ポンプと2本の油圧ホースで接続します。ラムの上昇下降は油圧ポンプの切換弁で操作します。当社在庫品の中で機種が最も多く応用範囲の広い油圧ジャッキです。



鉛ダンパー  
交換用



仕様 型式	揚量 TON	ストローク	mm										ピストン 径	受圧 面積 cm <sup>2</sup>	作動 圧力 kg/cm <sup>2</sup>	必要 油量 ℓ	重量 kg
			A 機械高	B φ 外	C φ 頭	D	E	F	G	H							
RM-1020	10	200	330	75	40	40	17	10	113	145	50	19.6	510	0.4	11		
2020	20	200	350	100	60	52	20	10	156	170	75	44.2	454	0.9	19		
306	30	60	200	125	70	40	20	10	173	195	87.5	60.0	500	0.35	17.5		
505	50	50	150	150	100	20	10	5	190	210	113	100.0	500	0.5	20		
1007.5	100	75	200	198	140	30	20	5	270	280	160	200.0	500	1.5	38		
10010	100	100	250	200	125	56	22	5	300	270	160	200.0	500	2.0	48		

仕様 型式	揚量 TON	ストローク	mm										ピストン 径	受圧 面積 cm <sup>2</sup>	作動 圧力 kg/cm <sup>2</sup>	必要 油量 ℓ	重量 kg
			A 機械高	B φ 外	C φ 頭	D	E	F	G	H	I						
RM-5020	50	200	380	155	85	175	23	10	255	255	105	113	100	500	2	53	
5035	50	350	540	155	85	175	34	12	255	255	105	113	100	500	3.5	74	
10020	100	200	410	200	130	175	54	10	300	300	105	160	200	500	4	94	
10030	100	300	510	200	130	175	55	10	300	300	105	160	200	500	6	95	
2005	200	50	275	250	140	—	42	5	350	320	—	190	283.5	705.5	1.4	94	
20020	200	200	520	310	180	175	54	15	410	410	105	226	400	500	8	270	

図1-15 揚重ジャッキの仕様例



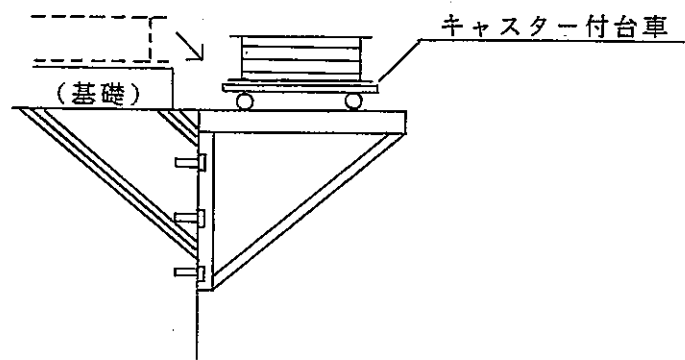
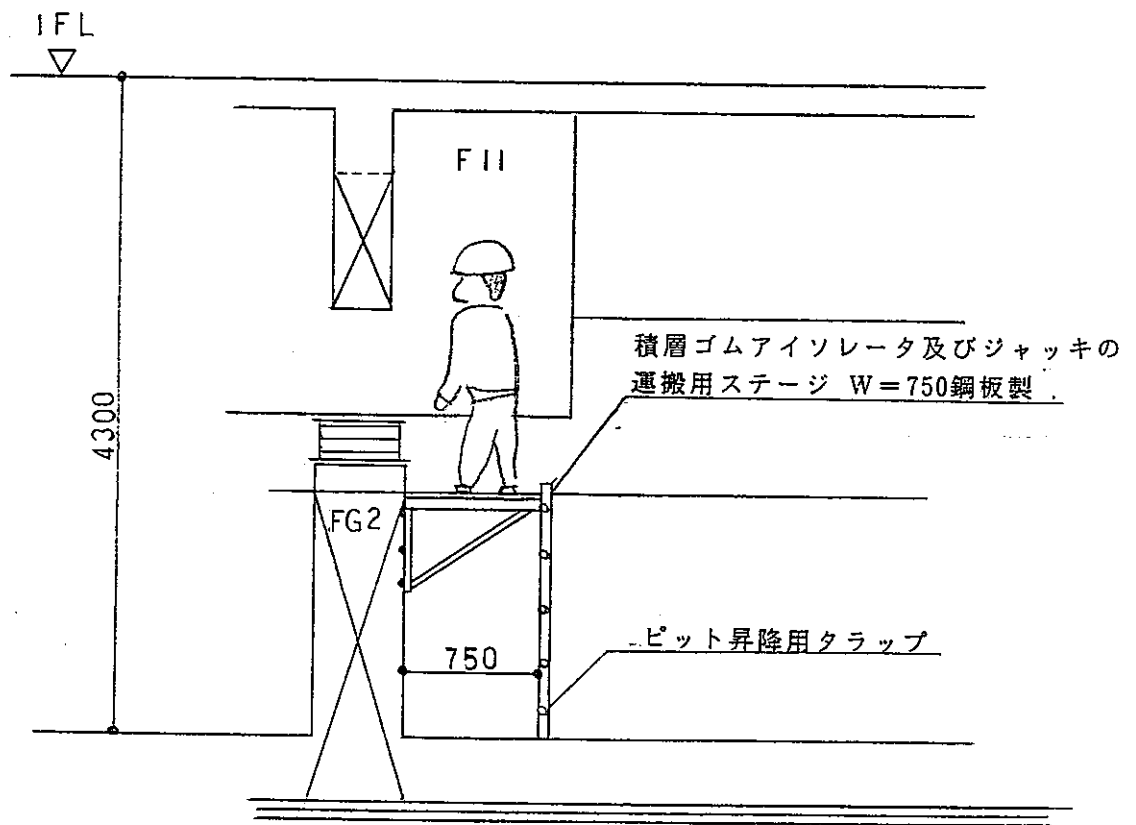


図 1 - 16 積層ゴムアイソレータ交換工事中の状況予想図

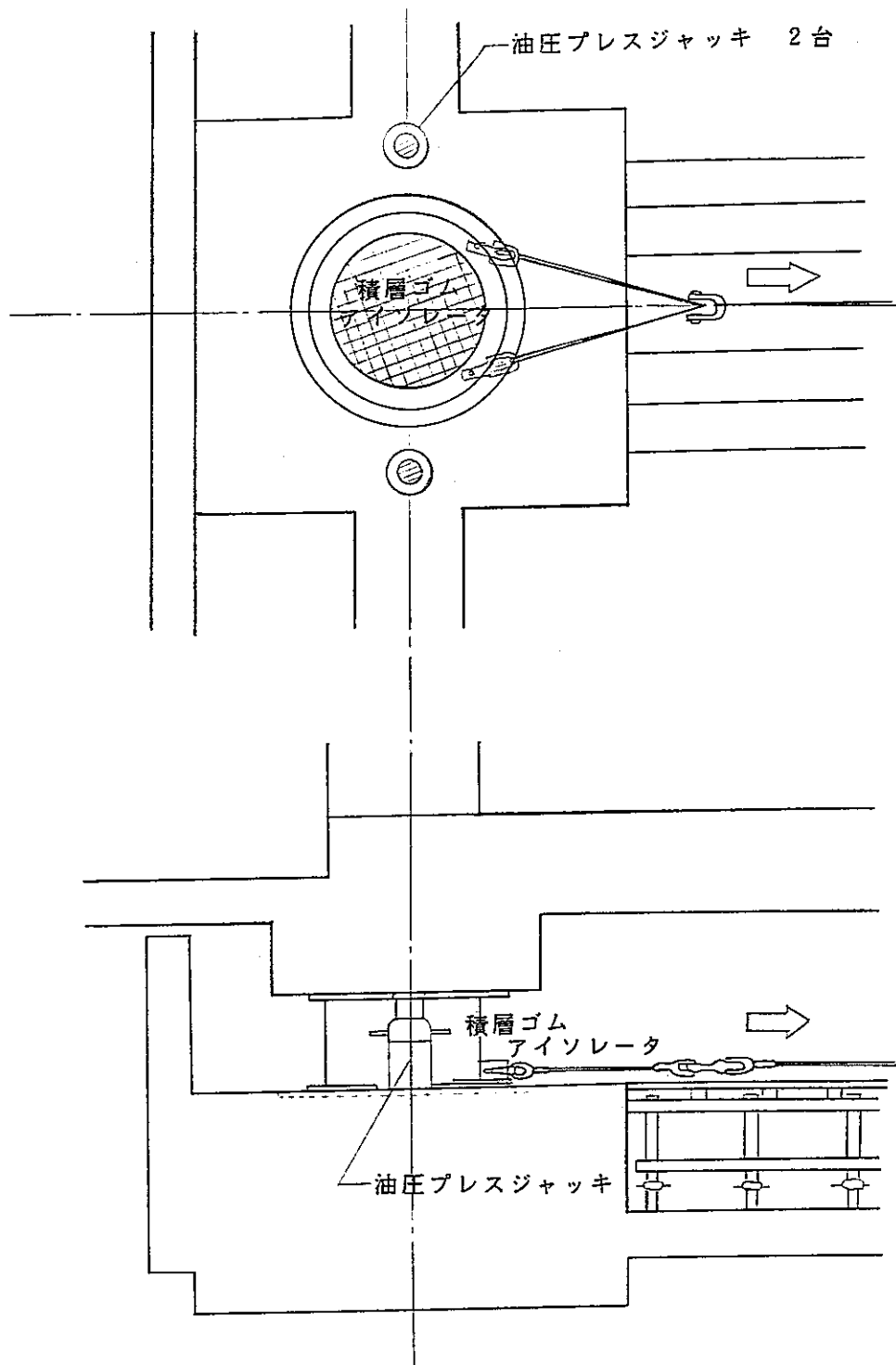


図 1 - 17 免震装置の取り替え方法

### 3.3 別置き試験体の試験要領

#### (1) 試験の目的

積層ゴムアイソレータの長期健全性を確認することを目的に、実機と同一条件で製作された積層ゴムアイソレータを、実機と同様の軸力を加えた状態で現地（実機と同一の環境下）に設置し、定期的に性能試験を行う。これにより、実機を抜き取ることなく積層ゴムアイソレータの経年変化を調べることができる。

#### (2) 試験体の概要

試験体の形状及び加力方法について、設計完了時の計画内容の見直しを行った。

表1-4に各案を示す。

表1-4 別置き試験体計画案の比較

	A 案	B 案	C 案
試験体サイズ	実 大	実 大	縮 小
加 力 方 法	鋼棒のフルストレス	土 圧 計	鋼棒のフルストレス
軸 力 管 理	皿 バ ネ	土 圧 計	皿 バ ネ
パラメータケース数	1	1	6
評 価	——	○	——

A案は設計完了時に計画したものであるが、合理化のためB案、C案をさらに検討し、実機の確証の簡明さと経済性等からB案を採用することとした。以下に各案の概要を述べる。

① A案

試験体は実機に使用される 600φ積層ゴムアイソレータ 2 体を使用する。環境の影響を安全側に評価をするため、この試験体には保護ゴムをまかないこととし、実機の積層ゴムアイソレータの近傍に設置する。設置期間中は面圧 100kg/cm<sup>2</sup>に相当する軸力 (282ton)を常時加え続ける。

軸力の導入は、図 1-18に示す装置を用いて行う。軸力は鋼棒のプレストレスにより加えられ、その軸力の管理を皿ばね部の長さによって行う。軸力導入は、まず、圧縮試験機によって所定軸力を加え、鋼棒のボルトを締め付けたのち、試験機の軸力を除荷することによりなされる。

試験体の運搬は、軸力を加えた状態で行う。その全体重量は約1.5ton (積層ゴムアイソレータ300kg × 2 体、加力治具800kg)となる。また、設置位置は、建家 B 1 階①-②間、C-D間のハッチ下とし、チェーンブロックを使用して搬出入を行う。

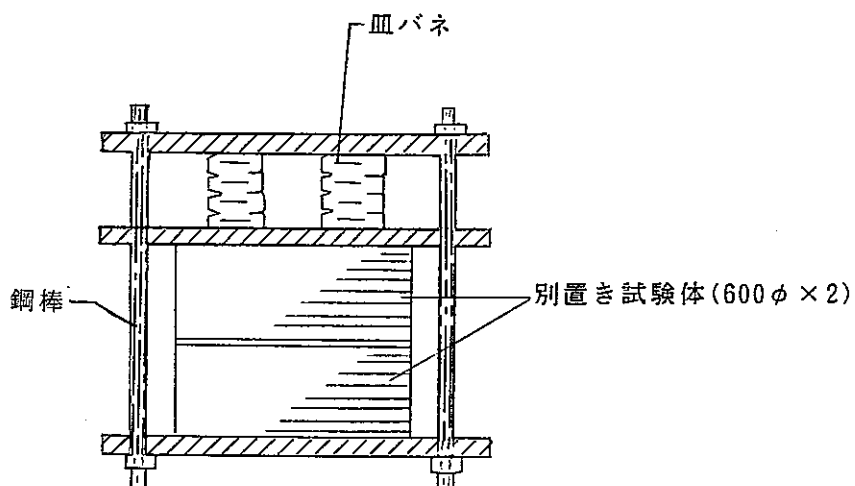


図 1-18 試験体の軸力加圧方法

② B案

軸力の導入と管理を土圧計により行うもので、その他についてはA案と同じ計画である。図1-19に同様の装置により実施されている例を示す。

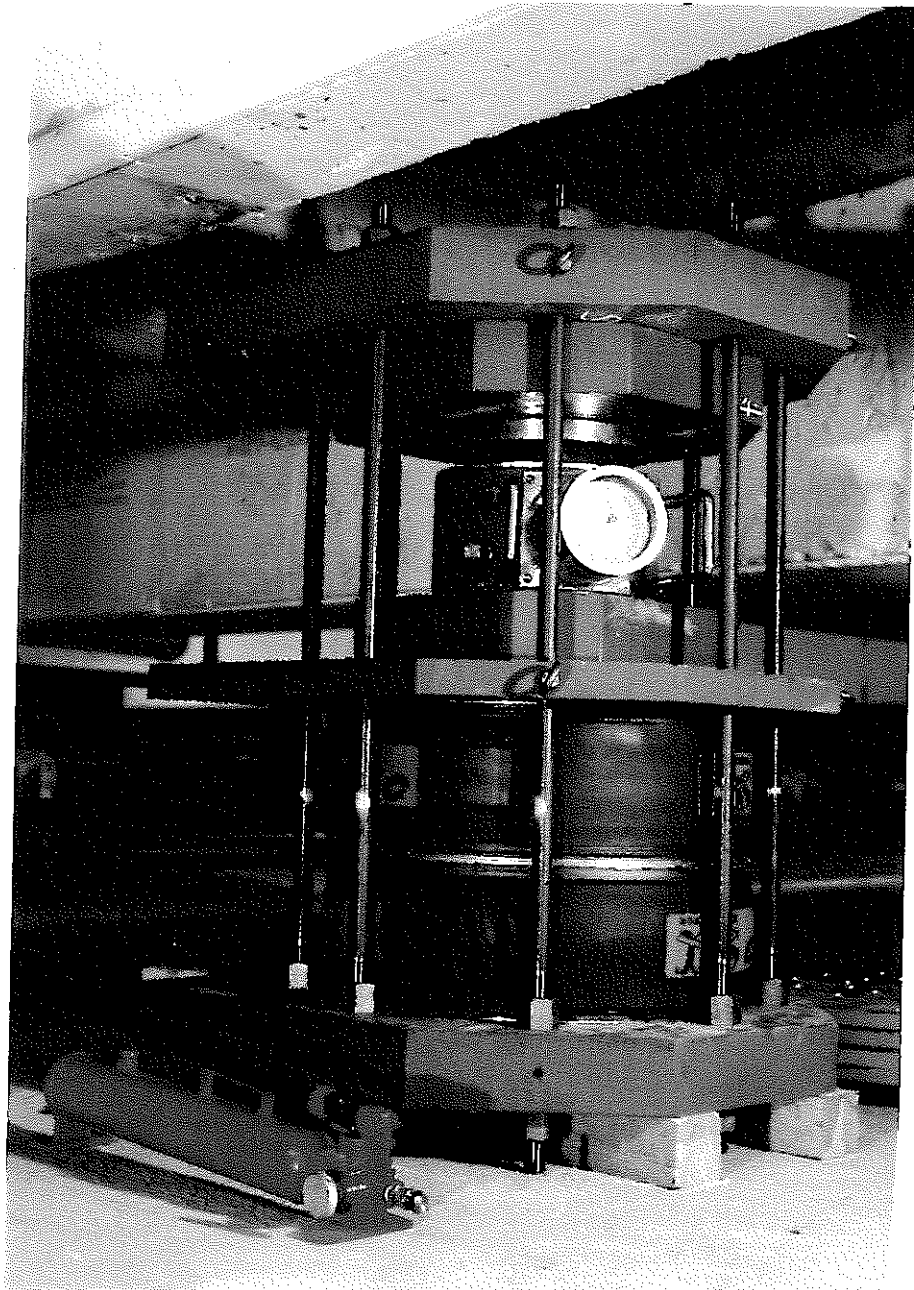
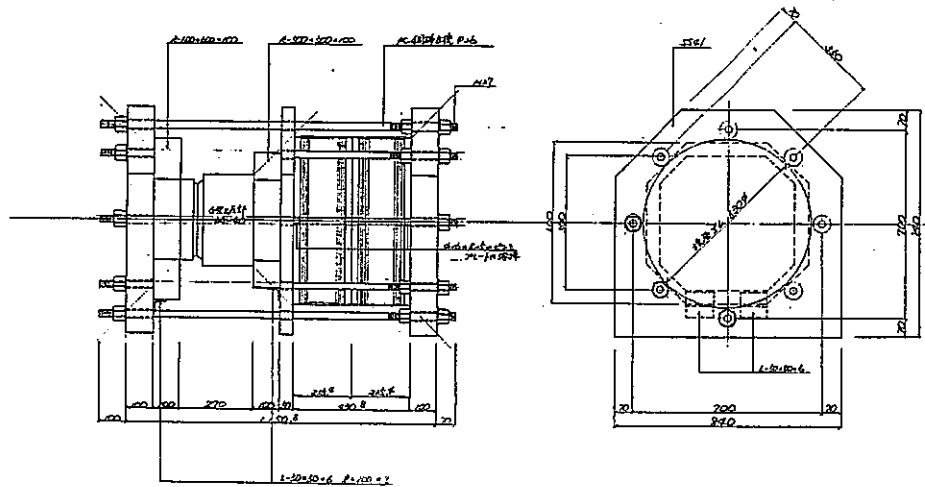


図1-19 別置き試験体—某ビルの事例

③ C案

縮小モデルを用いることにより、試験体及び装置を小型化した計画である。試験体一体当りのコストが低減できるため、試験体数を増やし、各種パラメータスタディーが実施できる。一方、試験体の実機と同一とならないこと、さらにスケールモデルと実機との相似律の評価が難しい等、少なからず課題を有する。

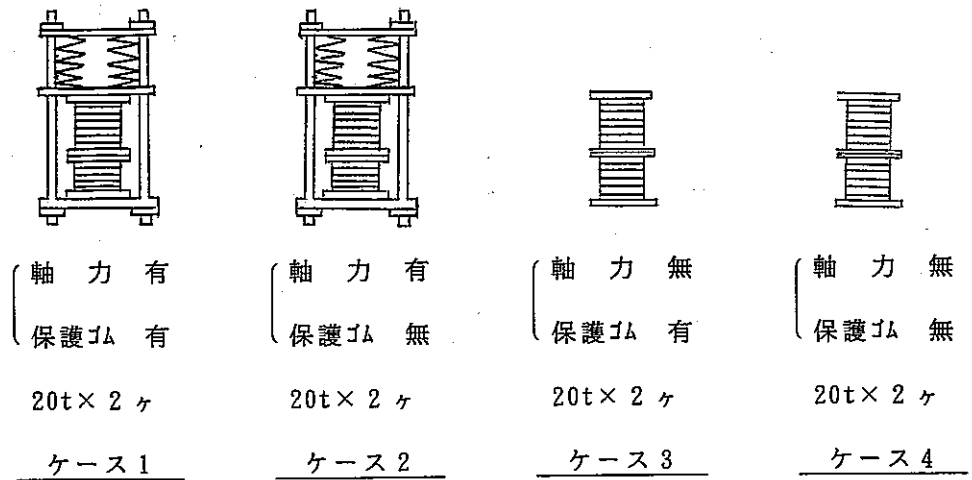


図1-20 縮小試験体

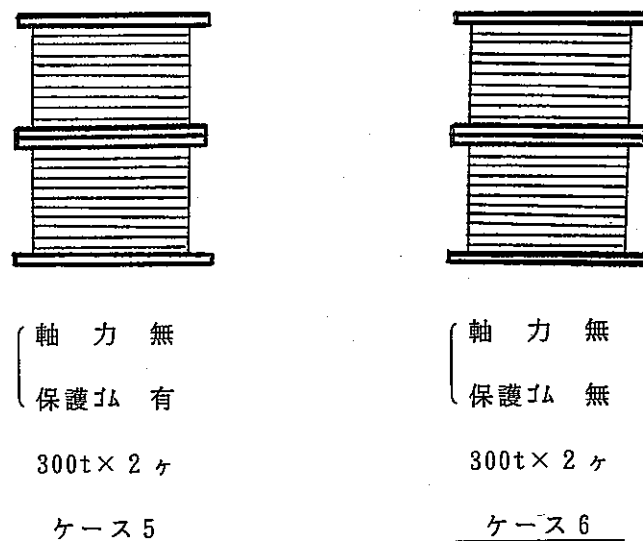


図1-21 実大試験体

(3) 試験内容

① 試験項目

試験項目及び判定基準を下表に示す。

表 1 - 5 試験項目及び判定基準

試験(点検)項目	試験(点検)時期	判定基準	処置
水平バネ定数	竣工後10年毎に60年 までの定期点検時 及び臨時点検時(*)	受入検査時の測定値 ±20%以上	実機に使用してい る積層ゴムアイソ レータを抜取り検 査し、判定基準を 適用する。
鉛直バネ定数			
導入軸力	定期点検時及び 臨時点検時	設定軸力±30%以上	加力修正

(注) (\*) 水平鉛直バネ定数の臨時点検時の試験とは、別置き試験体の本体と同様の災害を受けた場合に行う。

② 試験方法

水平バネ定数及び鉛直バネ定数の測定は、受入検査時の試験方法と同様とする。

試験装置概要を図 1 - 22 に、試験方法を表 1 - 6 に示す。

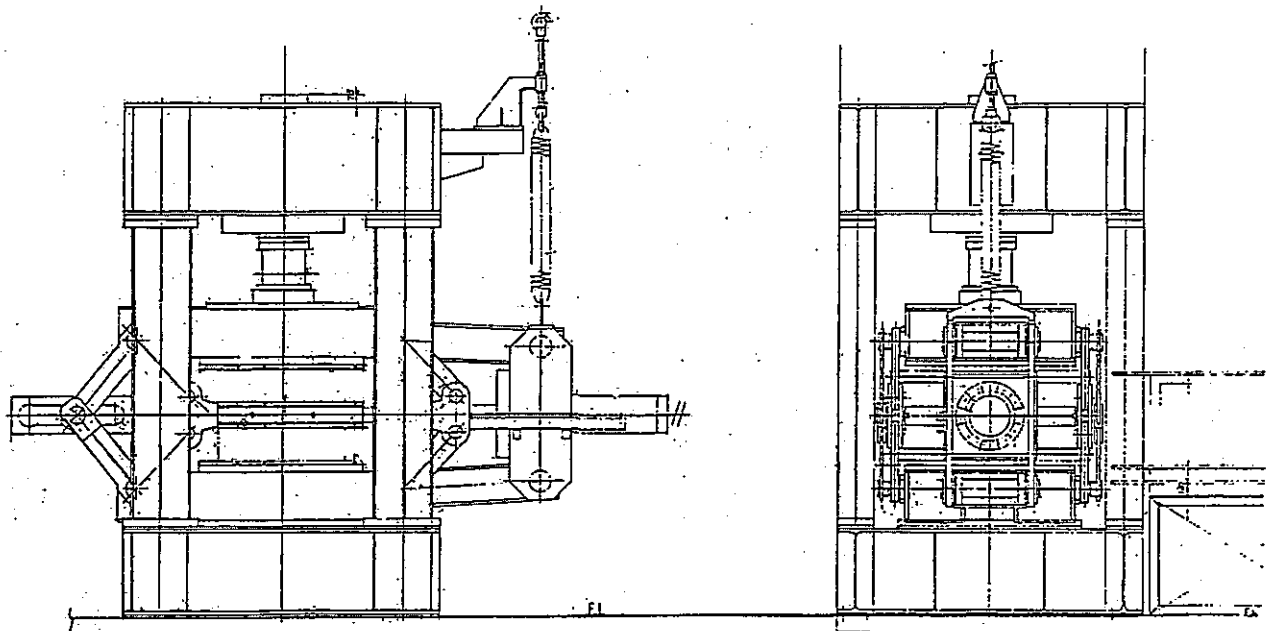
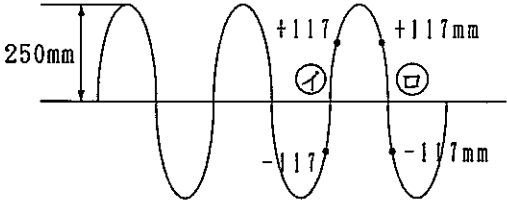
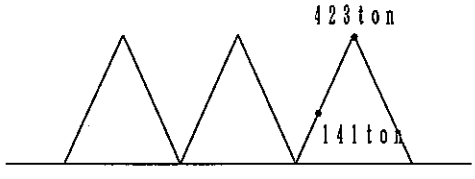


図 1 - 22 加力装置の概要

表 1 - 6 別置き試験体の試験方法

試験条件	φ 6 0 0
鉛直荷重	2 8 2 t o n (面圧 1 0 0 kg / cm <sup>2</sup> )
水平変形量	± 2 5 0 mm × 3 回
水平バネ定数 算出方法	下図位置 ± 1 1 7 mm 間の剛性 (1 0 0 % せん断歪)
	 <p>水平バネ定数 = ①、②の平均値</p>

試験条件	φ 6 0 0
鉛直荷重	4 2 3 t o n × 3 回 (面圧 1 5 0 kg / cm <sup>2</sup> )
鉛直バネ定数 算出方法	下図位置 1 4 1 t o n と 4 2 3 t o n 間の 鉛直バネ定数 (面圧 5 0 kg / cm <sup>2</sup> ) (面圧 1 5 0 kg / cm <sup>2</sup> )
	 <p>3回目</p>



(4) 別置き試験体初期軸力測定

別置き試験体の導入軸力の安定を図るため、建物管理者は初期加力時から1年間下記要領で導入軸力測定を行う。

① 測定スケジュール

- ア. 初期加力時
- イ. 初期加力翌日
- ウ. 初期加力1ヶ月後
- エ. 第1回日常点検時
- オ. 第2回日常点検時

② 測定項目

荷重：土圧計の目盛による

気温：建家近傍での外気温による

備考：試験体概観等

加力修正後荷重：下記判定により加力修正を行った場合に測定する

③ 判定

初期加力翌日及び初期加力1ヶ月後の検査においては、導入軸力の判定基準を±10%とし、これを超える値を示した際には±10%以内の軸力となるよう加力修正を行う。

これ以後の検査における判定基準は±30%とする。

④ 測定結果の報告

建物管理者は、測定結果を設計監理者に報告する。2度にわたって加力修正を行う必要が生じた場合には設計監理者は検討し、建物管理者に改善案を指示する。

初期検査が終了した段階で、設計監理者は結果に対する総合的な検討を行い、報告書を動燃事業団に提出する。

## 第 4 章 長期計測項目の処理

表 1-7 長期計測計画一覧

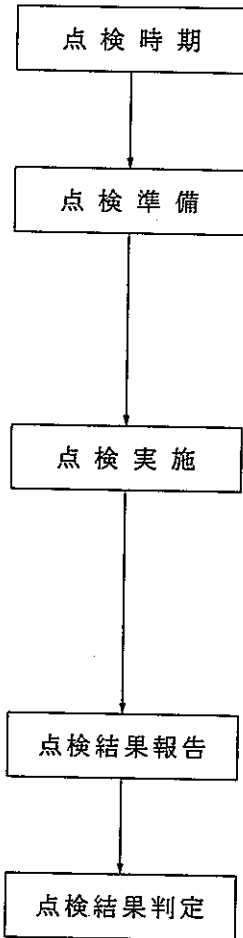
項 目	システム概要	計 測 方 法	システム 維持管理者	デ ー タ 保 持 者	備 考
免震装置の 周期・減衰		地震観測	動燃大洗工学 センター工務課	動燃工務建設室	動燃東海 事業所で 解析処理

## Ⅱ編 保守点検マニュアル

# 第1章 保守点検体制及び実施概要

以下に日常点検フロー、定期・臨時点検フロー及び免震装置の諸数値（設計値）一覧表を示す。

## (1) 日常点検フロー



半年毎 1回目 1992.3  
 2回目 1992.10  
 …… 継続

- ・点検シート No.1 - A (A')
- No.2 - A (A')
- No.3
- No.4
- No.6
- ・懐中電灯 温度計など

表2-4 保守点検要領（日常点検）に従い、点検を実施し、  
 点検シート No.1 - A (A') 積層ゴムアイソレータの外観検査表  
                   No.2 - A (A') 鉛ダンパーの外観検査表  
                   No.3 建築関係目視検査表  
                   No.4 設備関係目視検査表  
                   No.6 別置き試験体の軸力管理表  
 に記入する。

点検シートを、表2-1 保守点検体制及び実施概要（日常点検）に従い、一次判定者に提出する。

1次、2次判定者は、表2-4 保守点検要領（日常点検）に従い、判定を行い、不具合がある場合は、表2-1 保守点検体制及び実施概要（日常点検）に従い、対応措置を講じる。

図2-1 日常点検フロー

(2) 定期・臨時点検フロー

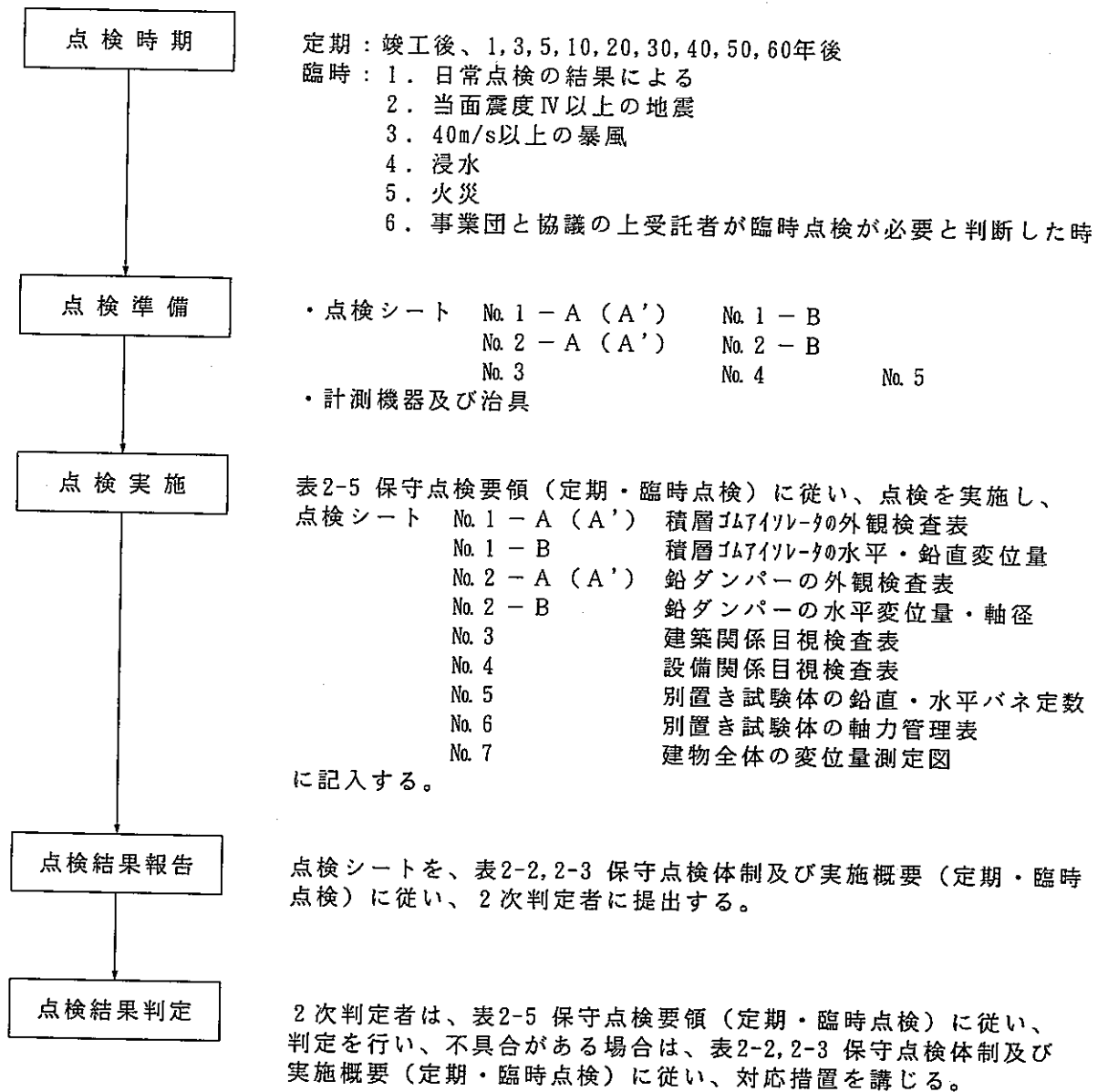


図2-2 定期・臨時点検フロー

(3) 免震装置の諸数値（設計値）

免震装置の諸数値（設計値）一覧表

項 目		設 計 値	
積層ゴムアイソレータ	直径 (mm)	500φ	600φ
	ゴム総厚 (mm)	98	117
	水平バネ定数 (t/cm)	0.8	1.0
	鉛直バネ定数 (t/cm)	1100	1700
鉛ダンパー	軸径 (mm)	140φ	
	水平剛性 (t/cm)	6	
	降伏耐力 (t)	5	
免震装置周辺・建物周辺 クリアランス	建物躯体の免震部, 非免震部間クリアランス (cm)	45	
設備配管継手部	可撓継手の最大軸直角変位量 (cm)	30	
別置き試験体 (600φ積層ゴムアイソレータ)	導入軸力 (t)	282	

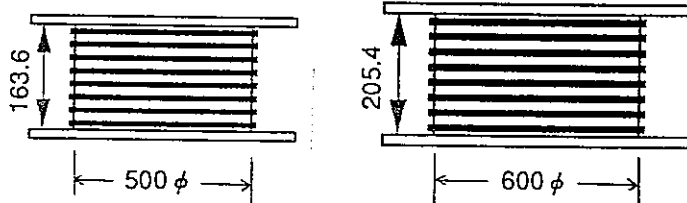


図 2 - 3 積層ゴムアイソレータ

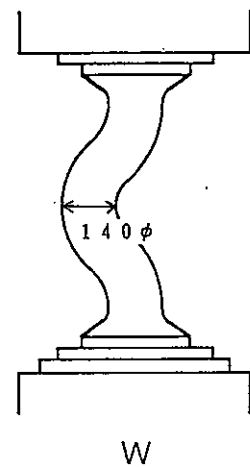


図 2 - 4 鉛ダンパー

表 2 - 1 保守点検体制及び実施概要（日常点検）

種別	実施時期	実施者	実施内容		判定措置		備考			
			点検項目	1次判定者	2次判定者	対応				
						不具合あり		不具合なし		
日常点検	半年毎	動燃大洗工学センター工務課	免震装置関係	【積層ゴムアイソレータ】 鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態	動燃工務建設室	日建設計	塗装による修復 補修あるいは交換	動燃工務建設室 及び動燃大洗工学センター工務課に報告	点検シート1-A 点検シート1-A'	
				【別置き試験体】 鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態 軸力管理					塗装による修復 補修あるいは交換 軸力調整	点検シートNo.6
				【鉛タパー】 鉄部防錆状態 表面損傷状態					塗装による修復 補修あるいは交換	点検シート2-A 点検シート2-A'
			建築関係	【免震装置周辺及び 建物周辺のクリアランス】 障害物の有無					除去	点検シートNo.3
				【犬走り下のゴムシール】 抜け、垂れ、破れ					補修あるいは交換	
設備関係	【設備配管継手部】 損傷状態 形状変化の有無	補修あるいは交換 調査の上対処	点検シートNo.4							

表 2 - 2 保守点検体制及び実施概要（定期点検）

種別	実施時期	実施者	実施内容		判定措置			備考	
			点検項目	1次判定者	2次判定者	対応			
						不具合あり	不具合なし		
定期 点検	竣工後 1年 3年 5年 10年 20年 30年 40年 50年 60年	清水建設 大林組	免震装置 関係	【積層ゴムアイソレータ】 鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態 取付ボルト固定度 水平変位量* 鉛直変位量* その他の変形 水平バネ定数（必要により実施） 鉛直バネ定数（必要により実施）	清水建設 大林組	日建設計	塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 位置修正 交換 調査の上対処 交換 交換	動燃工務建設室 及び動燃大洗 工学センター 工務課に報告	点検シートNo.1-A 点検シートNo.1-A' 点検シートNo.1-B 点検シートNo.1-B'
				【鉛ダンパー】 鉄部防錆状態 表面損傷状態 取付ボルト固定度 軸径（高さ方向中央部2方向） 水平変位量* その他の変形 水平剛性（必要により実施） 降伏耐力（必要により実施）			塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 交換 位置修正 調査の上対処 交換 交換		点検シートNo.2-A 点検シートNo.2-A' 点検シートNo.2-B 点検シートNo.2-B'
				【別置き試験体】 鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態 軸力管理 水平バネ定数（10年毎） 鉛直バネ定数（10年毎）			塗装による修復 補修あるいは交換 軸力調整 実機を抜き取り検査し、判定基準を適用		点検シートNo.5 （10年毎） 点検シートNo.6
				【建物全体の変位量】 水平変位量* 鉛直変位量*			位置修正 交換		点検シートNo.7
				【免震装置周辺及び建物周辺のクリアランス】 障害物の有無 【犬走り下のゴムシール】 抜け、垂れ、破れ			除去 補修あるいは交換		点検シートNo.3
				【設備配管継手部】 損傷状態 形状変化の有無			補修あるいは交換 調査の上対処		点検シートNo.4



表 2 - 3 保守点検体制及び実施概要（臨時点検）

種別	実施時期	実施者	実施内容		判定措置			備考	
			点検項目	1次判定者	2次判定者	対応			
						不具合あり	不具合なし		
臨時 点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検の結果</li> <li>・ 当面震度IV以上の地震</li> <li>・ 40m/s以上の暴風</li> <li>・ 浸水</li> <li>・ 火災</li> <li>・ 動燃事業団と協議の上日建設計が必要と判断した時</li> </ul>	清水建設 大林組	免震装置関係	【積層ゴムアライナー】 鉄部防錆状態 保護膜表面損傷状態 取付ボルト固定度 水平変位量* 鉛直変位量* その他の変形 水平バネ定数（必要により実施） 水平バネ定数（必要により実施）	清水建設 大林組	日建設計	塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 位置修正 交換 調査の上対処 交換 交換	動燃工務建設室 及び動燃大洗 工学センター 工務課に報告	点検シートNo 1 - A 点検シートNo 1 - A' 点検シートNo 1 - B 点検シートNo 1 - B'
				【鉛パイプ】 鉄部防錆状態 表面損傷状態 取付ボルト固定度 軸径（高さ方向中央部2方向） 水平変位量* その他の変形 水平剛性（必要により実施） 降伏耐力（必要により実施）			塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 交換 位置修正 調査の上対処 交換 交換		点検シートNo 2 - A 点検シートNo 2 - A' 点検シートNo 2 - B 点検シートNo 2 - B'
				【別置き試験体】 鉄部防錆状態 保護膜表面損傷状態 軸力管理 水平バネ定数 試験体も本体 鉛直バネ定数 と同じ災害を 受けた時			塗装による修復 補修あるいは交換 軸力調節 実機を抜き取り検査し、判定基準を適用		点検シートNo 5 点検シートNo 6
				【建物全体の変位量】 水平変位量* 鉛直変位量*			位置修正 交換		点検シートNo 7
				建築関係 【免震装置周辺及び建物周辺のクリアランス】 障害物の有無 【犬走り下のゴムシール】 抜け、垂れ、破れ			除去 補修あるいは交換		点検シートNo 3
				設備関係 【設備配管継手部】 損傷状態 形状変化の有無			補修あるいは交換 調査の上対処		点検シートNo 4

表2-4 保守点検要領（日常点検）

種別	点検項目		保守点検要領			備考
			計測項目	計測方法	判定基準	
日常点検	免震装置関係	積層ゴムアイソレータ（全数）	鉄部防錆状態	目視により、積層ゴムアイソレータのフランジ及び取付けプレートの錆の発生状況を確認する。	鉄部に有害な錆の発生が認められないこと。	点検シートNo.1-A 点検シートNo.1-A'に記入
			保護ゴム表面損傷状態	目視により、保護ゴム表面に顕著な損傷がないかを確認する。	保護ゴム表面に顕著な損傷（亀裂）が認められないこと。	
		別置き試験体	鉄部防錆状態	目視により、積層ゴムアイソレータの取付けプレートの錆の発生状況を確認する。	鉄部に有害な錆の発生が認められないこと。	点検シートNo.6
			保護ゴム表面損傷状態 軸力管理	目視により、保護ゴム表面に顕著な損傷がないかを確認する。 土圧計の目盛を読む。	保護ゴム表面に顕著な損傷（亀裂）が認められないこと。 所定軸力（ $282t \pm 30\%$ ）以内であること。	
		鉛ダンパー（全数）	鉄部防錆状態	目視により、鉛ダンパーのフランジ及び取付けプレートの錆の発生状況を確認する。	鉄部に有害な錆の発生が認められないこと。	点検シートNo.2-A 点検シートNo.2-A'に記入
			表面損傷状態	目視により、鉛ダンパー表面に顕著な損傷がないかを確認する。	鉛ダンパー表面に顕著な損傷（亀裂）が認められないこと。	
	建築関係	免震装置周辺・建物周辺クリアランス	障害物の有無	地震時の免震装置の変形を阻害するような障害物が、免震装置周辺及び建物周辺にないことを確認する。	障害物がないこと。	点検シートNo.3に記入
		犬走り下のゴムシール	形状変化の有無	目視により、犬走り下のゴムシールに顕著な形状変化がないことを確認する。	犬走り下のゴムシールに顕著な形状変化（抜け、垂れ、破れ）が認められないこと。	点検シートNo.3に記入
	設備関係	設備配管継手部	損傷状態	目視により、設備配管継手部に顕著な損傷（亀裂）がないことを確認する。	設備配管継手部に顕著な損傷（亀裂）が認められないこと。	点検シートNo.4に記入
			形状変化の有無	目視により、設備配管継手部に顕著な形状変化がないことを確認する。	設備配管継手部に顕著な形状変化が認められないこと。	

表 2-5 保守点検要領 (定期・臨時点検) (P 1 / 3)

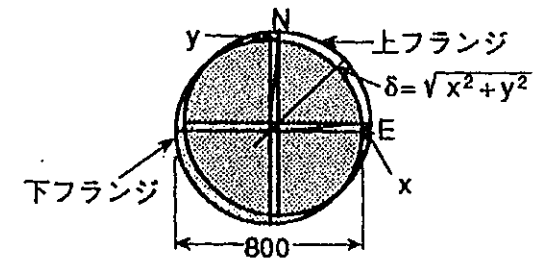
種別	点検項目		保守点検要領			備考
			計測項目	計測方法	判定基準	
定期・臨時点検	免震装置関係	積層ゴムアイソレータ (全数)	鉄部防錆状態	目視により、積層ゴムアイソレータのフランジ及び取付けプレートの錆の発生状況を確認する。	鉄部に有害な錆の発生が認められないこと。	点検シートNo.1-A に記入
			保護ゴム表面損傷状態	目視により、保護ゴム表面に顕著な損傷がないかを確認する。	保護ゴム表面に顕著な損傷 (亀裂) が認められないこと。	
			取付ボルト固定度	目視により、取付ボルトにゆるみがないことを確認する。	取付ボルトにゆるみがないこと。	
			水平変位量	水平変位とは、積層ゴムアイソレータの上・下部フランジ間の水平変位関係のズレをいう。測定は上・下部フランジ間の水平変位関係のズレ (角度) を傾斜計にて測定し、フランジ間高さ (H) より変形を算定する。なお、上部フランジの変形向きがNまたはEの時、 (+) の記号をつける。	水平変位量が 5 cm 以下であること。	点検シートNo.1-B に記入 建物 4 隅の水平変位量を同時に計測し、同シートに記入する。
			鉛直変位量	鉛直変位とは、積層ゴムアイソレータ高さ寸法の変化量をいい高さ寸法の測定は上・下部フランジ間の距離を測定することにより行う。測定はハイトゲージにて行い、測定位置は積層ゴムアイソレータフランジのNS方向対称 2 点とし、2 点の平均にて評価する。測定精度は 1 mm とする。	鉛直変位量 $\Delta H$ / ゴム総厚 $H_R \leq 0.1$ であること。 ただし、 $H_R = n \cdot t_r$ $n$ : ゴム層数 $t_r$ : ゴム層の厚さ 500 $\phi$ 積層ゴムアイソレータの場合、 $H_R = 98\text{mm}$ 600 $\phi$ 積層ゴムアイソレータの場合、 $H_R = 117\text{mm}$	
その他の変形	その他の変形とは、積層ゴムアイソレータの水平、鉛直変形以外の局所的な変形をいう。計測はこの局所的変形量が評価できるようスケールなどにより行う。	積層ゴムアイソレータの特性上、有害な変形でない	点検シートNo.1-A に記入			

表2-5 保守点検要領（定期・臨時点検）（P2/3）

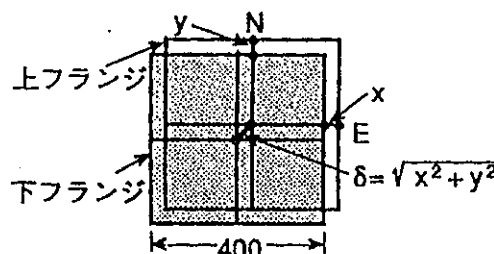
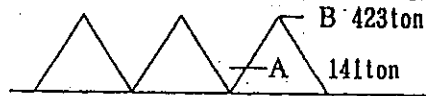
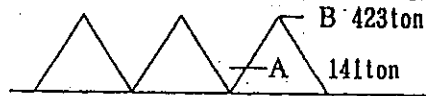
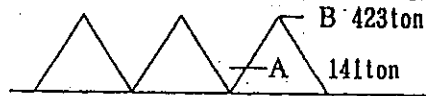
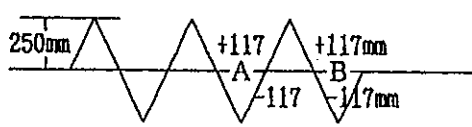
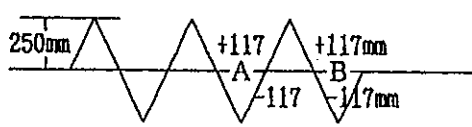
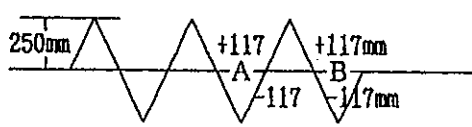
種別	点検項目	保守点検要領			備考	
		計測項目	計測方法	判定基準		
定期・臨時点検	免震装置関係 鉛ダンパー（全数）	鉄部防錆状態	目視により、鉛ダンパーのフランジ及び取付けプレートの錆の発生状況を確認する。	鉄部に有害な錆の発生が認められないこと。	点検シートNo.2-A に記入	
		表面損傷状態	目視により、鉛ダンパー表面に顕著な損傷がないかを確認する。	鉛ダンパー表面に顕著な損傷（亀裂）が認められないこと。		
		取付ボルト固定度	目視により、取付ボルトにゆるみがないことを確認する。	取付ボルトにゆるみがないこと。		
		水平変位量	水平変位とは、鉛ダンパーの上・下部フランジ間の水平変位関係のズレをいう。測定は上・下部フランジ間の水平変位関係のズレ（角度）を傾斜計にて測定し、フランジ間高さ（H）より変形を算定する。なお、上部フランジの変形向きがNまたはEの時、（+）の記号をつける。	水平変位量が5cm以下であること。		点検シートNo.2-B に記入 建物4隅の水平変位量を同時に計測し、同シートに記入する。
		軸径	軸径の計測は、鉛ダンパーの高さ方向中心部における建物の通り2方向の鉛の径をノギスを用いて計測し軸径の減少量を求める。測定精度は1mmとする。	(軸径の減少量/軸径の設計値) ≤ 0.1		
その他の変形	その他の変形とは、鉛ダンパーの水平、鉛直変形以外の局所的な変形をいう。計測はこの局所的変形量が評価できるようスケールなどにより行う。	鉛ダンパー積層ゴムアイソレータの特性上、有害な変形でないこと。	点検シートNo.2-A に記入			

表2-5 保守点検要領(定期・臨時点検)(P3/3)

種別	点検項目		保守点検要領			備考			
			計測項目	計測方法	判定基準				
定期・臨時点検	建築関係	免震装置周辺・建物周辺クリアランス	障害物の有無	地震時の免震装置の変形を阻害するような障害物が、免震装置周辺及び建物周辺にないことを確認する。	障害物がないこと。	点検シートNo.3に記入			
	設備関係	設備配管継手部	損傷状態	目視により、設備配管継手部に顕著な損傷(亀裂)がないことを確認する。	設備配管継手部に顕著な損傷(亀裂)が認められないこと。	点検シートNo.4に記入			
			形状変化の有無	目視により、設備配管継手部に顕著な形状変化がないことを確認する。	設備配管継手部に顕著な形状変化が認められないこと。				
	免震装置関係	別置き試験体(積層ゴムアイソレータ)(2体)	鉛直剛性	当該免震建物の積層ゴムアイソレータの近傍に、常時面圧 100kg/cm <sup>2</sup> に相当する軸力を加えた状態で放置された別置き試験体(600φ積層ゴムアイソレータ2体)の鉛直バネ定数を、以下の試験方法によって測定する。  鉛直バネ定数の測定方法  <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>加力方法</th> <th>鉛直バネ定数算出方法</th> </tr> <tr> <td>鉛直荷重 423ton × 3回 (面圧 150kg/cm<sup>2</sup>)  </td> <td>3回目の加力時、141~423ton (面圧50~150kg/cm<sup>2</sup>)間の鉛直バネ定数を算出する。(左図A-B間)</td> </tr> </table>	加力方法	鉛直バネ定数算出方法	鉛直荷重 423ton × 3回 (面圧 150kg/cm <sup>2</sup> ) 	3回目の加力時、141~423ton (面圧50~150kg/cm <sup>2</sup> )間の鉛直バネ定数を算出する。(左図A-B間)	受入検査時の測定値に対するバネ定数変化量が、受入検査時の測定値の±20%以内であること。
加力方法	鉛直バネ定数算出方法								
鉛直荷重 423ton × 3回 (面圧 150kg/cm <sup>2</sup> ) 	3回目の加力時、141~423ton (面圧50~150kg/cm <sup>2</sup> )間の鉛直バネ定数を算出する。(左図A-B間)								
水平剛性	当該免震建物の積層ゴムアイソレータの近傍に、常時面圧 100kg/cm <sup>2</sup> に相当する軸力を加えた状態で放置された別置き試験体(600φ積層ゴムアイソレータ2体)の水平バネ定数を、以下の試験方法によって測定する。  水平バネ定数の測定方法  <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>加力方法</th> <th>水平バネ定数算出方法</th> </tr> <tr> <td>鉛直荷重 282ton (面圧 100kg/cm<sup>2</sup>) 水平変形量 ±250mm × 3回  </td> <td>3回目の加力サイクル時、±117mm (せん断ひずみ±100%)間の水平バネ定数を算出する。(左図A区間とB区間の剛性の平均値)</td> </tr> </table>	加力方法	水平バネ定数算出方法	鉛直荷重 282ton (面圧 100kg/cm <sup>2</sup> ) 水平変形量 ±250mm × 3回 	3回目の加力サイクル時、±117mm (せん断ひずみ±100%)間の水平バネ定数を算出する。(左図A区間とB区間の剛性の平均値)	受入検査時の測定値に対するバネ定数変化量が、受入検査時の測定値の±20%以内であること。			
加力方法	水平バネ定数算出方法								
鉛直荷重 282ton (面圧 100kg/cm <sup>2</sup> ) 水平変形量 ±250mm × 3回 	3回目の加力サイクル時、±117mm (せん断ひずみ±100%)間の水平バネ定数を算出する。(左図A区間とB区間の剛性の平均値)								

## 第2章 保守点検要領（日常・定期・臨時）

### (1) 積層ゴムアイソレータ点検ルート

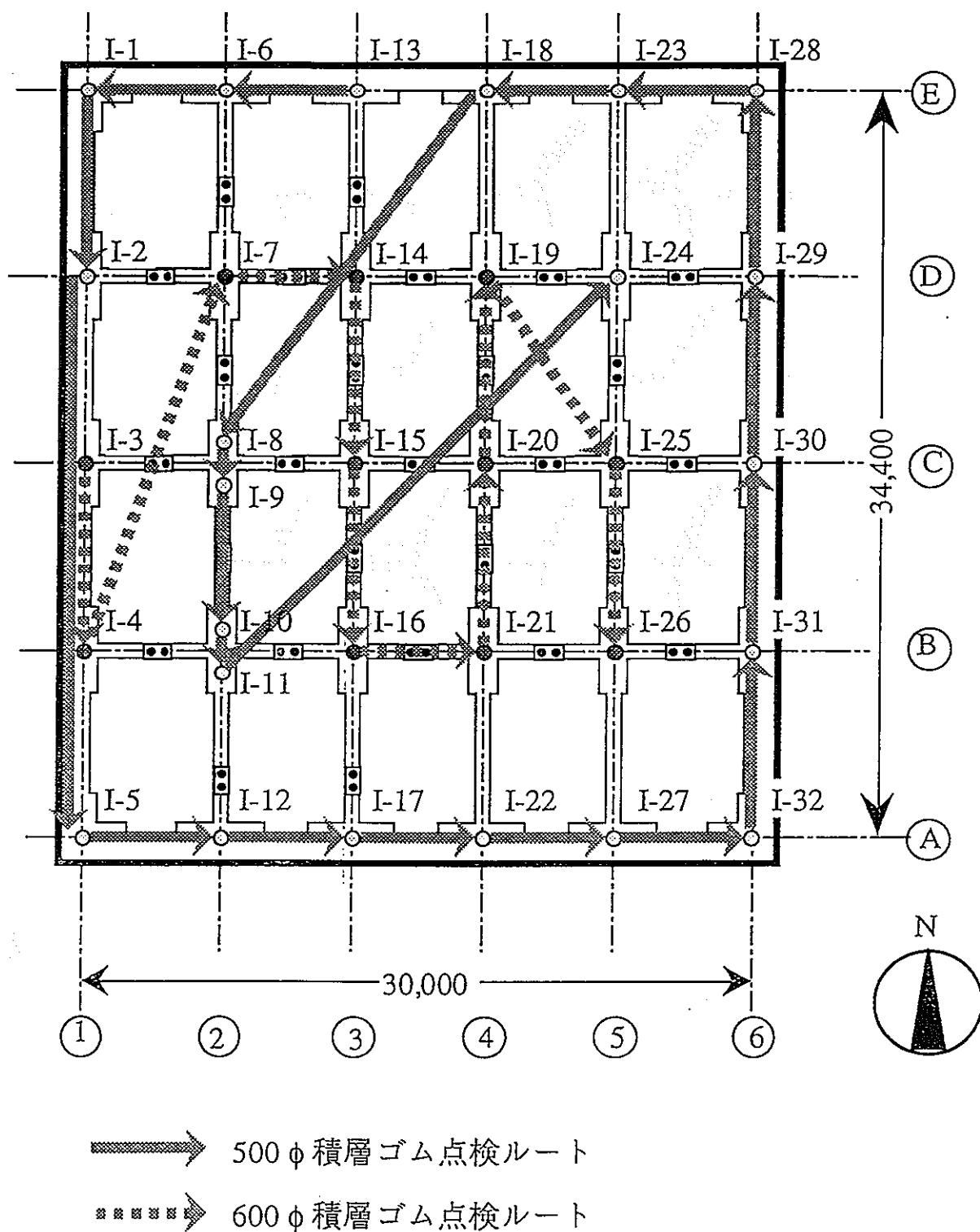
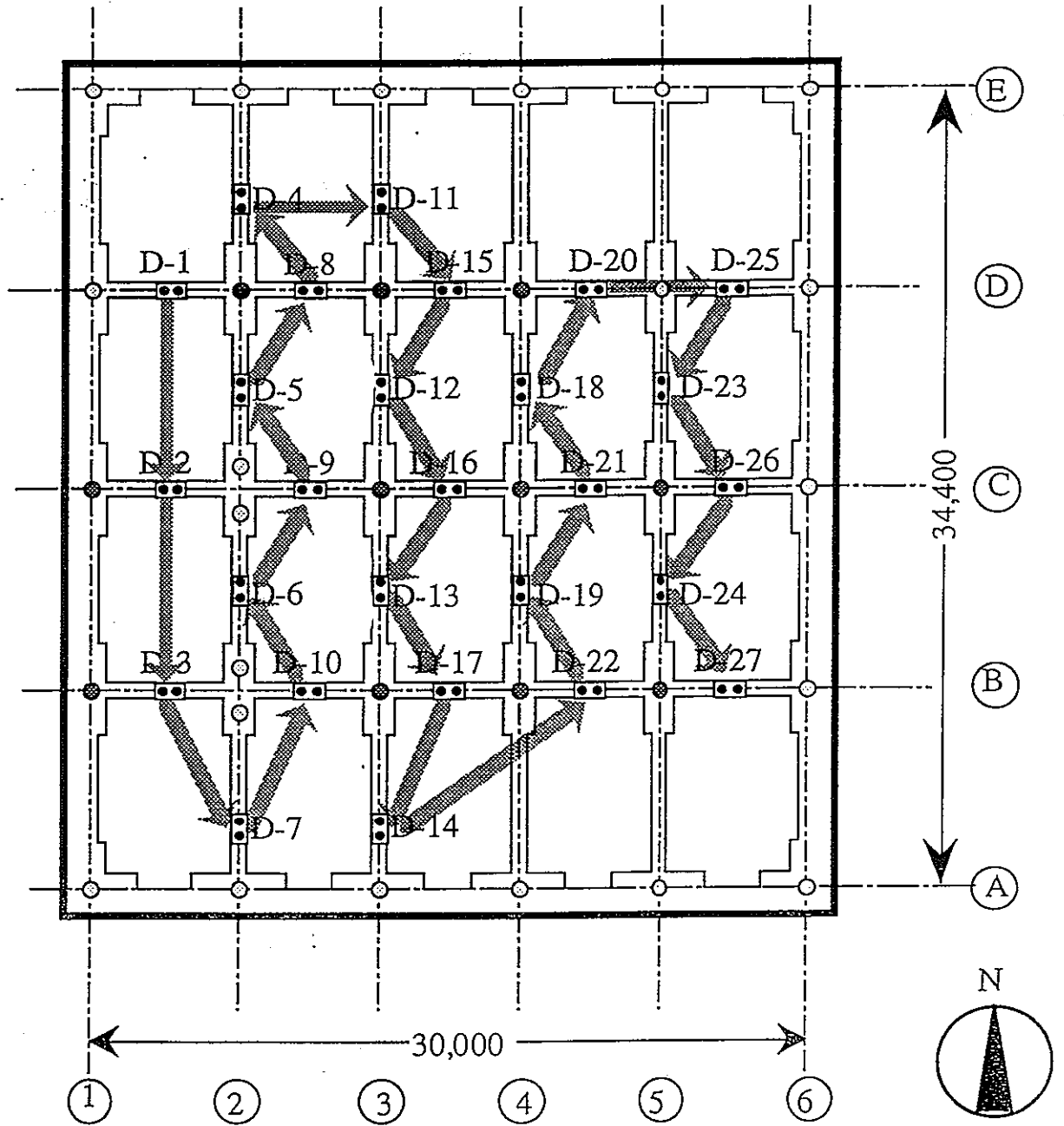


図2-5 積層ゴムアイソレータ点検ルート図（径別の点検ルート）

(2) 鉛ダンパー点検ルート



➡ 鉛ダンパー点検ルート

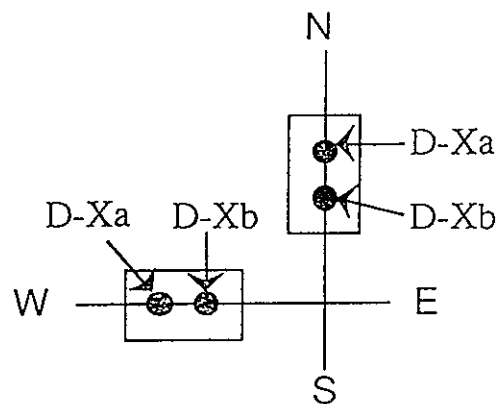


図 2 - 6 鉛ダンパー点検ルート図

第3章 点検シート（日常・定期・臨時）

点検シートNo. 1-A 積層ゴムの外観検査表

①鉄部防錆状態は以下に示すグレードに従い数字を記入する。

- 0：錆の発生はない
- 1：錆が一部認められる
- 2：錆の発生が著しい

②保護ゴム表面損傷状態は以下にグレードに従い数字を記入する。

- 0：損傷は認められない
- 1：損傷が一部認められる  
〔内部鉄板露出なし  
かつ（傷の長さ $l$ /ゴム部全周長さ） $< 1/4$ 〕
- 2：損傷が著しい  
〔内部鉄板露出あり  
もしくは（傷の長さ $l$ /ゴム部全周長さ） $\geq 1/4$ 〕

傷の長さ $l$ は巻尺などにより積層ゴム周囲に沿って測定し、積層ゴム全周長さに対する比を計算する。測定精度は5mmとする。

③取付けボルトの固定度は以下にグレードに従い数字を記入する。

- 0：ボルトのゆるみがない
- 1：ボルトのゆるみがある

ただし、この検査は定期・臨時点検時に行う。

④その他の変形は以下にグレードに従い数字を記入する。

- 0：その他の変形がない
- 1：その他の変形がある

ただし、この検査は定期・臨時点検時に行う。

測定日 \_\_\_\_\_

測定者 \_\_\_\_\_

記録者 \_\_\_\_\_

天気 \_\_\_\_\_

環境温度 \_\_\_\_\_ °C

積層ゴム 番号（製品番号）	鉄部 防錆 状態	表面 損傷 状態	ボル ト固 定度	その 他の 変形	積層ゴム 番号（製品番号）	鉄部 防錆 状態	表面 損傷 状態	ボル ト固 定度	その 他の 変形	積層ゴム 番号（製品番号）	鉄部 防錆 状態	表面 損傷 状態	ボル ト固 定度	その 他の 変形
I-1 (No. 516)					I-13 (No. 518)					I-25 (No. 608)				
I-2 (No. 513)					I-14 (No. 610)					I-26 (No. 604)				
I-3 (No. 605)					I-15 (No. 606)					I-27 (No. 505)				
I-4 (No. 601)					I-16 (No. 602)					I-28 (No. 521)				
I-5 (No. 501)					I-17 (No. 503)					I-29 (No. 515)				
I-6 (No. 517)					I-18 (No. 519)					I-30 (No. 512)				
I-7 (No. 609)					I-19 (No. 611)					I-31 (No. 509)				
I-8 (No. 510)					I-20 (No. 607)					I-32 (No. 506)				
I-9 (No. 511)					I-21 (No. 603)									
I-10 (No. 507)					I-22 (No. 504)									
I-11 (No. 508)					I-23 (No. 520)									
I-12 (No. 502)					I-24 (No. 514)									



点検シートNo. 1-A' 積層ゴムの外観検査記録

(日常・定期・臨時)

積層ゴムNO.  
(製品番号: )

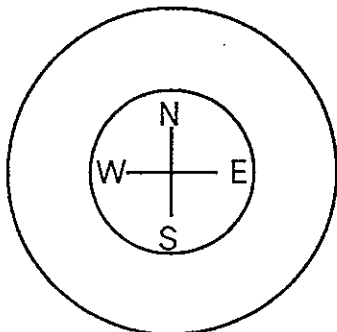
点検年月日: 年 月 日

点検者:

点検項目	点検結果	特記
鉄部防錆状態		
保護ゴム表面損傷状態		
取付けボルト固定度		
その他の変形		

損傷等がある場合には下図にその場所と長さあるいは大きさ等を明示する。

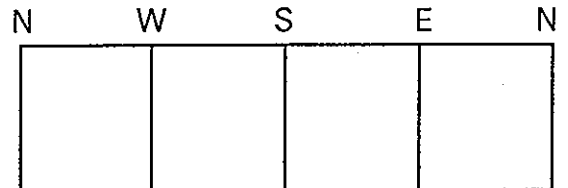
H=163.6 (500φ), 205.4 (600φ)



平面図



○—○ 立面図



展開図 (左回り)

点検シートNo. 1-B 積層ゴムの水平・鉛直変位量 (P1/3)

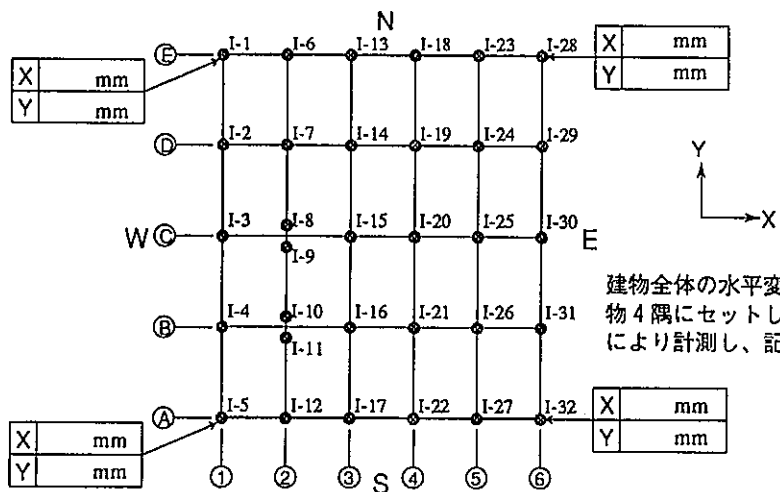
測定日 . . .

測定者 \_\_\_\_\_

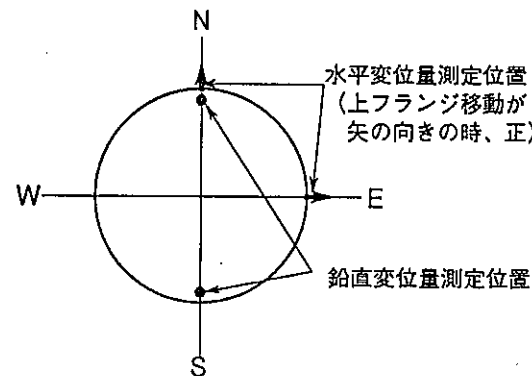
記録者 \_\_\_\_\_

天気 \_\_\_\_\_

環境温度 \_\_\_\_\_ °C



建物全体の水平変位量を建物4隅にセットした下振りにより計測し、記入する。



積層ゴム番号 (製品番号)	水平変位量の測定 (単位: mm)				鉛直変位量の測定 (単位: mm)			
	竣工時	測定値	水平変位量	判定	竣工時	測定値	鉛直変位量	判定
	EW: x <sub>0</sub> NS: y <sub>0</sub>	EW: x NS: y	$\delta = \sqrt{x^2 + y^2}$		N: H <sub>N0</sub> S: H <sub>S0</sub> 平均: H <sub>0</sub>	N: H <sub>N</sub> S: H <sub>S</sub> 平均: H	$\Delta H = H_0 - H$	
I-1 ( No. 516 )	EW: 0 NS: -2	EW: NS:		良, 否	N: 162.9 S: 163.5 平均: 163.2	N: S: 平均:		良, 否
I-2 ( No. 513 )	EW: +1 NS: -2	EW: NS:		良, 否	N: 162.5 S: 162.1 平均: 162.3	N: S: 平均:		良, 否
I-3 ( No. 605 )	EW: 0 NS: +1	EW: NS:		良, 否	N: 202.2 S: 203.3 平均: 202.7	N: S: 平均:		良, 否
I-4 ( No. 601 )	EW: 0 NS: +2	EW: NS:		良, 否	N: 203.8 S: 204.0 平均: 203.9	N: S: 平均:		良, 否
I-5 ( No. 501 )	EW: +2 NS: 0	EW: NS:		良, 否	N: 162.0 S: 163.8 平均: 162.9	N: S: 平均:		良, 否
I-6 ( No. 517 )	EW: -1 NS: -4	EW: NS:		良, 否	N: 162.5 S: 163.2 平均: 162.9	N: S: 平均:		良, 否
I-7 ( No. 609 )	EW: 0 NS: -3	EW: NS:		良, 否	N: 203.1 S: 203.9 平均: 203.5	N: S: 平均:		良, 否
I-8 ( No. 510 )	EW: +4 NS: +1	EW: NS:		良, 否	N: 163.6 S: 161.3 平均: 162.4	N: S: 平均:		良, 否

点検シートNo. 1-B 積層ゴムの水平・鉛直変位量 (P2/3)

積層ゴム番号 (製品番号)	水平変位量の測定 (単位: mm)				鉛直変位量の測定 (単位: mm)			
	竣工時	測定値	水平変位量	判定	竣工時	測定値	鉛直変位量	判定
	EW: x <sub>0</sub> NS: y <sub>0</sub>	EW: x NS: y	$\delta = \sqrt{(x^2+y^2)}$		N: H <sub>N0</sub> S: H <sub>S0</sub> 平均: H <sub>0</sub>	N: H <sub>N</sub> S: H <sub>S</sub> 平均: H	$\Delta H = H_0 - H$	
I-9 ( No. 511 )	EW: +3 NS: 0	EW: NS:		良, 否	N: 163.0 S: 163.9 平均: 163.4	N: S: 平均:		良, 否
I-10 ( No. 507 )	EW: +1 NS: +2	EW: NS:		良, 否	N: 162.1 S: 163.4 平均: 162.7	N: S: 平均:		良, 否
I-11 ( No. 508 )	EW: +4 NS: -1	EW: NS:		良, 否	N: 162.4 S: 162.8 平均: 162.6	N: S: 平均:		良, 否
I-12 ( No. 502 )	EW: +2 NS: +3	EW: NS:		良, 否	N: 164.2 S: 164.1 平均: 164.2	N: S: 平均:		良, 否
I-13 ( No. 518 )	EW: 0 NS: -2	EW: NS:		良, 否	N: 163.1 S: 161.2 平均: 162.1	N: S: 平均:		良, 否
I-14 ( No. 610 )	EW: +2 NS: -4	EW: NS:		良, 否	N: 204.3 S: 202.9 平均: 203.6	N: S: 平均:		良, 否
I-15 ( No. 606 )	EW: +1 NS: +1	EW: NS:		良, 否	N: 204.5 S: 203.5 平均: 204.0	N: S: 平均:		良, 否
I-16 ( No. 602 )	EW: +1 NS: +1	EW: NS:		良, 否	N: 203.2 S: 203.1 平均: 203.2	N: S: 平均:		良, 否
I-17 ( No. 503 )	EW: 0 NS: +3	EW: NS:		良, 否	N: 162.1 S: 163.5 平均: 162.8	N: S: 平均:		良, 否
I-18 ( No. 519 )	EW: -1 NS: -3	EW: NS:		良, 否	N: 162.9 S: 161.4 平均: 162.2	N: S: 平均:		良, 否
I-19 ( No. 611 )	EW: +1 NS: -3	EW: NS:		良, 否	N: 204.9 S: 202.0 平均: 203.4	N: S: 平均:		良, 否
I-20 ( No. 607 )	EW: +2 NS: 0	EW: NS:		良, 否	N: 203.3 S: 204.5 平均: 203.9	N: S: 平均:		良, 否

点検シートNo. 1-B 積層ゴムの水平・鉛直変位量 (P 3 / 3)

積層ゴム番号 (製品番号)	水平変位量の測定 (単位: mm)				鉛直変位量の測定 (単位: mm)			
	竣工時	測定値	水平変位量	判定	竣工時	測定値	鉛直変位量	判定
	EW: x <sub>0</sub> NS: y <sub>0</sub>	EW: x NS: y	$\delta = \sqrt{(x^2 + y^2)}$		N: H <sub>N0</sub> S: H <sub>S0</sub> 平均: H <sub>0</sub>	N: H <sub>N</sub> S: H <sub>S</sub> 平均: H	$\Delta H = H_0 - H$	
I-21 ( No. 603 )	EW: 0 NS: +1	EW: NS:		良, 否	N: 205.3 S: 203.7 平均: 204.5	N: S: 平均:		良, 否
I-22 ( No. 504 )	EW: -1 NS: +3	EW: NS:		良, 否	N: 163.4 S: 162.2 平均: 162.8	N: S: 平均:		良, 否
I-23 ( No. 520 )	EW: -1 NS: -3	EW: NS:		良, 否	N: 162.9 S: 162.6 平均: 162.7	N: S: 平均:		良, 否
I-24 ( No. 514 )	EW: -4 NS: -2	EW: NS:		良, 否	N: 161.1 S: 161.9 平均: 161.5	N: S: 平均:		良, 否
I-25 ( No. 608 )	EW: -2 NS: +1	EW: NS:		良, 否	N: 204.8 S: 202.7 平均: 203.7	N: S: 平均:		良, 否
I-26 ( No. 604 )	EW: -2 NS: +1	EW: NS:		良, 否	N: 204.7 S: 205.8 平均: 205.2	N: S: 平均:		良, 否
I-27 ( No. 505 )	EW: 0 NS: +3	EW: NS:		良, 否	N: 161.4 S: 163.9 平均: 162.6	N: S: 平均:		良, 否
I-28 ( No. 521 )	EW: -3 NS: -2	EW: NS:		良, 否	N: 163.1 S: 162.7 平均: 162.9	N: S: 平均:		良, 否
I-29 ( No. 515 )	EW: -3 NS: -2	EW: NS:		良, 否	N: 163.4 S: 161.6 平均: 162.5	N: S: 平均:		良, 否
I-30 ( No. 512 )	EW: -2 NS: -1	EW: NS:		良, 否	N: 163.4 S: 161.2 平均: 162.3	N: S: 平均:		良, 否
I-31 ( No. 509 )	EW: -2 NS: 0	EW: NS:		良, 否	N: 162.1 S: 163.2 平均: 162.6	N: S: 平均:		良, 否
I-32 ( No. 506 )	EW: 0 NS: +3	EW: NS:		良, 否	N: 162.5 S: 164.7 平均: 163.6	N: S: 平均:		良, 否

点検シートNo. 2-A 鉛ダンパーの外観検査表

①鉄部防錆状態は以下に示すグレードに従い数字を記入する。

- 0 : 錆の発生はない
- 1 : 錆が一部認められる
- 2 : 錆の発生が著しい

②表面損傷状態は以下にグレードに従い数字を記入する。

- 0 : 損傷は認められない
- 1 : 損傷が一部認められる  
〔(傷の長さ $l$ /軸部全周長さ) < 1/8 〕
- 2 : 損傷が著しい  
〔(傷の長さ $l$ /軸部全周長さ)  $\geq$  1/8 〕

傷の長さ $l$ は巻尺などにより鉛ダンパー周囲に沿って測定し、積層ゴム全周長さに対する比を計算する。

③取付けボルトの固定度は以下に示すグレードに従い数字を記入する。

- 0 : ボルトのゆるみがない
- 1 : ボルトのゆるみがある

ただし、この検査は定期・臨時点検時に行う。

④その他の変形は以下にグレードに従い数字を記入する。

- 0 : その他の変形がない
- 1 : その他の変形がある

ただし、この検査は定期・臨時点検時に行う。

測定日 \_\_\_\_\_

測定者 \_\_\_\_\_

記録者 \_\_\_\_\_

天気 \_\_\_\_\_

環境温度 \_\_\_\_\_ °C

鉛ダンパー番号 (製品番号)	鉄部 防錆 状態	表面 損傷 状態	ボルト 固定 度	その 他の 変形	鉛ダンパー番号 (製品番号)	鉄部 防錆 状態	表面 損傷 状態	ボルト 固定 度	その 他の 変形	鉛ダンパー番号 (製品番号)	鉄部 防錆 状態	表面 損傷 状態	ボルト 固定 度	その 他の 変形	鉛ダンパー番号 (製品番号)	鉄部 防錆 状態	表面 損傷 状態	ボルト 固定 度	その 他の 変形
D-1a (No. 41)					D-8a (No. 43)					D-15a (No. 45)					D-22a (No. 11)				
D-1b (No. 42)					D-8b (No. 44)					D-15b (No. 46)					D-22b (No. 12)				
D-2a (No. 23)					D-9a (No. 25)					D-16a (No. 27)					D-23a (No. 39)				
D-2b (No. 24)					D-9b (No. 26)					D-16b (No. 28)					D-23b (No. 40)				
D-3a (No. 5)					D-10a (No. 7)					D-17a (No. 9)					D-24a (No. 21)				
D-3b (No. 6)					D-10b (No. 8)					D-17b (No. 10)					D-24b (No. 22)				
D-4a (No. 51)					D-11a (No. 53)					D-18a (No. 37)					D-25a (No. 49)				
D-4b (No. 52)					D-11b (No. 54)					D-18b (No. 38)					D-25b (No. 50)				
D-5a (No. 33)					D-12a (No. 35)					D-19a (No. 19)					D-26a (No. 31)				
D-5b (No. 34)					D-12b (No. 36)					D-19b (No. 20)					D-26b (No. 32)				
D-6a (No. 15)					D-13a (No. 17)					D-20a (No. 47)					D-27a (No. 13)				
D-6b (No. 16)					D-13b (No. 18)					D-20b (No. 48)					D-27b (No. 14)				
D-7a (No. 1)					D-14a (No. 3)					D-21a (No. 29)									
D-7b (No. 2)					D-14b (No. 4)					D-21b (No. 30)									

点検シートNo. 2-A' 鉛ダンパー外観検査記録

(日常・定期・臨時)

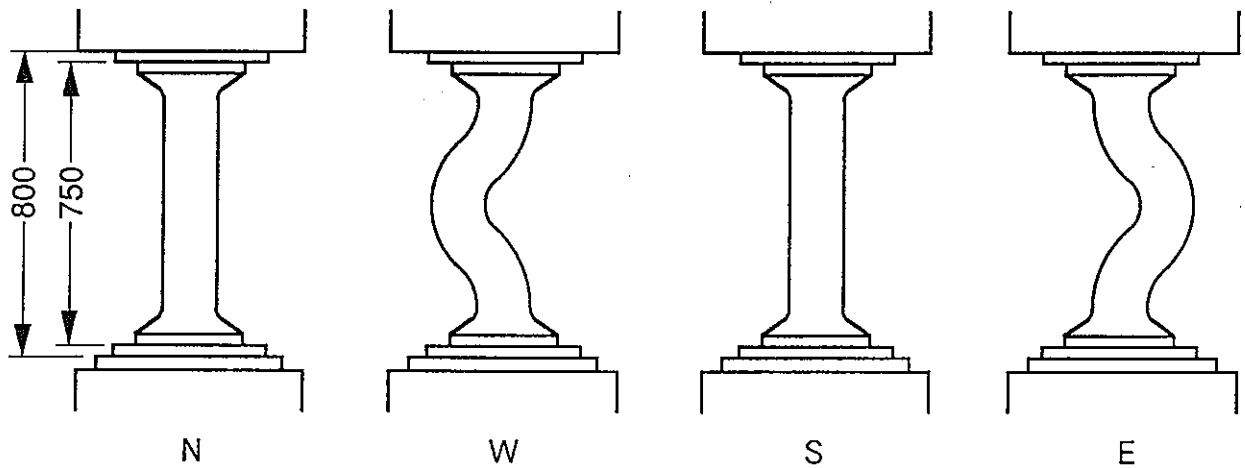
鉛ダンパーNO. \_\_\_\_\_  
 (製品番号: \_\_\_\_\_)

点検年月日: 年 月 日

点検者: \_\_\_\_\_

点検項目	点検結果	特記
鉄部防錆状態		
鉛表面損傷状態		
取付けボルト固定度		
その他の変形		

損傷等がある場合には下図にその場所と長さあるいは大きさ等を明示する。



点検シートNo. 2-B 鉛ダンパーの水平変位量・軸径 (P 1 / 5)

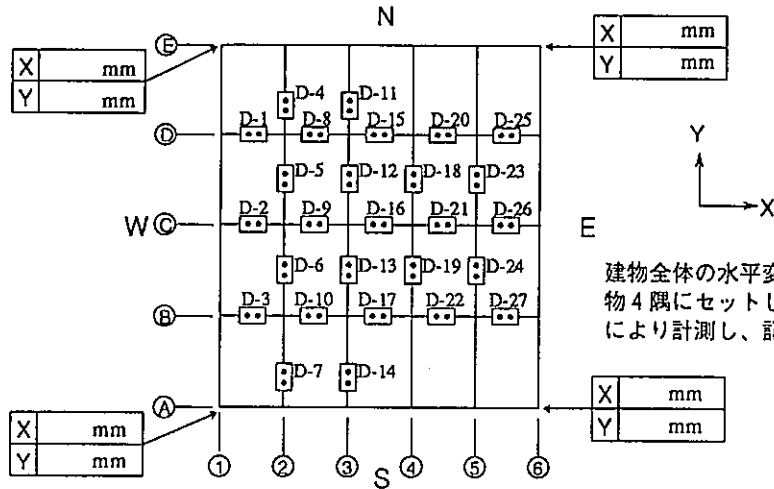
測定日 . . .

測定者 \_\_\_\_\_

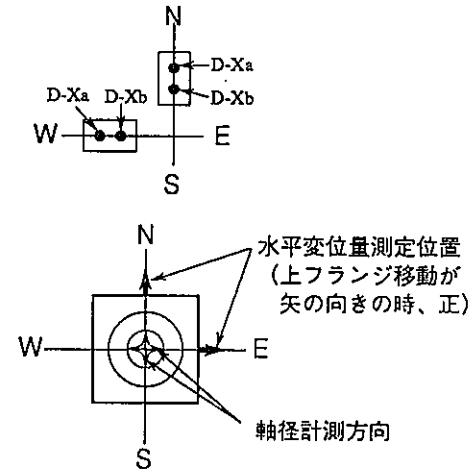
記録者 \_\_\_\_\_

天気 \_\_\_\_\_

環境温度 \_\_\_\_\_ °C



建物全体の水平変位量を建物4隅にセットした下振りにより計測し、記入する。



鉛ダンパー番号 (製品番号)	水平変位量の測定 (単位: mm)				軸径の測定 (単位: mm)			
	竣工時	測定値	水平変位量	判定	竣工時	測定値	軸径の減少量	判定
	EW: x <sub>0</sub> NS: y <sub>0</sub>	EW: x NS: y	$\delta = \sqrt{x^2 - y^2}$		EW: x <sub>0</sub> NS: y <sub>0</sub>	EW: x NS: y	EW: (x - 140) NS: (y - 140)	
D-1 a ( No. 41 )	EW: +3 NS: -4	EW: NS:		良, 否	EW: 139.9 NS: 142.8	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-1 b ( No. 42 )	EW: -1 NS: -1	EW: NS:		良, 否	EW: 140.8 NS: 139.8	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-2 a ( No. 23 )	EW: +5 NS: +1	EW: NS:		良, 否	EW: 141.2 NS: 141.0	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-2 b ( No. 24 )	EW: +3 NS: +1	EW: NS:		良, 否	EW: 141.1 NS: 140.1	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-3 a ( No. 5 )	EW: +1 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.0 NS: 140.6	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-3 b ( No. 6 )	EW: 0 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 141.1 NS: 140.2	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-4 a ( No. 51 )	EW: +4 NS: -5	EW: NS:		良, 否	EW: 140.7 NS: 139.5	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-4 b ( No. 52 )	EW: +1 NS: -11	EW: NS:		良, 否	EW: 140.1 NS: 140.7	EW: NS:	EW: NS:	良, 否

点検シートNo. 2-B 鉛ダンパーの水平変位量・軸径 (P 2 / 5)

鉛ダンパー番号 (製品番号)	水平変位量の測定 (単位: mm)				軸径の測定 (単位: mm)			
	竣工時	測定値	水平変位量	判定	竣工時	測定値	軸径の減少量	判定
	EW: x <sub>0</sub> NS: y <sub>0</sub>	EW: x NS: y	$\delta = \sqrt{(x^2 - y^2)}$		EW: x <sub>0</sub> NS: y <sub>0</sub>	EW: x NS: y	EW: (x-140) NS: (y-140)	
D-5 a ( No. 33 )	EW: +1 NS: -3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.6 NS: 140.8	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-5 b ( No. 34 )	EW: +4 NS: -3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.3 NS: 140.5	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-6 a ( No. 15 )	EW: +3 NS: -3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.7 NS: 140.4	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-6 b ( No. 16 )	EW: -1 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 139.9 NS: 140.7	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-7 a ( No. 1 )	EW: -7 NS: +7	EW: NS:		良, 否	EW: 140.5 NS: 139.7	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-7 b ( No. 2 )	EW: -4 NS: 0	EW: NS:		良, 否	EW: 139.7 NS: 140.2	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-8 a ( No. 43 )	EW: +1 NS: -8	EW: NS:		良, 否	EW: 140.2 NS: 140.7	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-8 b ( No. 44 )	EW: -3 NS: -9	EW: NS:		良, 否	EW: 140.7 NS: 139.9	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-9 a ( No. 25 )	EW: +7 NS: +7	EW: NS:		良, 否	EW: 140.5 NS: 140.6	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-9 b ( No. 26 )	EW: +5 NS: +4	EW: NS:		良, 否	EW: 140.6 NS: 139.9	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-10 a ( No. 7 )	EW: +3 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.2 NS: 140.6	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-10 b ( No. 8 )	EW: -4 NS: -3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.8 NS: 140.3	EW: NS:	EW: NS:	良, 否



点検シートNo. 2-B 鉛ダンパーの水平変位量・軸径 (P 3 / 5)

鉛ダンパー番号 (製品番号)	水平変位量の測定 (単位: mm)				軸径の測定 (単位: mm)			
	竣工時	測定値	水平変位量	判定	竣工時	測定値	軸径の減少量	判定
	EW: x <sub>0</sub> NS: y <sub>0</sub>	EW: x NS: y	$\delta = \sqrt{(x^2 - y^2)}$		EW: x <sub>0</sub> NS: y <sub>0</sub>	EW: x NS: y	EW: (x-140) NS: (y-140)	
D-11a ( No. 53 )	EW: -7 NS: -7	EW: NS:		良, 否	EW: 141.3 NS: 140.7	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-11b ( No. 54 )	EW: -1 NS: -4	EW: NS:		良, 否	EW: 140.6 NS: 141.3	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-12a ( No. 35 )	EW: -1 NS: -3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.6 NS: 140.2	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-12b ( No. 36 )	EW: -4 NS: -9	EW: NS:		良, 否	EW: 139.7 NS: 140.6	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-13a ( No. 17 )	EW: +3 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.6 NS: 139.7	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-13b ( No. 18 )	EW: +4 NS: -3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.2 NS: 140.4	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-14a ( No. 3 )	EW: -1 NS: +7	EW: NS:		良, 否	EW: 140.5 NS: 140.0	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-14b ( No. 4 )	EW: -1 NS: +4	EW: NS:		良, 否	EW: 140.1 NS: 140.7	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-15a ( No. 45 )	EW: -1 NS: -11	EW: NS:		良, 否	EW: 141.1 NS: 140.2	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-15b ( No. 46 )	EW: -5 NS: -5	EW: NS:		良, 否	EW: 140.9 NS: 140.1	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-16a ( No. 27 )	EW: -1 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.4 NS: 140.8	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-16b ( No. 28 )	EW: -1 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.4 NS: 139.8	EW: NS:	EW: NS:	良, 否

点検シートNo. 2-B 鉛ダンパーの水平変位量・軸径 (P4/5)

鉛ダンパー番号 (製品番号)	水平変位量の測定 (単位: mm)				軸径の測定 (単位: mm)			
	竣工時	測定値	水平変位量	判定	竣工時	測定値	軸径の減少量	判定
	EW: $x_0$ NS: $y_0$	EW: $x$ NS: $y$	$\delta = \sqrt{(x^2 - y^2)}$		EW: $x_0$ NS: $y_0$	EW: $x$ NS: $y$	EW: $(x - 140)$ NS: $(y - 140)$	
D-17 a ( No. 9 )	EW: +1 NS: 0	EW: NS:		良, 否	EW: 139.8 NS: 140.6	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-17 b ( No. 10 )	EW: +3 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.3 NS: 139.8	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-18 a ( No. 37 )	EW: -4 NS: -5	EW: NS:		良, 否	EW: 140.0 NS: 139.1	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-18 b ( No. 38 )	EW: -1 NS: -3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.3 NS: 139.4	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-19 a ( No. 19 )	EW: 0 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.6 NS: 140.0	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-19 b ( No. 20 )	EW: +5 NS: +5	EW: NS:		良, 否	EW: 140.0 NS: 140.4	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-20 a ( No. 47 )	EW: -4 NS: -4	EW: NS:		良, 否	EW: 140.5 NS: 140.1	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-20 b ( No. 48 )	EW: -5 NS: -8	EW: NS:		良, 否	EW: 140.9 NS: 139.9	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-21 a ( No. 29 )	EW: +3 NS: -8	EW: NS:		良, 否	EW: 140.0 NS: 140.3	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-21 b ( No. 30 )	EW: -4 NS: -4	EW: NS:		良, 否	EW: 140.7 NS: 140.6	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-22 a ( No. 11 )	EW: -4 NS: +4	EW: NS:		良, 否	EW: 139.9 NS: 140.5	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-22 b ( No. 12 )	EW: -3 NS: +1	EW: NS:		良, 否	EW: 140.8 NS: 140.2	EW: NS:	EW: NS:	良, 否

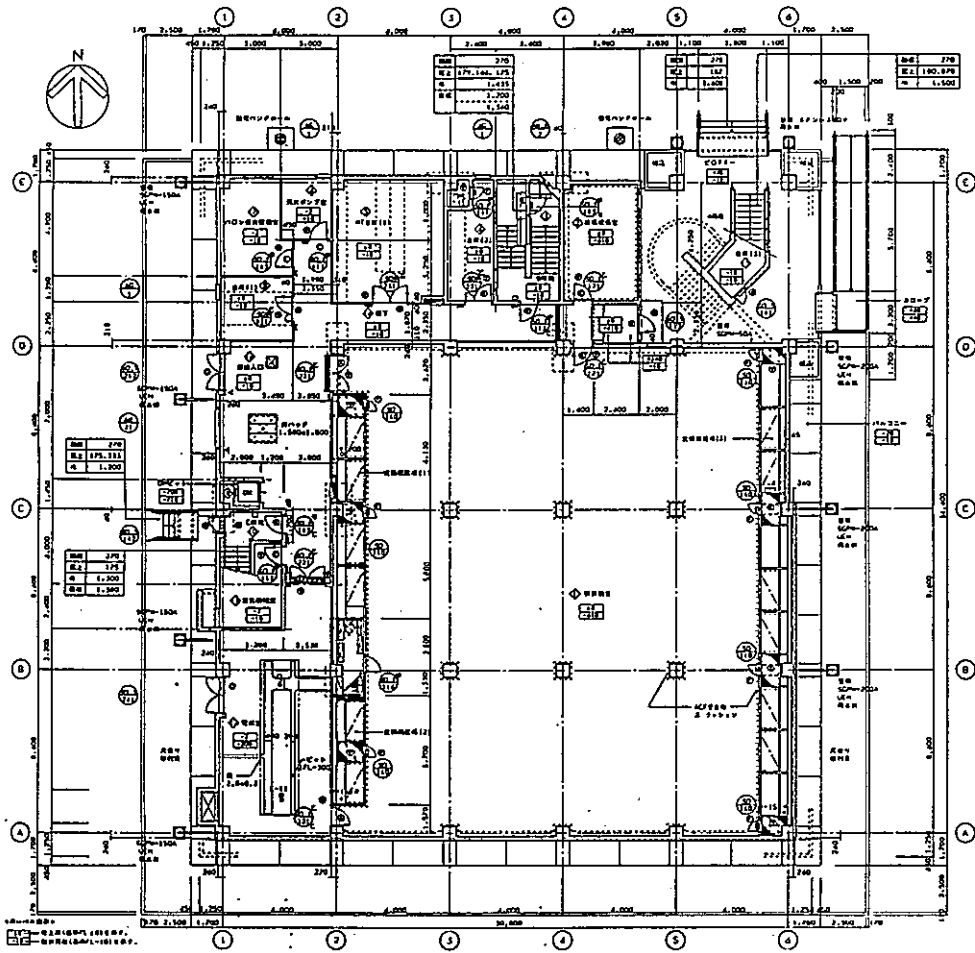
点検シートNo. 2-B 鉛ダンパーの水平変位量・軸径 (P5/5)

鉛ダンパー番号 (製品番号)	水平変位量の測定 (単位: mm)				軸径の測定 (単位: mm)			
	竣工時	測定値	水平変位量	判定	竣工時	測定値	軸径の減少量	判定
	EW: $x_0$ NS: $y_0$	EW: $x$ NS: $y$	$\delta = \sqrt{(x^2 - y^2)}$		EW: $x_0$ NS: $y_0$	EW: $x$ NS: $y$	EW: $(x - 140)$ NS: $(y - 140)$	
D-23 a ( No. 39 )	EW: -1 NS: -3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.7 NS: 139.9	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-23 b ( No. 40 )	EW: -8 NS: -3	EW: NS:		良, 否	EW: 139.6 NS: 140.5	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-24 a ( No. 21 )	EW: -5 NS: +7	EW: NS:		良, 否	EW: 140.5 NS: 140.2	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-24 b ( No. 22 )	EW: 0 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 139.9 NS: 140.8	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-25 a ( No. 49 )	EW: -1 NS: +3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.7 NS: 140.0	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-25 b ( No. 50 )	EW: -5 NS: -8	EW: NS:		良, 否	EW: 140.8 NS: 140.1	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-26 a ( No. 31 )	EW: -8 NS: -1	EW: NS:		良, 否	EW: 140.0 NS: 140.7	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-26 b ( No. 32 )	EW: -8 NS: -1	EW: NS:		良, 否	EW: 140.8 NS: 140.4	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-27 a ( No. 13 )	EW: -1 NS: -3	EW: NS:		良, 否	EW: 140.1 NS: 140.6	EW: NS:	EW: NS:	良, 否
D-27 b ( No. 14 )	EW: -7 NS: +1	EW: NS:		良, 否	EW: 140.7 NS: 140.1	EW: NS:	EW: NS:	良, 否

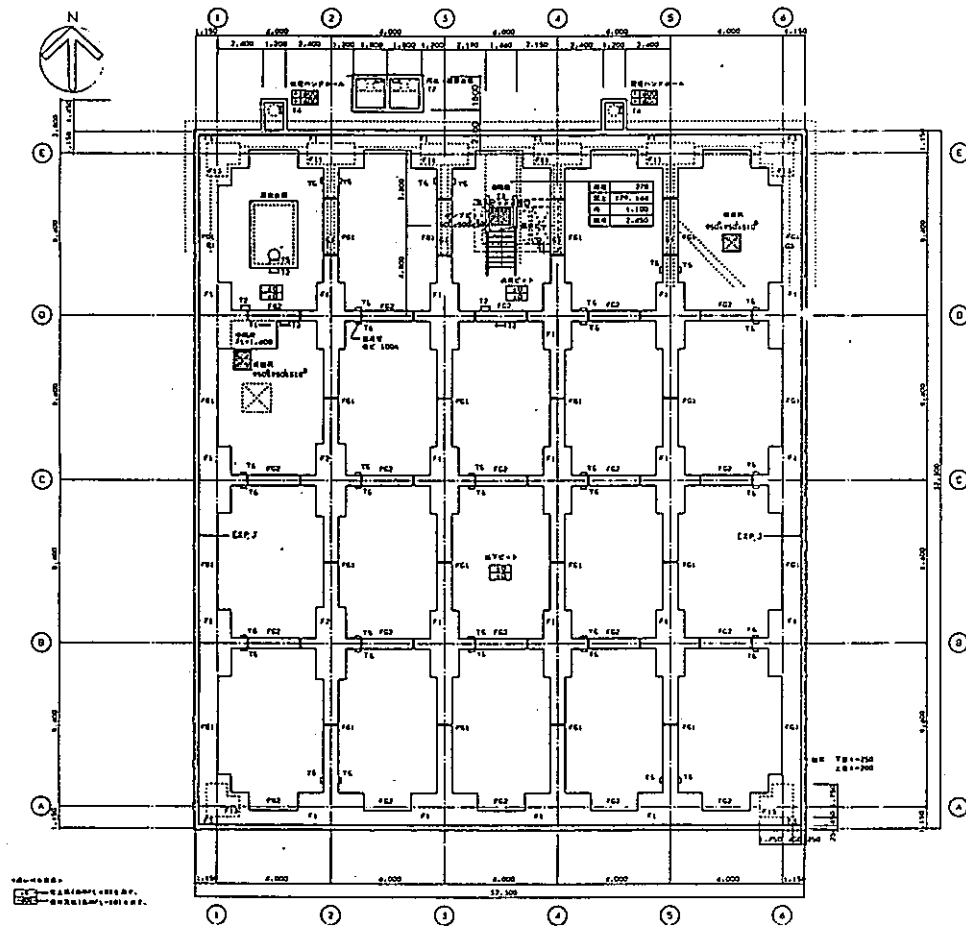
点検シート No. 3 建築関係目視検査記録

(日常・定期・臨時)

点検年月日： 年 月 日 点検者：			
点検項目		点検結果	
		有無	特記事項
ピット内の取扱い	免震機能を妨げる障害物の有無	有・無	
	可燃物の有無	有・無	
地下外壁と擁壁間	免震機能を妨げる障害物の有無	有・無	
	有害な改造の有無	有・無	
玄関と外部取合部	免震機能を妨げる障害物の有無	有・無	
	有害な改造の有無	有・無	
犬走り先端部周囲	免震機能を妨げる障害物の有無	有・無	
	有害な改造の有無	有・無	
犬走り下のゴムシール	抜け、垂れ、破れの有無	有・無	
〔備考〕			



1階平面図

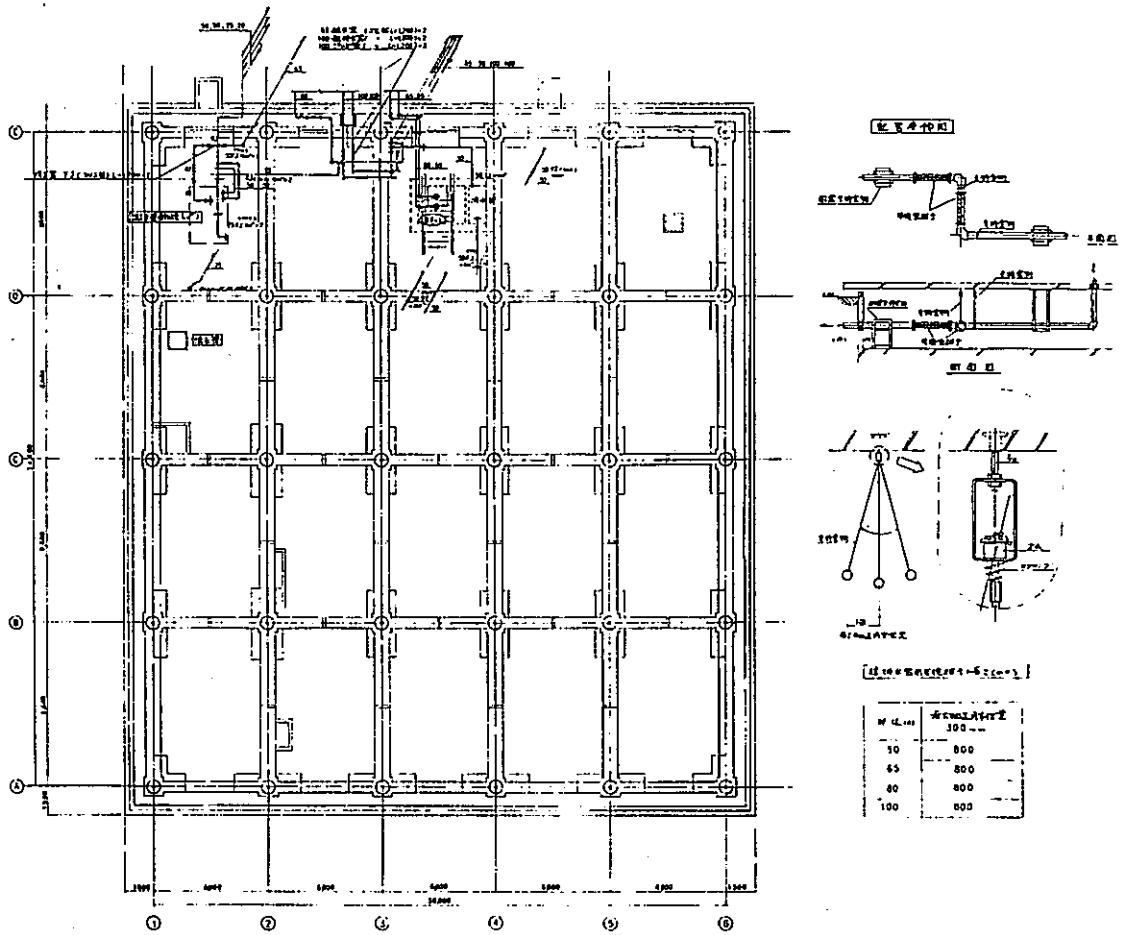


地下ピット平面図

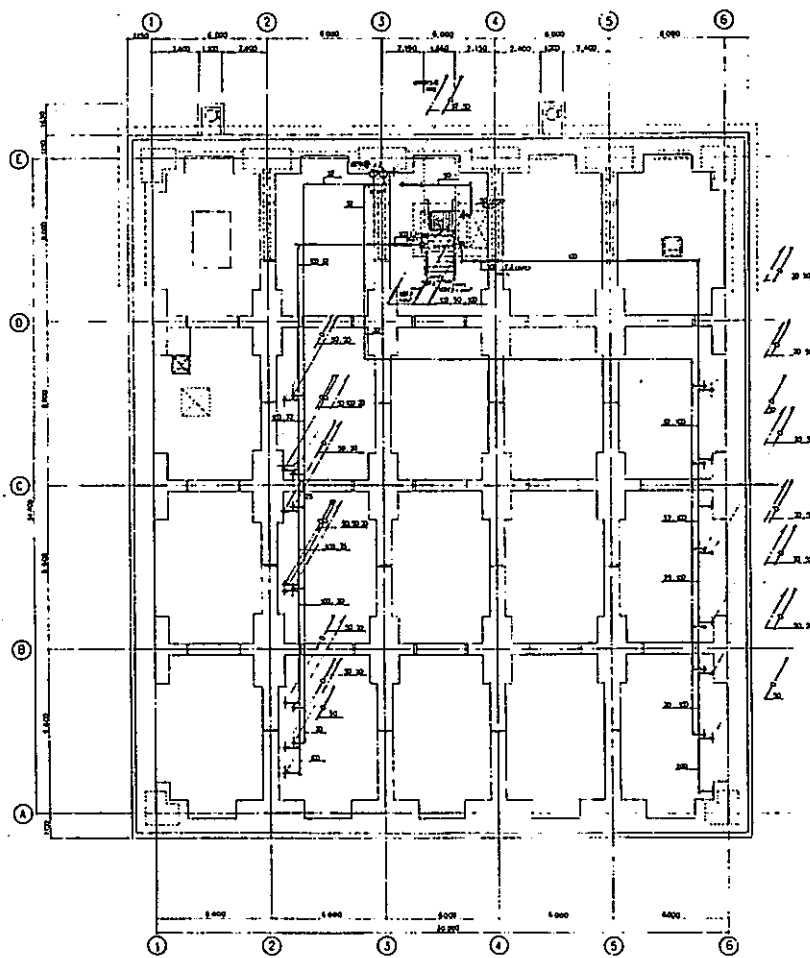
点検シート No. 4 設備関係目視検査記録

(日常・定期・臨時)

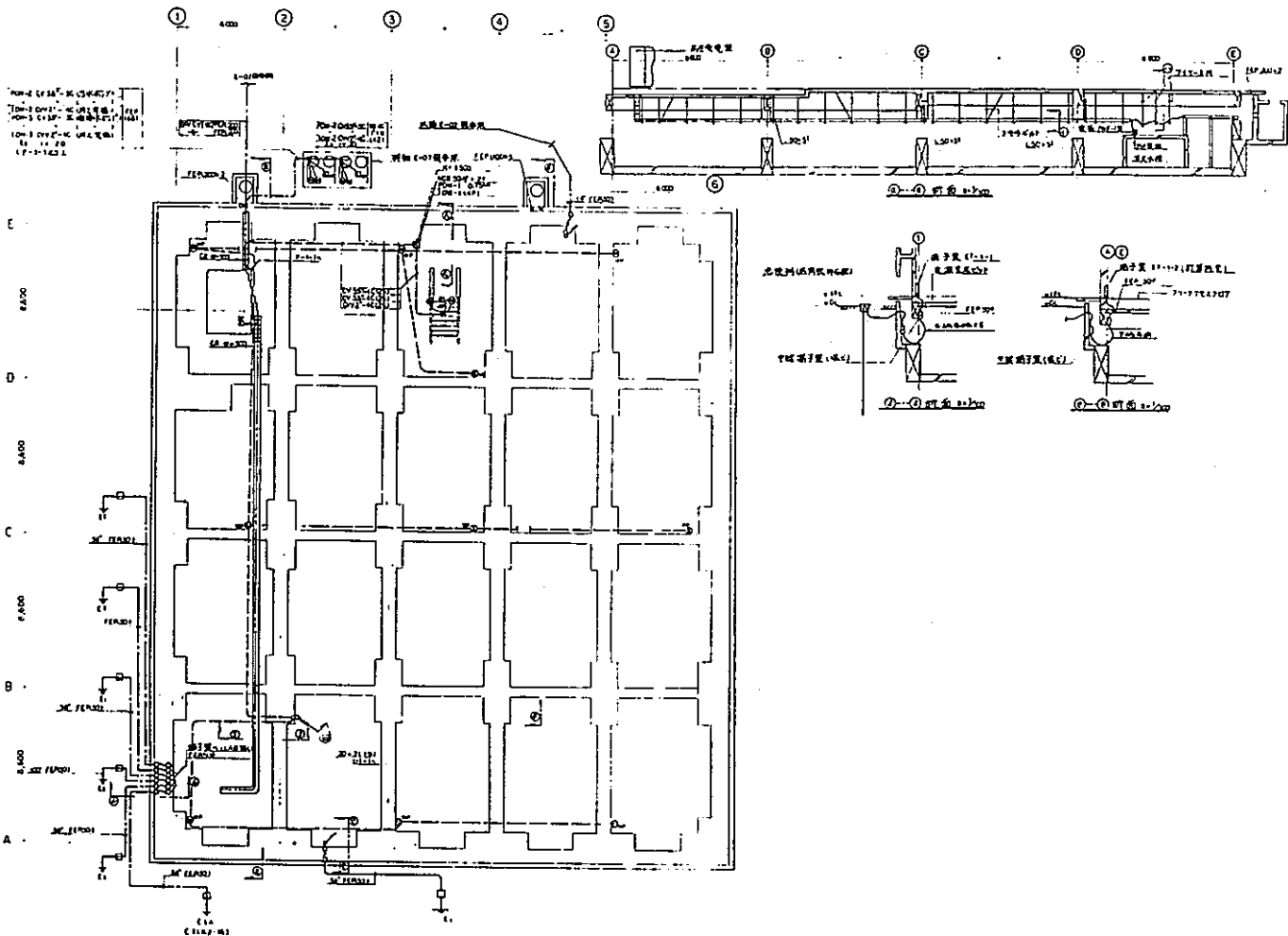
点検年月日： 年 月 日 点検者：			
点検項目		点検結果	
		有無	特記事項
設備配管継手部	損傷の有無	有・無	
	形状変化の有無	有・無	
	近傍の障害物の有無	有・無	
配線ケーブル類	損傷の有無	有・無	
	形状変化の有無	有・無	
	近傍の障害物の有無	有・無	
〔備考〕			



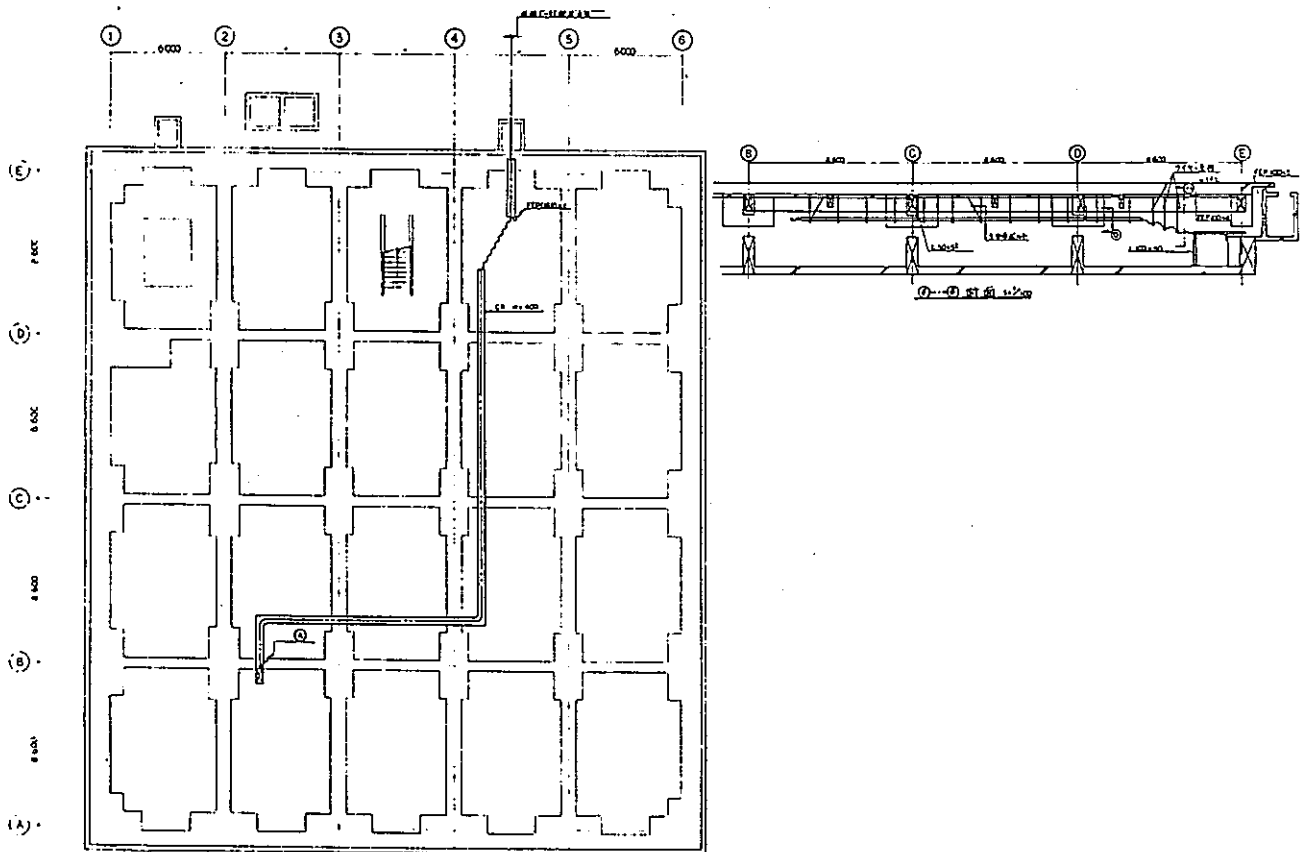
地下ピット平面図 (衛生配管)



地下ピット平面図 (空調配管)



地下ピット平面図 (幹線、動力設備)



地下ピット平面図 (弱電設備)





点検シート No. 6 別置き試験体の軸力管理表

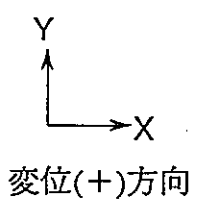
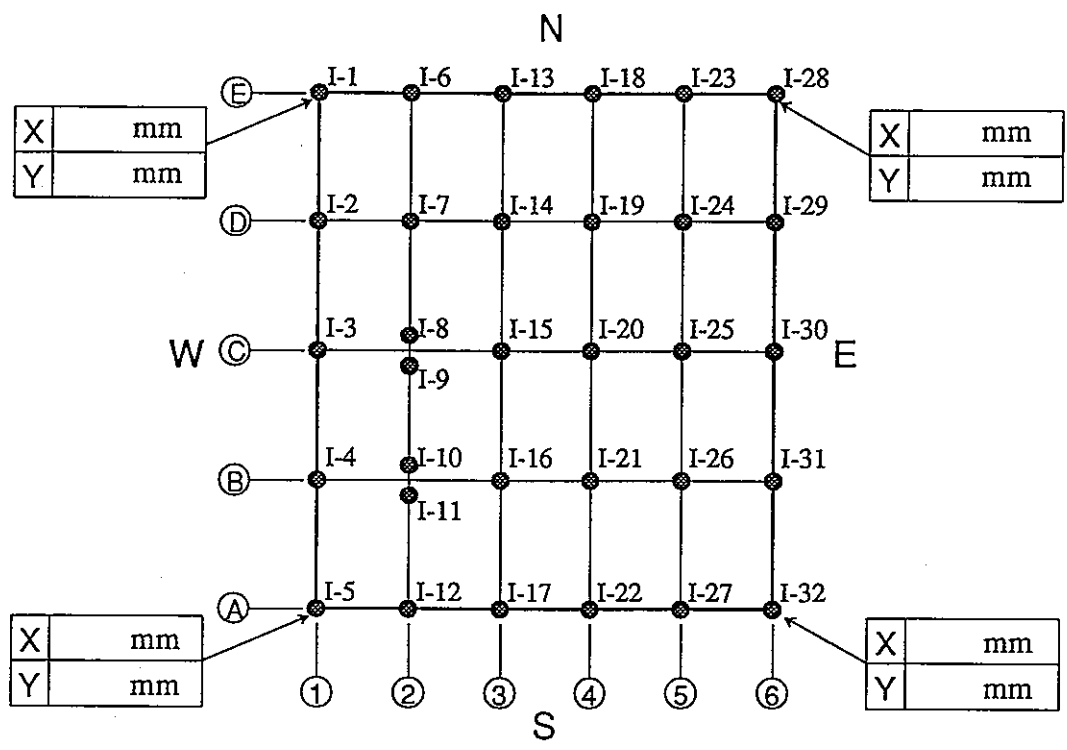
	年・月・日	荷重	気温	修正後荷重	点検者
初期軸力導入時	91・9・16	290 ton	℃	285 ton	小栗慎祐
	備考 30分後に 275 tonまで落ちていたため 285 tonに修正。 .....				
初期軸力導入翌日	91・9・17	277 ton	℃	282 ton	小栗慎祐
	備考 朝・昼・夕と3回軸力を調整したため、ほぼ 282 tonに ..... 安定する。				
初期軸力導入 1ヶ月後	91・10・24	258 ton	℃	282 ton	小畑益彦
	備考 .....				
臨時点検時	91・12・18	290 ton	13℃	290 ton	小畑益彦
	備考 .....				
日常点検時 (竣工後 0.5年)	92・3・13	290 ton	13℃	290 ton	寺田修司
	備考 .....				
定期点検時 (竣工後 1年)	92・10・19	297 ton	19℃	290 ton	古村利幸
	備考 .....				
立ち寄り点検時	92・11・26	272 ton	16℃	290 ton	中村 嶽
	備考 .....				
維持管理打合時	92・12・8	288 ton	15.5℃	— ton	中村 嶽
	備考 .....				
	・ ・	ton	℃	ton	
	備考 .....				

点検シート No. 7 建物全体の変位量測定図

平成 年 月 日

測定者：

気温： °C



建物全体の水平変位量を建物4隅にセットした下振りにより計測し、X、Y方向の数値を記入する。

## 第4章 保守点検結果総括表

表2-6 保守点検結果総括表（日常点検）

種別	点検項目	保守点検結果				
		計測項目	計測方法	判定結果	対処	備考
日常点検	積層ゴムアイソレータ	鉄部防錆状態 保護ゴム 表面損傷状態	目視 目視	発錆 (有、無) 亀裂 (有、無)	塗装修復 (要、不要) 補修・交換 (要、不要)	
	鉛ダバー	鉄部防錆状態 表面損傷状態	目視 目視	発錆 (有、無) 亀裂 (有、無)	塗装修復 (要、不要) 補修・交換 (要、不要)	
	免震装置周辺 ・建物周辺 クリアランス	障害物の有無	目視	異物 (有、無)	除去 (要、不要)	
	犬走り下の ゴムシール	抜け、垂れ、破れ	目視	異常 (有、無)	補修・交換 (要、不要)	
	設備配管 継手部	損傷状態 形状変化の有無	目視 目視	異常 (有、無) 異常 (有、無)	補修・交換 (要、不要) 補修・交換 (要、不要)	
	別置き試験体	鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態 導入軸力	目視 目視 目視計測	発錆 (有、無) 亀裂 (有、無) 282t±30% (以内、以上)	塗装修復 (要、不要) 補修・交換 (要、不要) 軸力調整 (要、不要)	

表 2 - 7 保守点検結果総括表（定期点検）

種別	点検項目	保守点検結果				
		計測項目	計測方法	判定結果	対 処	備 考
定期 点検	積層ゴムアイソレータ	鉄部防錆状態	目視	発錆 (有、無)	塗装修復 (要、不要)	
		保護ゴム表面損傷状態	目視計測	亀裂 (有、無)	補修・交換 (要、不要)	
		取付ボルト 固定度	確認	ゆるみ (有、無)	締め直し (要、不要)	
		水平変位量	計測	5 cm以上 (有、無)	位置修正 (要、不要)	
		鉛直変位量	計測	初期地との差がゴム総厚の10%以上 (有、無)	交換 (要、不要)	
		鉛直ばね定数 (必要により実施)	(計測)	設計値±20%以上 (有、無)	交換 (要、不要)	
		水平ばね定数 (必要により実施)	(計測)	設計値±20%以上 (有、無)	交換 (要、不要)	
		その他の変形	目視計測	異常 (有、無)	対処 (要、不要)	
定期 点検	鉛ダンパー	鉄部防錆状態	目視	発錆 (有、無)	塗装修復 (要、不要)	
		表面損傷状態	目視計測	亀裂 (有、無)	補修・交換 (要、不要)	
		取付ボルト 固定度	確認	ゆるみ (有、無)	締め直し (要、不要)	
		軸径	計測	軸径が軸径の10%以上減少 (有、無)	交換 (要、不要)	
		水平変位量	計測	5 cm以上 (有、無)	位置修正 (要、不要)	
		水平剛性	(計測)	設計値±10%以上 (有、無)	交換 (要、不要)	
		降伏耐力	(計測)	設計値±10%以上 (有、無)	交換 (要、不要)	
		その他の変形	目視計測	異常 (有、無)	対処 (要、不要)	
定期 点検	建物全体の 変位量	水平変位量	計測	5 cm以上 (有、無)	位置修正 (要、不要)	
		鉛直変位量	計測	初期値との差がゴム総厚の10%以上 (有、無)	交換 (要、不要)	
	免震装置周辺 ・建物周辺 クリアランス	障害物の有無	目視	異物 (有、無)	除去 (要、不要)	
		犬走り下の ゴムシール	目視	以上 (有、無)	補修・交換 (要、不要)	
	設備配管 継手部	損傷状態	目視	異常 (有、無)	補修・交換 (要、不要)	
		形状変化の有無	目視	異常 (有、無)	対処 (要、不要)	
	別置き試験体 (積層ゴムアイソレータ)	鉄部防錆状態	目視	発錆 (有、無)	塗装修復 (要、不要)	
		保護ゴム表面損傷状態	目視計測	亀裂 (有、無)	補修・交換 (要、不要)	
導入軸力		目視計測	282t±30% (以内、以上)	軸力調整 (要、不要)		
鉛直ばね定数 (10年毎)		(計測)	設計値±20%以上 (有、無)	実機を抜き取り検査し 判定基準を適用 (要、不要)		
水平ばね定数 (10年毎)	(計測)	設計値 ±20%以上 (有、無)				

表 2 - 8 保守点検結果総括表（臨時点検）

種別	点検項目	保守点検結果				
		計測項目	計測方法	判定結果	対 処	備 考
定期 点検	積層ゴムアイソレータ	鉄部防錆状態 保護膜表面損傷状態 取付ボルト固定度 水平変位量 鉛直変位量  鉛直バネ定数 (必要により実施) 水平バネ定数 (必要により実施) その他の変形	目視 目視計測 確認 計測 計測  (計測) (計測) 目視計測	発錆 (有、無) 亀裂 (有、無) ゆるみ (有、無) 5 cm以上 (有、無) 初期地との差が膜総厚 の10%以上 (有、無) 設計値±20%以上 (有、無) 設計値±20%以上 (有、無) 異常 (有、無)	塗装修復 (要、不要) 補修・交換 (要、不要) 締め直し (要、不要) 位置修正 (要、不要) 交換 (要、不要)  交換 (要、不要) 交換 (要、不要) 対処 (要、不要)	
	鉛ダンパー	鉄部防錆状態 表面損傷状態 取付ボルト固定度 軸径  水平変位量 水平剛性  降伏耐力  その他の変形	目視 目視計測 確認 計測  計測 (計測) (計測) 目視計測	発錆 (有、無) 亀裂 (有、無) ゆるみ (有、無) 軸径が軸径の10%以上 減少 (有、無) 5 cm以上 (有、無) 設計値±10%以上 (有、無) 設計値±10%以上 (有、無) 異常 (有、無)	塗装修復 (要、不要) 補修・交換 (要、不要) 締め直し (要、不要) 交換 (要、不要)  位置修正 (要、不要) 交換 (要、不要)  交換 (要、不要) 対処 (要、不要)	
	建物全体 の変位量	水平変位量 鉛直変位量	計測 計測	5 cm以上 (有、無) 初期値との差が膜総厚 の10%以上 (有、無)	位置修正 (要、不要) 交換 (要、不要)	
	免震装置周辺 ・建物周辺 クリアランス	障害物の有無	目視	異物 (有、無)	除去 (要、不要)	
	犬走り下の ゴムシール	抜け、垂れ、破れ	目視	以上 (有、無)	補修・交換 (要、不要)	
	設備配管 継手部	損傷状態 形状変化の有無	目視 目視	異常 (有、無) 異常 (有、無)	補修・交換 (要、不要) 対処 (要、不要)	
	別置き試験体 (積層ゴムアイソレータ)	鉄部防錆状態 保護膜表面損傷状態 導入軸力  鉛直バネ定数 (試験体 も同じ 水平バネ定数 災害を 受付時)	目視 目視計測 目視計測  (計測) (計測)	発錆 (有、無) 亀裂 (有、無) 282t±30% (以内、以上) 設計値±20%以上 (有、無) 設計値 ±20%以上 (有、無)	塗装修復 (要、不要) 補修・交換 (要、不要) 軸力調整 (要、不要)  実機を抜取り検査し 判定基準を適用 (要、不要)	

### Ⅲ編 その他（R & D計画等）

# 第 1 章 建家加振実験計画

## 1.1 概要

免震建物の振動特性を確認し、設計の検証を行うとともに建物竣工後に行う地震観測の解析に資するデータを採取する。建家完成時の建家加振実験は、平成 3 年 8 月から 9 月にかけて実施され、この種のデータを取得することができた。今後はさらに、地震発生直後に加振実験を行い積層ゴムアイソレータ、鉛ダンパー等の諸物性の変化幅、時刻歴を考慮した復元（回復）の程度等履歴特性を定量的に把握することの意義は大きい。そのために建家加振実験が合理的かつ有効に行えるよう、試験方法、計測計画等を引き続き検討する必要がある。

## 1.2 試験内容

### (1) 起振機試験

#### ① 概要

建物を起振機 2 台で水平方向に加振して建物の動特性（固有周期、減衰定数、固有モード等）を把握する。

#### ② 起振機の仕様

ア. 名称：BCS-A200 型

尚、振動数制御型起振機であり、形状及び構成を図 3-1、図 3-2、図 3-3 に示す。

イ. 起振力：最大起振力 3 トン × 2 台 = 6 トン、起振力性能図を図 3-4 に示す。

ウ. 設置場所：建物屋上に、図 3-5 に示す通り、1 台を③通り e～d 通り間に設置し、他の 1 台を③通り a～b 通り間に設置する。

#### ③ 試験内容

##### ア. 試験方法

起振機 2 台で建物屋上を水平 X 方向・水平 Y 方向・ねじれ方向に各々加振し、建物内に配置されたセンサーにより振動量を検出して共振曲線を作成し、固有振動数、固有モード及び減衰定数を検索する。

加振方法は振動数 0.3 Hz～8.0 Hz の範囲で定常振動を発生するステップ加振である。水平方向の加振試験は起振機 2 台の同位相連動運転で行い、ねじれ方向の加振は起振機 2 台の逆位相連動運転で行う。

計測センサー配置場所は耐圧盤上、1 階床上と屋上階床上等とし、その詳細を図



3-6に示す。計測点数は、表3-1に示す通り34chである。

振動計測においては、起振機実験オンラインシステム（大林組技術研究所振動研究室所有）を使用する。この計測システムを図3-7の“データ処理・解析／起振機実験”に示す。この集中計測システムの設置場所は、図3-6の1階床上図に示す。

#### イ. 試験ケース

試験ケースは加振方向及び偏心マス大小別に6ケースである。

ケース-1：水平NS方向 偏心マス小

ケース-2：水平NS方向 偏心マス大

ケース-3：水平EW方向 偏心マス小

ケース-4：水平EW方向 偏心マス大

ケース-5：ねじれ方向 偏心マス小

ケース-6：ねじれ方向 偏心マス大

尚、偏心マスの大小は加振力の大小を意味する。偏心マス大は振幅を可能な限り大きくし、小のケースは現地にて判断することとする。

#### ウ. 解析内容

採取するデータは次の通りである。

- i) 共振曲線解析（固有周期及び減衰定数）
- ii) 固有モード解析
- iii) 免震装置部の復元力特性（微小変形レベル）

1.3 試験結果の要約

① 免震性能確認試験（平成3年8月～9月）

{ PNC PJ1449 91-017 動燃情報センター建家新築工事 免震性能確認試験 成果報告書 }  
平成3年10月 清水・大林建設共同企業体

建物の屋上の北側及び南側に起振機を各1台ずつ計2台を設置して試験を行った結果を  
下表に示す。

固有振動数、及び、減衰定数の一覧表

水平X方向

	加振モーメント /変位レベル1.FL	共振振動数 Hz	減衰定数	備考
1次振動	400kgm/ 0.0440cm 40kgm/ 0.0145cm	1.440 1.590	13.2 % 3.4 %	常時微動 1.625Hz
2次振動	2kgm	8.5		同 8.875Hz
高次振動	2kgm	17.0		

水平Y方向

	加振モーメント /変位レベル1.FL	共振振動数 Hz	減衰定数	備考
1次振動	400kgm/ 0.0450cm 40kgm/ 0.0150cm	1.440 1.590	13.0 % 3.1 %	常時微動 1.625Hz
2次振動	4kgm	11.13		同 11.25Hz
高次振動	4kgm	15.25 17.25		

ねじれ回転方向

	加振モーメント	共振振動数 Hz	減衰定数	備考
1次振動	400kgm 40kgm	1.160 1.260	11.6 % 3.1 %	
高次振動	4kgm	17.0		

この試験により下記事項が明らかとなった。

- (i) 0.3 Hz～8 Hzの振動数範囲の起振機加振により免震1次の固有振動数、減衰定数、固有モードが把握できた。
- (ii) 免震1次固有振動数及び減衰定数は変位依存の傾向にある。
- (iii) 起振機加振は0.3 Hz～8 Hzの振動数範囲の予定であったが、この振動数範囲では2次振動が把握できない事が分かったので、20Hzまで行い2次固有振動数、固有モード形を把握した。
- (iv) 免震装置の1次共振点のデータを使って、動的な復元力特性を求める試みを行ったが、せん断力を求めるための建物重量が確定できていないため、今後の解析や建物竣工後に行う地震観測データ等からさらに検討を重ねる必要がある。

表 3 - 1 計測チャンネル一覧表

CH	計測名称	記号	単位	感度
1	起振機パルス信号			
2	屋上水平 X 加速度	Ax-1	cm/sec <sup>2</sup>	0.005cm/sec <sup>2</sup>
3	3 階水平 X 加速度	Ax-2	cm/sec <sup>2</sup>	//
4	2 階水平 X 加速度	Ax-3	cm/sec <sup>2</sup>	//
5	1 階水平 X 加速度	Ax-4	cm/sec <sup>2</sup>	//
6	1 階水平 X 加速度	Ax-5	cm/sec <sup>2</sup>	//
7	1 階水平 X 加速度	Ax-6	cm/sec <sup>2</sup>	//
8	耐圧盤水平 X 加速度	Ax-7	cm/sec <sup>2</sup>	//
9	屋上水平 Y 加速度	Ay-1	cm/sec <sup>2</sup>	//
10	3 階水平 Y 加速度	Ay-2	cm/sec <sup>2</sup>	//
11	2 階水平 Y 加速度	Ay-3	cm/sec <sup>2</sup>	//
12	1 階水平 Y 加速度	Ay-4	cm/sec <sup>2</sup>	//
13	1 階水平 Y 加速度	Ay-5	cm/sec <sup>2</sup>	//
14	1 階水平 Y 加速度	Ay-6	cm/sec <sup>2</sup>	//
15	耐圧盤水平 Y 加速度	Ay-7	cm/sec <sup>2</sup>	//
16	屋上上下 Z 加速度	Az-1	cm/sec <sup>2</sup>	0.05cm/sec <sup>2</sup>
17	屋上上下 Z 加速度	Az-2	cm/sec <sup>2</sup>	//
18	屋上上下 Z 加速度	Az-3	cm/sec <sup>2</sup>	//
19	屋上上下 Z 加速度	Az-4	cm/sec <sup>2</sup>	//
20	1 階上下 Z 加速度	Az-5	cm/sec <sup>2</sup>	//
21	1 階上下 Z 加速度	Az-6	cm/sec <sup>2</sup>	//
22	1 階上下 Z 加速度	Az-7	cm/sec <sup>2</sup>	//
23	1 階上下 Z 加速度	Az-8	cm/sec <sup>2</sup>	//
24	耐圧盤上下 Z 加速度	Az-9	cm/sec <sup>2</sup>	//
25	耐圧盤上下 Z 加速度	Az-10	cm/sec <sup>2</sup>	//
26	耐圧盤上下 Z 加速度	Az-11	cm/sec <sup>2</sup>	//
27	耐圧盤上下 Z 加速度	Az-12	cm/sec <sup>2</sup>	//
28	1 階水平 X 変位	Dx-1	cm	10 <sup>-6</sup> cm
29	1 階水平 Y 変位	Dy-1	cm	//
30	1 階上下 Z 変位	Dz-1	cm	//
31	1 階上下 Z 変位	Dz-2	cm	//
32	1 階上下 Z 変位	Dz-3	cm	//
33	1 階上下 Z 変位	Dz-4	cm	//
34	環境温度	t	°C	

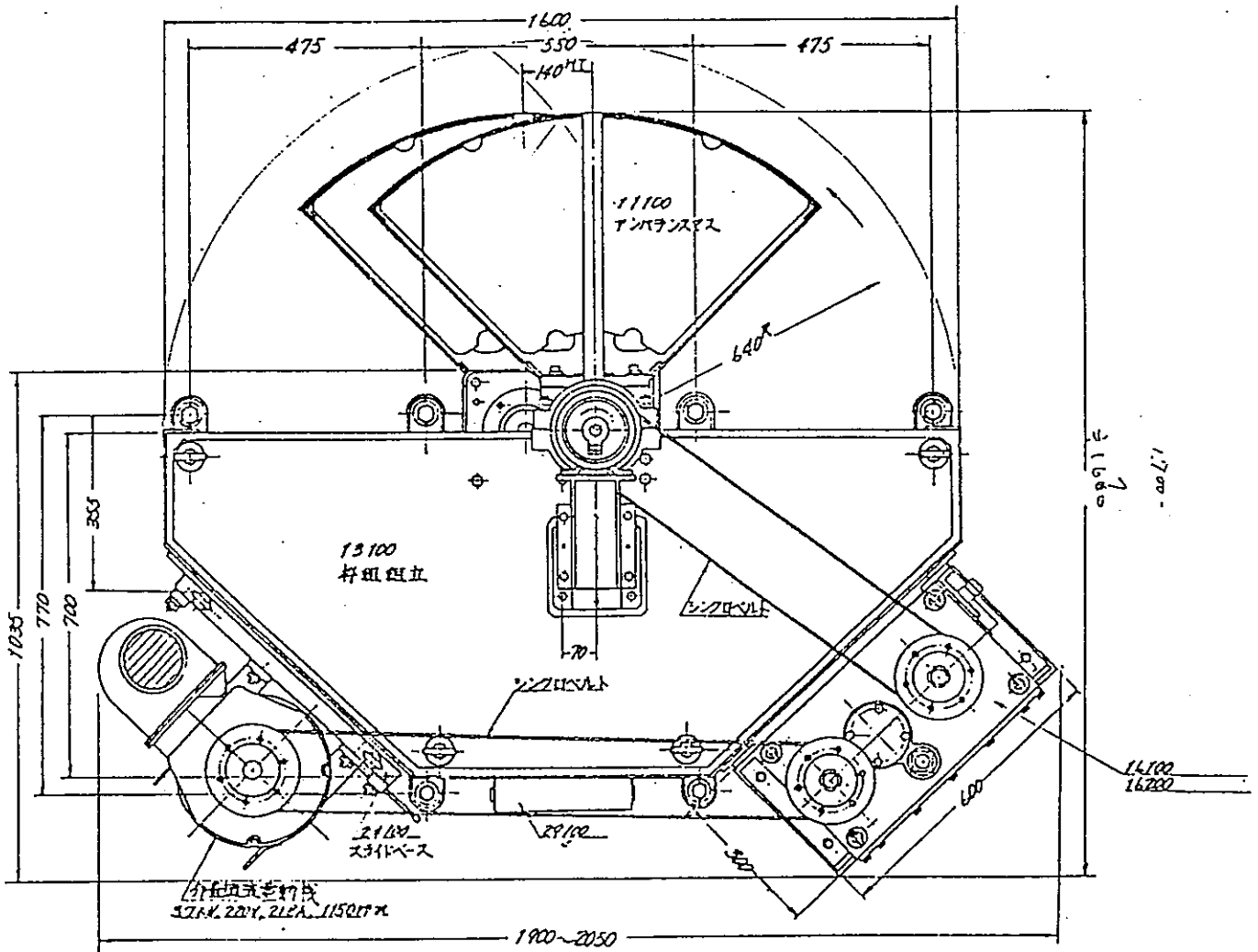


図 3 - 1 起振機形状図 BCS - A 2 0 0 平面図

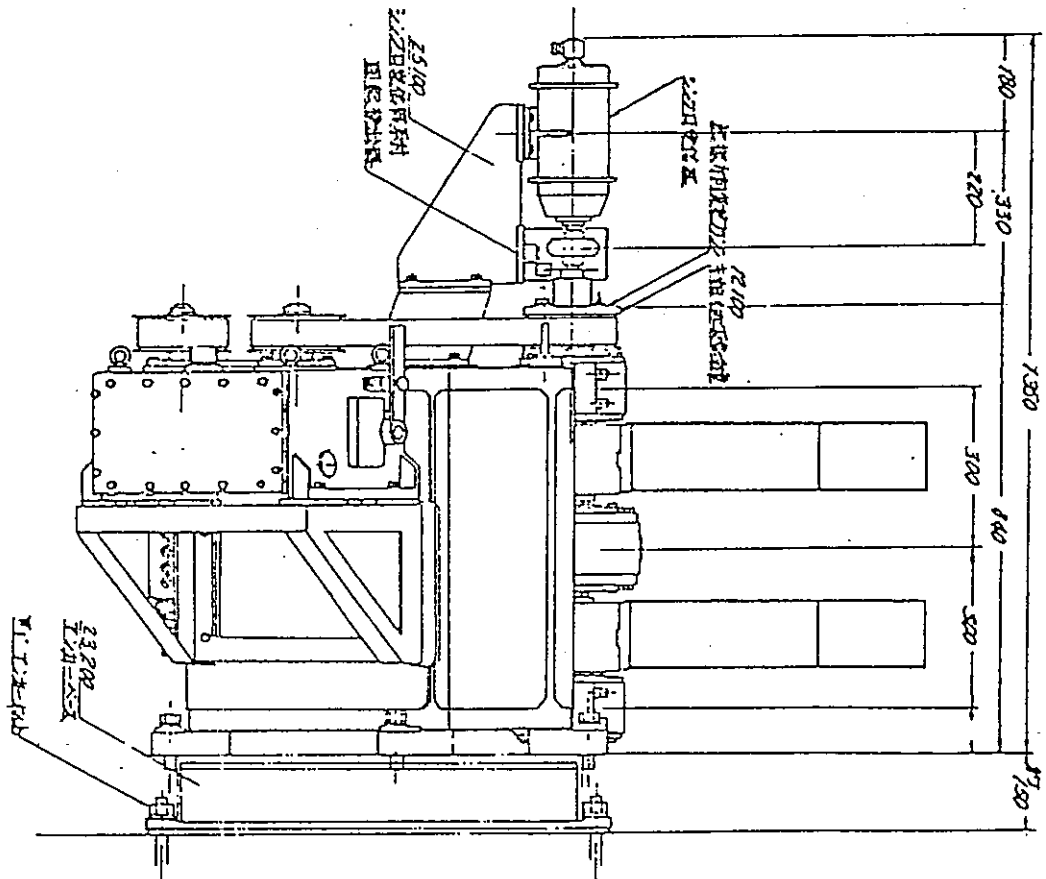
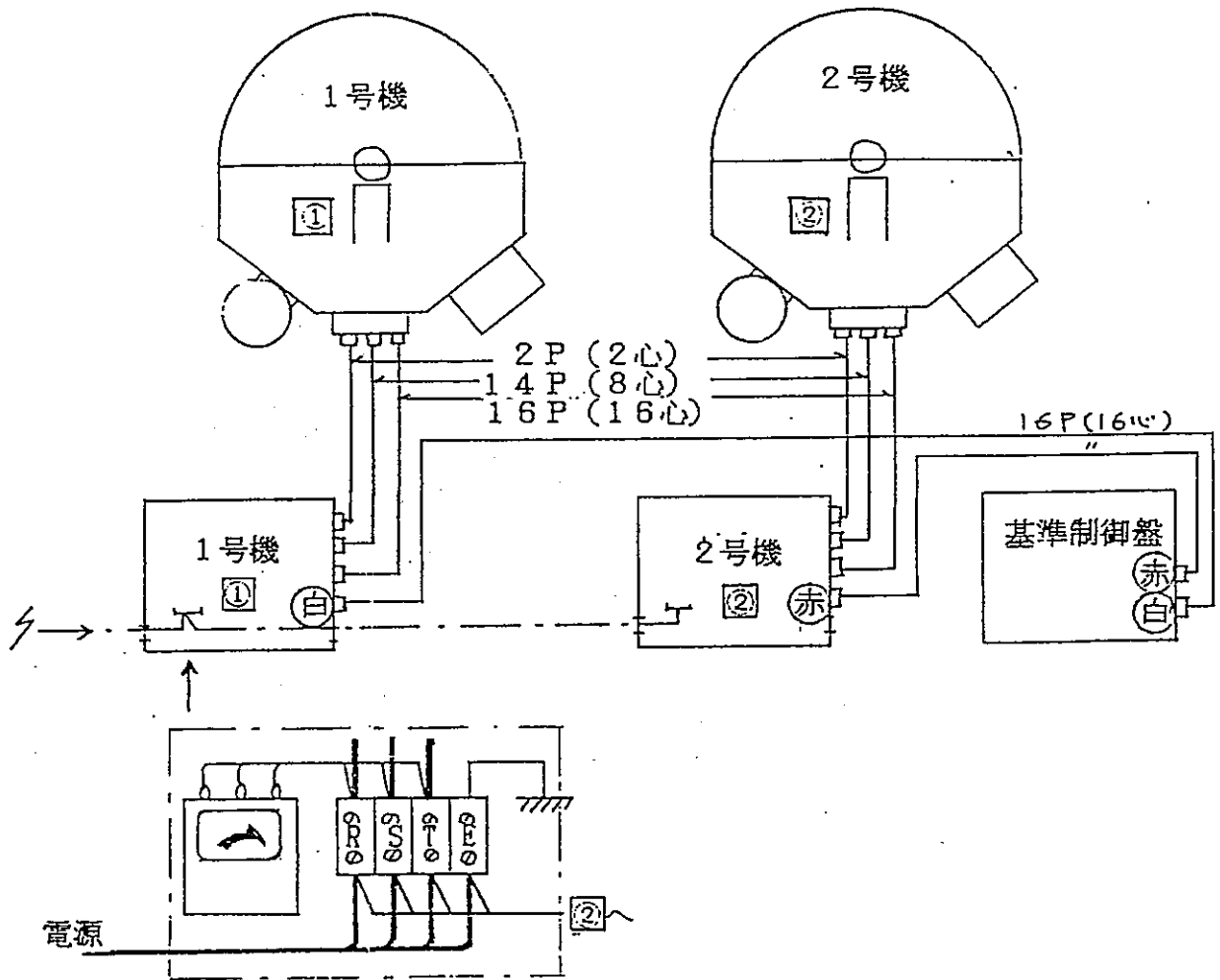


図 3 - 2 起振機形状図 BCS - A 2 0 0 立面図



- 注記：1. 電源容量 10KVA \*2台  
 3φ 200/220V, 50/60Hz  
 2. 基準制御盤の電源は、②制御盤より16心のケーブルを経て供給される。

図3-3 起振機2台連動時の構成図

起振機所有台数は2台（連動運転可能）、性能を以下に1台当たりについて示す。

不平衡モーメント・振動数・起振力の概算図表

$$M = \frac{F \cdot g \cdot 1000}{(2\pi f)^2}$$

M : 起振モーメント (Kg·m)  
 F : 起振力 (ton)  
 g : 重力加速度 (m/sec<sup>2</sup>)  
 f : 振動数 (Hz)

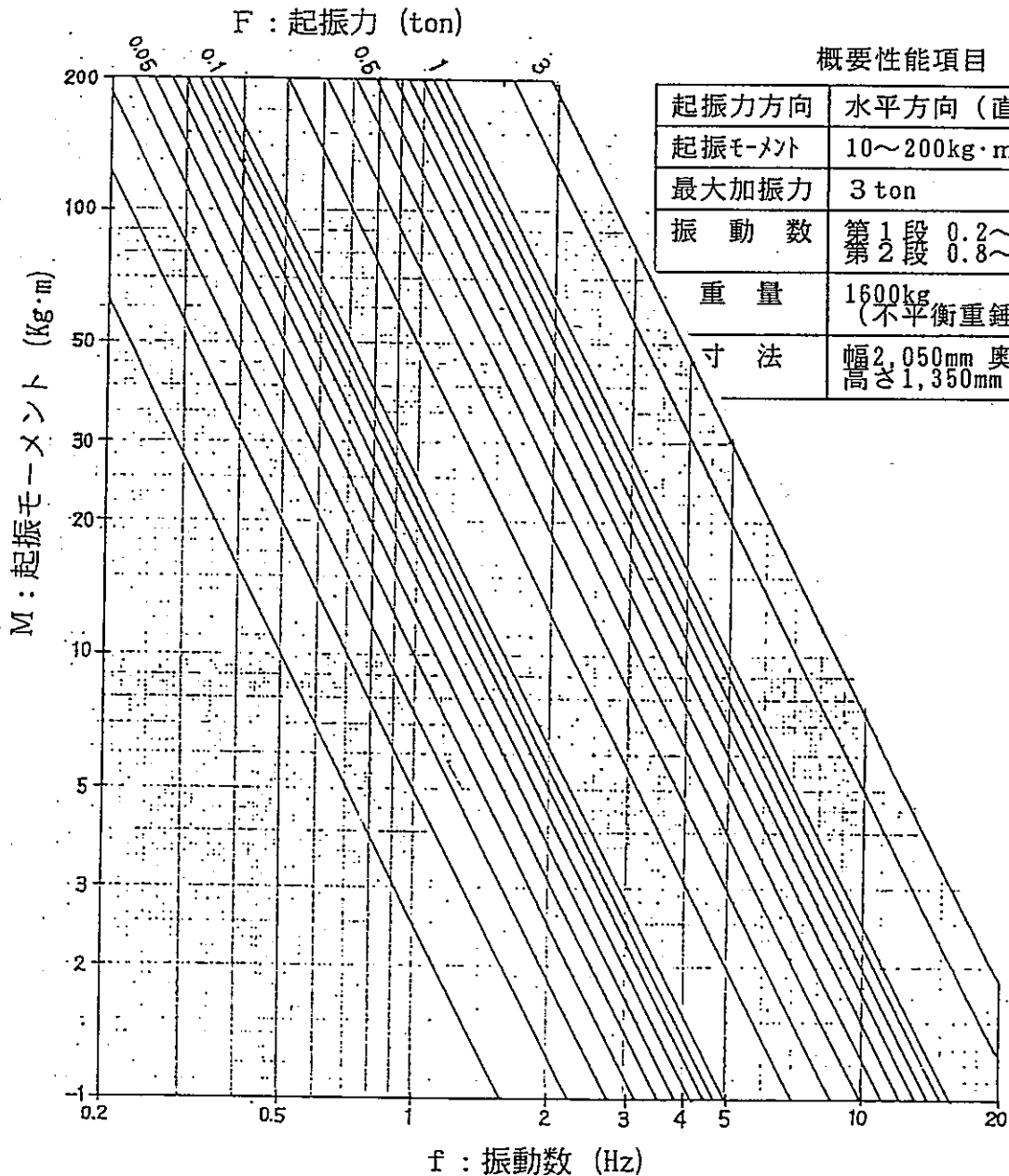


図3-4 BCS-A200起振機1台の起振力数

R階 起振機配置

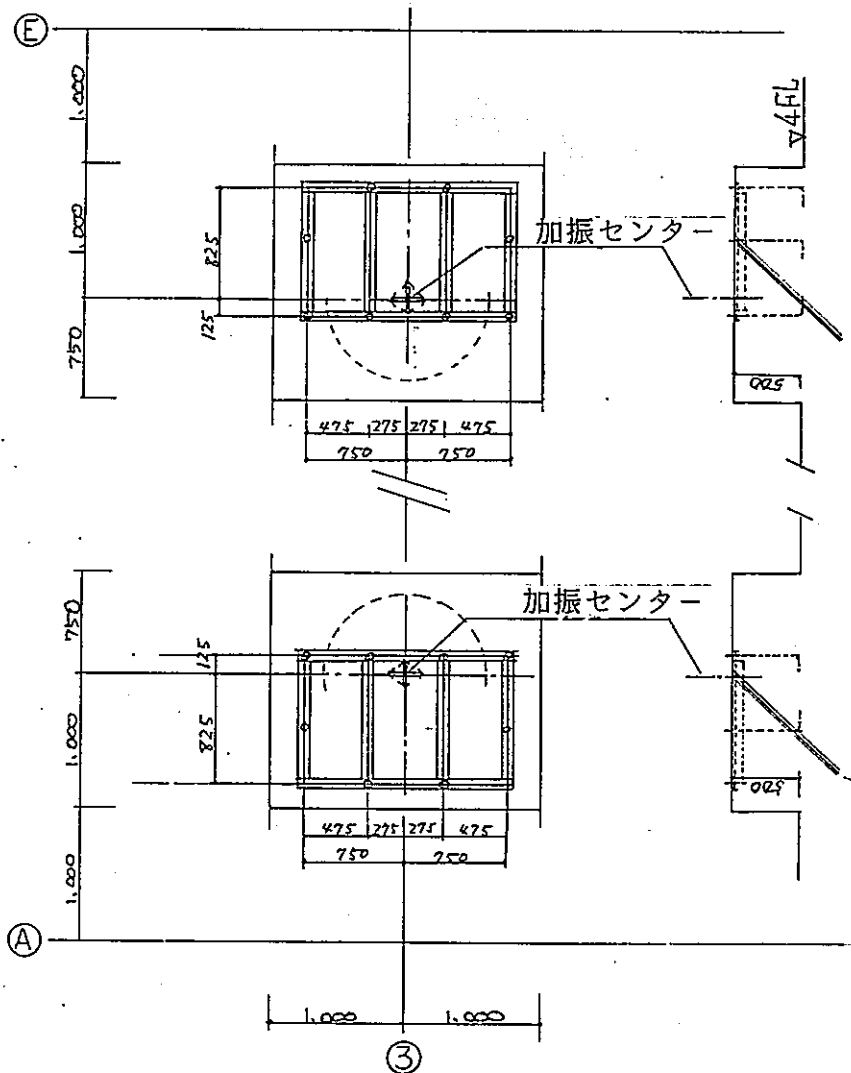
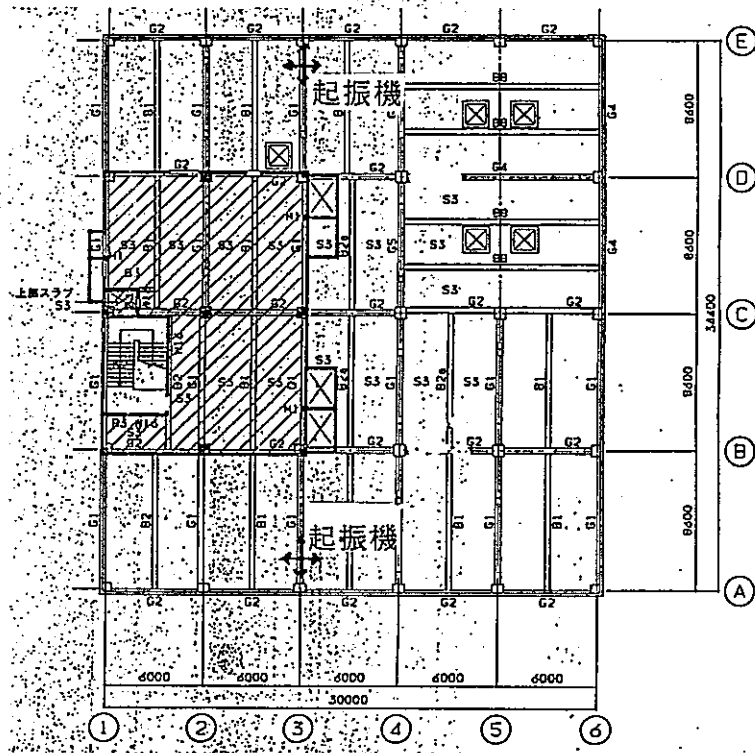


図 3 - 5 起振機 2 台の設置場所



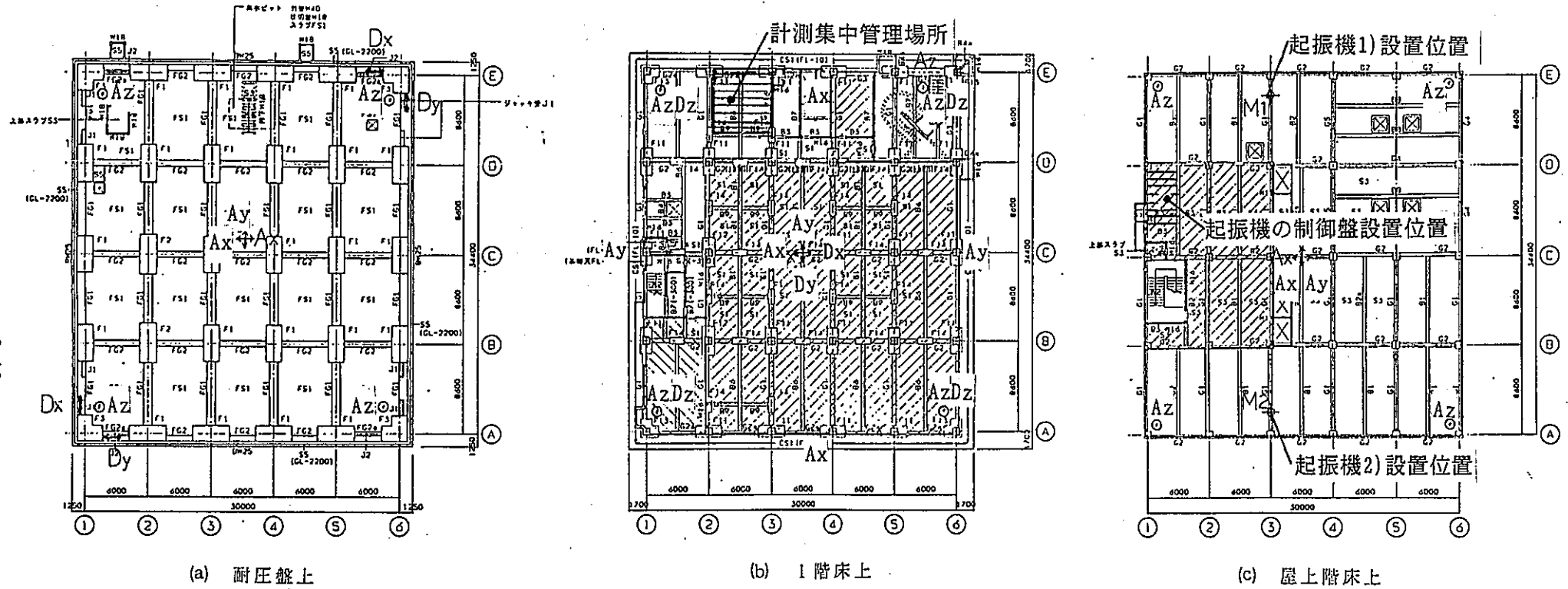


図 3-6 振動検出センサー配置図等

- M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> ○ 起振機
- A<sub>x</sub>, A<sub>y</sub> ↔ 水平方向加速度計
- A<sub>z</sub> ⊙ 鉛直方向加速度計
- D<sub>x</sub>, D<sub>y</sub> ⇨ 水平方向変位計

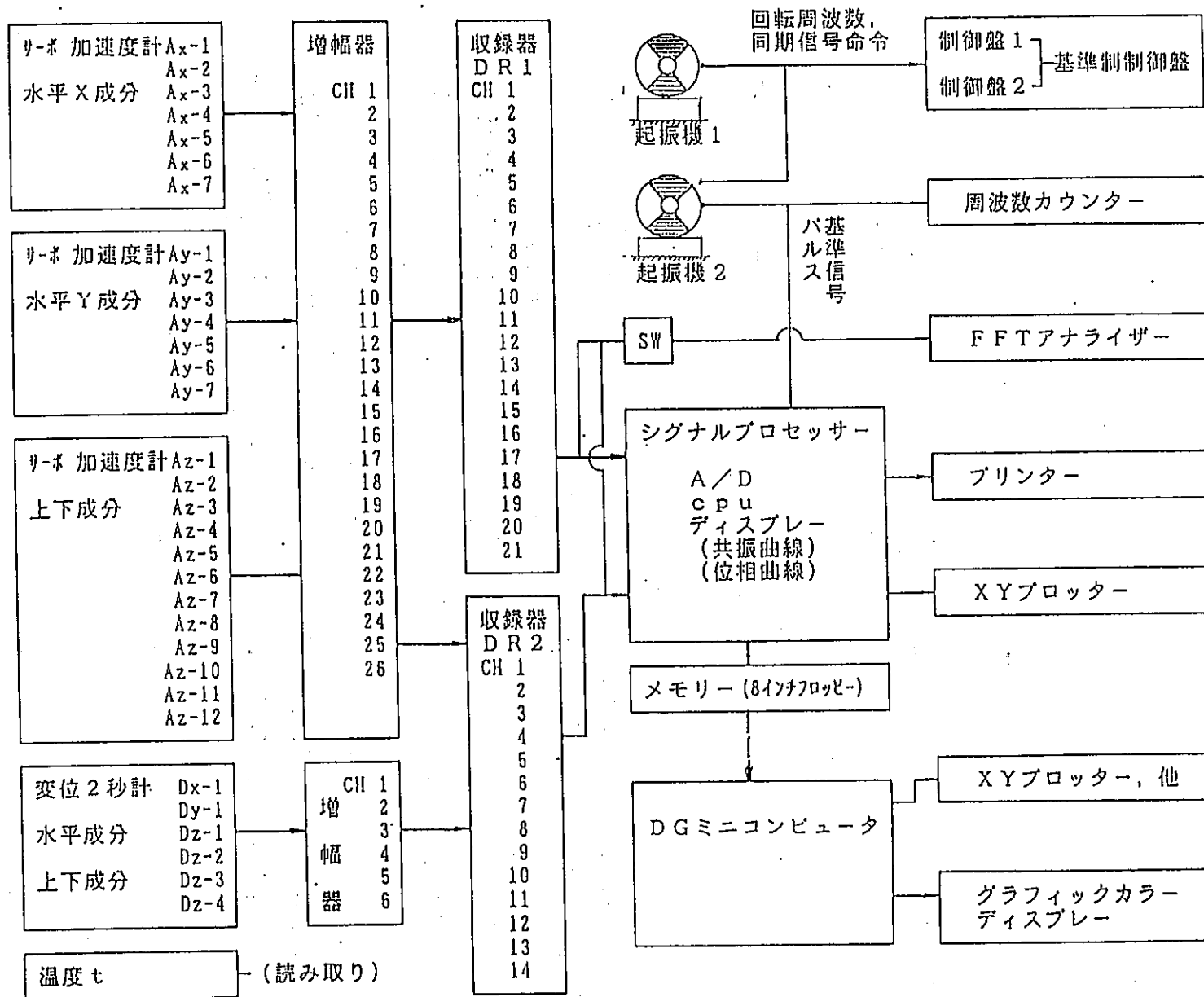


図 3 - 7 起振機試験用データ処理システム

## 第2章 建家静的加力試験結果

### 2.1 概要

地下ピット内に油圧ジャッキ8台を据え付け、これにより建物に正負交番载荷を行う。試験により、小変形レベルでの建物の復元力特性を把握する。建家完成時の静的加力試験は、平成3年8月から9月にかけて実施され、この種のデータを得ることができた。

### 2.2 試験内容

#### (1) 試験方法

各変位レベルにおいて正負3回の交番加力を行う。加力は(0.5cm→1.0cm→2.5cm→5.0cm→2.5cm→1.0cm→0.5cm)のサイクルで行う。加力サイクルを図3-8に示す。

8台の油圧ジャッキは図3-9に示すようにセットされ、建物短辺(X)方向の加力を行う。油圧ジャッキは片押しジャッキを2台組で用い、4台のジャッキにて正方向に、残りの4台にて負方向へ交互に加力する。

計測項目は以下の通りである。各計測点位置を図3-9に示す。

- ・水平荷重 X方向：8点(M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8)
- ・水平変形 X方向：2点(DX1, DX2)  
Y方向：2点(DY1, DY2)  
Z方向：4点(DZ1, DZ2, DZ3, DZ4)
- ・気温 : 3点(T1, T2, T3)

計測システムを図3-10に、計測チャンネル一覧表を表3-2に示す。

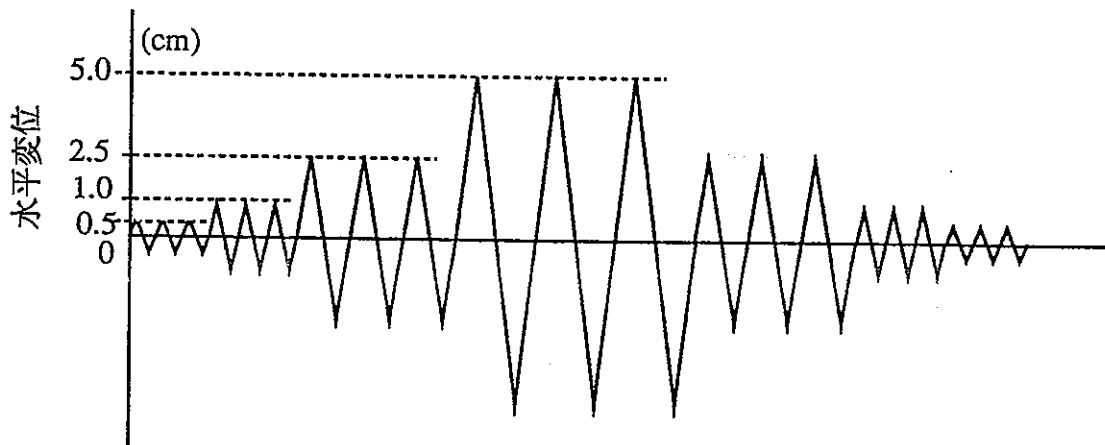
油圧ポンプの設置場所は地下ピット内に、集中計測管理場所は1階に設ける。

(図3-9参照)

使用する油圧ジャッキの仕様を図3-11に、油圧ジャッキの設置位置を図3-12に示す。

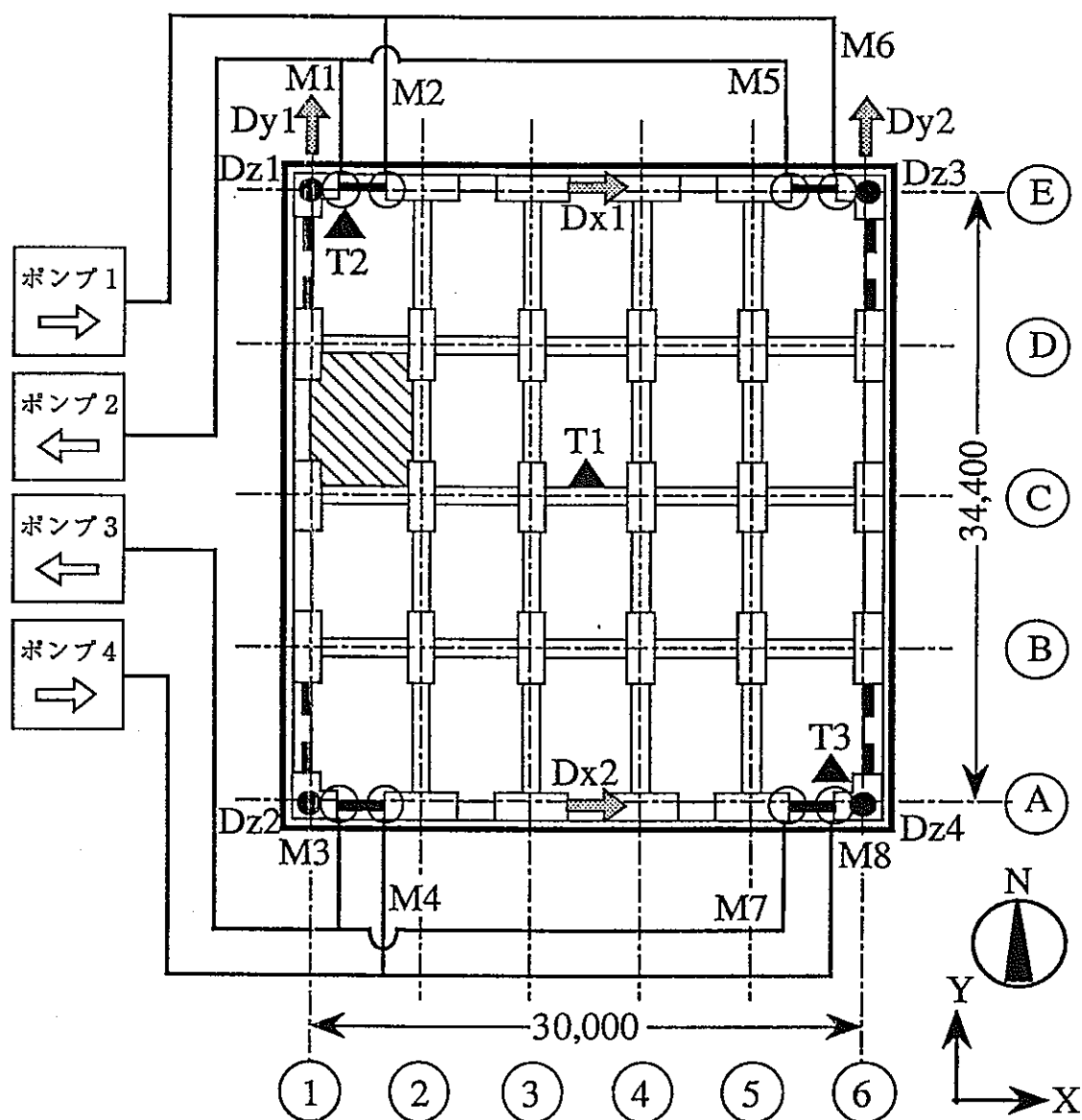
#### (2) 解析内容

- i) 免震装置部の復元力特性(小変形レベル)
- ii) 剛性及び減衰定数の算定



		水平変位								
		ピーク値 (+)			ピーク値 (-)					
1	サイクル	0cm	→	0.5cm	→	0cm	→	0.5cm	→	0cm
2	サイクル	0cm		0.5cm		0cm		0.5cm		0cm
3	サイクル	0cm		0.5cm		0cm		0.5cm		0cm
4	サイクル	0cm	→	1.0cm	→	0cm	→	1.0cm	→	0cm
5	サイクル	0cm		1.0cm		0cm		1.0cm		0cm
6	サイクル	0cm		1.0cm		0cm		1.0cm		0cm
7	サイクル	0cm	→	2.5cm	→	0cm	→	2.5cm	→	0cm
8	サイクル	0cm		2.5cm		0cm		2.5cm		0cm
9	サイクル	0cm		2.5cm		0cm		2.5cm		0cm
10	サイクル	0cm	→	5.0cm	→	0cm	→	5.0cm	→	0cm
11	サイクル	0cm		5.0cm		0cm		5.0cm		0cm
12	サイクル	0cm		5.0cm		0cm		5.0cm		0cm
13	サイクル	0cm	→	2.5cm	→	0cm	→	2.5cm	→	0cm
14	サイクル	0cm		2.5cm		0cm		2.5cm		0cm
15	サイクル	0cm		2.5cm		0cm		2.5cm		0cm
16	サイクル	0cm	→	1.0cm	→	0cm	→	1.0cm	→	0cm
17	サイクル	0cm		1.0cm		0cm		1.0cm		0cm
18	サイクル	0cm		1.0cm		0cm		1.0cm		0cm
19	サイクル	0cm	→	0.5cm	→	0cm	→	0.5cm	→	0cm
20	サイクル	0cm		0.5cm		0cm		0.5cm		0cm
21	サイクル	0cm		0.5cm		0cm		0.5cm		0cm

図 3 - 8 加力サイクル



M1 ~ M8 (○) : 圧力計

Dx1, Dx2, Dy1, Dy2 (←) : 水平方向変位計

Dz1, Dz2, Dz3, Dz4 (●) : 鉛直方向変位計

T1, T2, T3 (▲) : 温度計

▨ : 地下ピット部に油圧ポンプ4台を設置、  
その直上1階部を集中計測管理場所とする。

図 3 - 9 油圧ジャッキ及びセンサー配置図

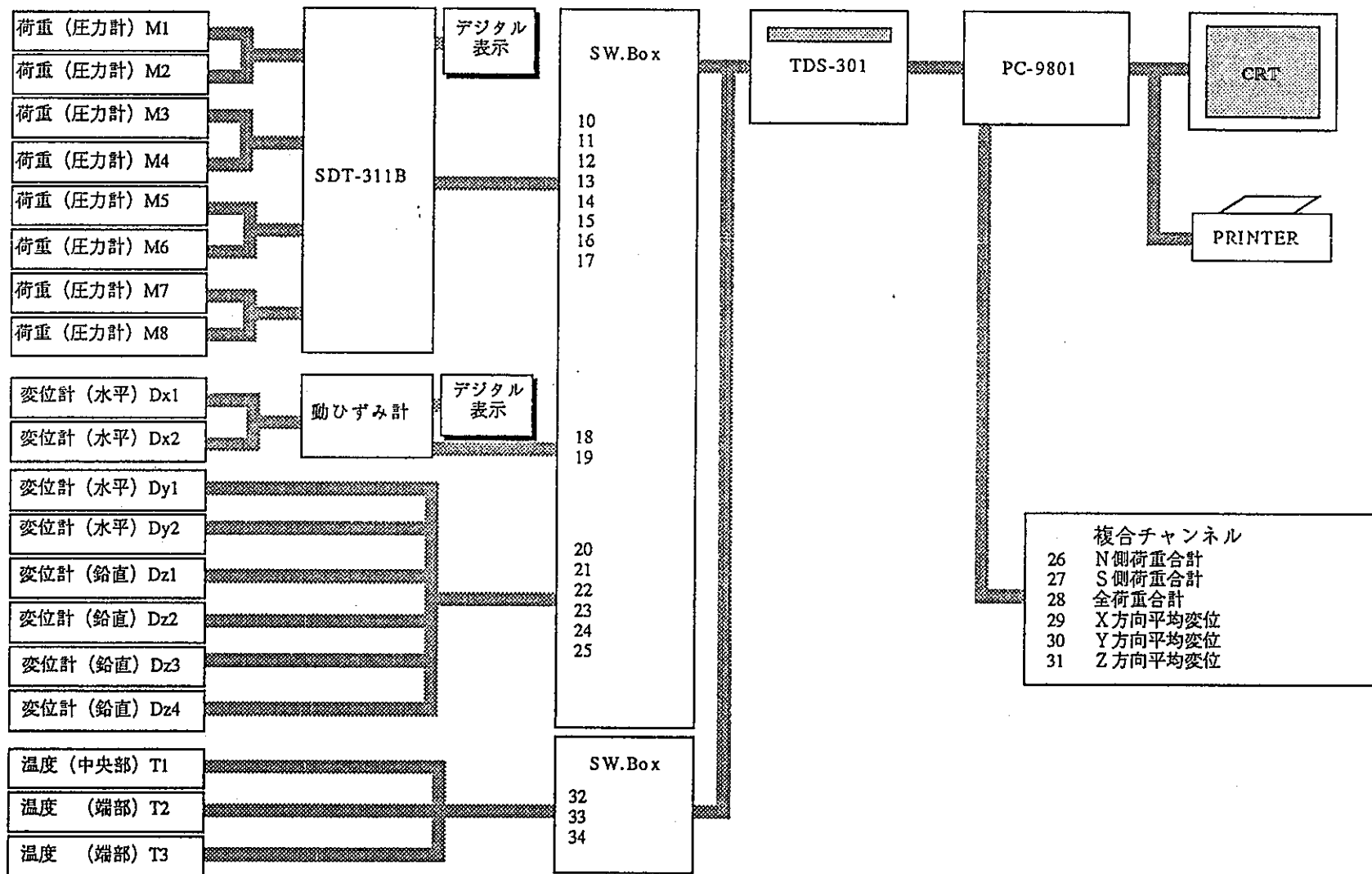


図 3 - 10 計測システム

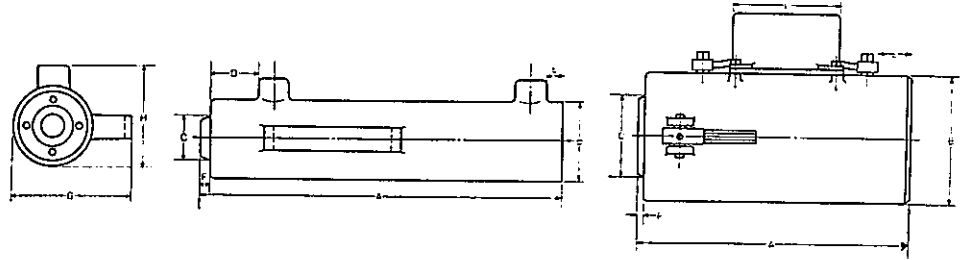
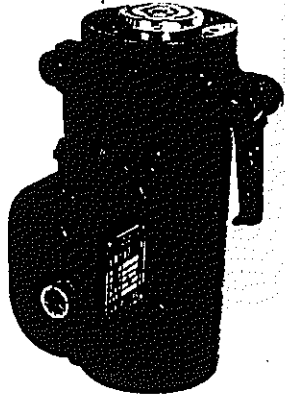
表 3 - 2 計測チャンネル一覧表

CH	計測名称	記号	単位	感度
0	試験月日		月	
1	試験月日		日	
2	試験時分		時	
3	試験時分		分	
4	経過時間		分	
5	経過時間		時	
6	ナ シ			
7	ナ シ			
8	ナ シ			
9	ナ シ			
10	荷重 (圧力計)	M1	kgf	
11	荷重 (圧力計)	M2	kgf	
12	荷重 (圧力計)	M3	kgf	
13	荷重 (圧力計)	M4	kgf	
14	荷重 (圧力計)	M5	kgf	
15	荷重 (圧力計)	M6	kgf	
16	荷重 (圧力計)	M7	kgf	
17	荷重 (圧力計)	M8	kgf	
18	水平変位	Dx1	mm	5000/500 (m/mm) 5V=50mm(=500m)
19	水平変位	Dx2	mm	5000/500 (m/mm) 5V=50mm(=500m)
20	水平変位	Dy1	mm	12500/25 (m/mm)
21	水平変位	Dy2	mm	12500/25 (m/mm)
22	鉛直変位	Dz1	mm	12500/25 (m/mm)
23	鉛直変位	Dz2	mm	12500/25 (m/mm)
24	鉛直変位	Dz3	mm	12500/25 (m/mm)
25	鉛直変位	Dz4	mm	12500/25 (m/mm)
26	N側荷重合計	(M2-M1)+(M6-M5)		(11-10)+(15-14)
27	S側荷重合計	(M4-M3)+(M8-M7)		(13-12)+(17-16)
28	荷重合計	(N側+S側)		(26)+(27)
29	X方向平均変位	(Dx1+Dx2)/2		(18)*0.5+(19)*0.5
30	Y方向平均変位	(Dy1+Dy2)/2		(20)*0.5+(21)*0.5
31	Z方向平均変位	(Dz1+Dz2+Dz3+Dz4)/4		(22)*0.25+(23)*0.25+(24)*0.25+(25)*0.25
32	温度 (中央部)	T1	℃	*0.1 (C-C)
33	温度 (端部N)	T2	℃	*0.1 (C-C)
34	温度 (端部S)	T3	℃	*0.1 (C-C)

圧力P (kgf/cm<sup>2</sup>) × 受圧面積A (cm<sup>2</sup>) == => 荷重M (kgf)

# RM

一分離式両動型油圧ジャッキ 油圧ポンプと2本の油圧ホースで接続します。ラムの上昇下降は油圧ポンプの切換弁で操作します。当社在庫品の中で機種が最も多く応用範囲の広い油圧ジャッキです。

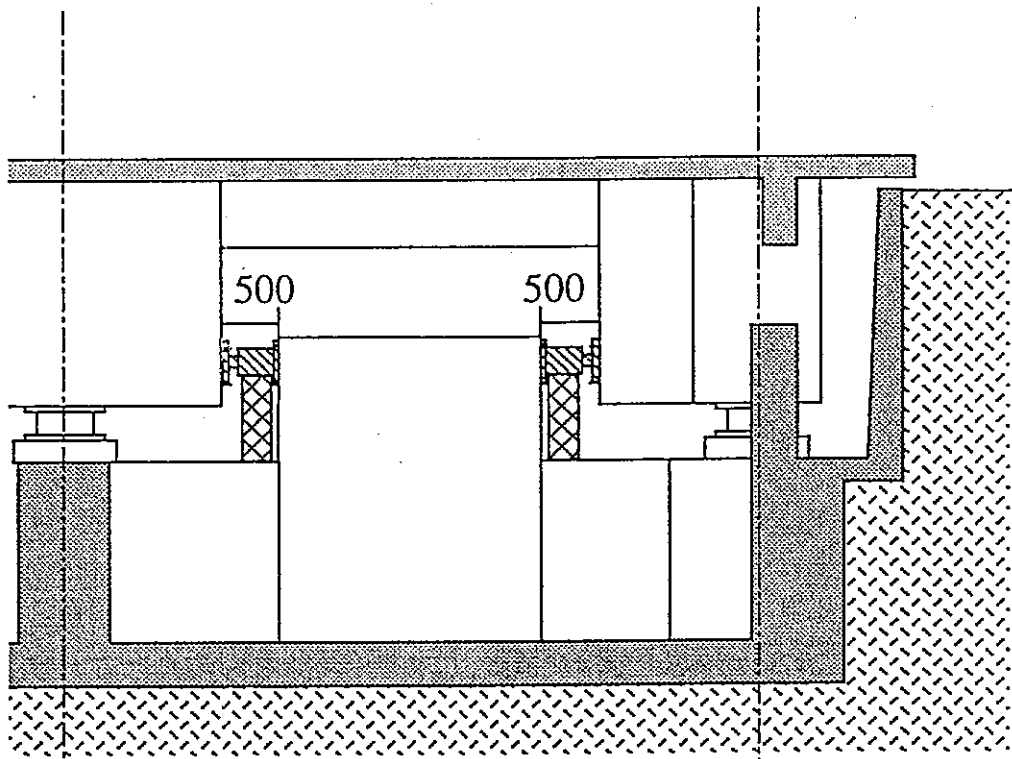


仕様 型式	揚量	ストローク	A	Bφ	Cφ	D	E	F	G	H	ピストン 径	受圧 面積	作動 圧力	必要 油量	重量
	TON		機械高	外 径	頭 径										
RM-1020	10	200	330	75	40	40	17	10	113	145	50	19.6	510	0.4	11
2020	20	200	350	100	60	52	20	10	156	170	75	44.2	454	0.9	19
306	30	60	200	125	70	40	20	10	173	195	87.5	60.0	500	0.35	17.5
505	50	50	150	150	100	20	10	5	190	210	113	100.0	500	0.5	20
1007.5	100	75	200	198	140	30	20	5	270	280	160	200.0	500	1.5	38
10010	100	100	250	200	125	56	22	5	300	270	160	200.0	500	2.0	48

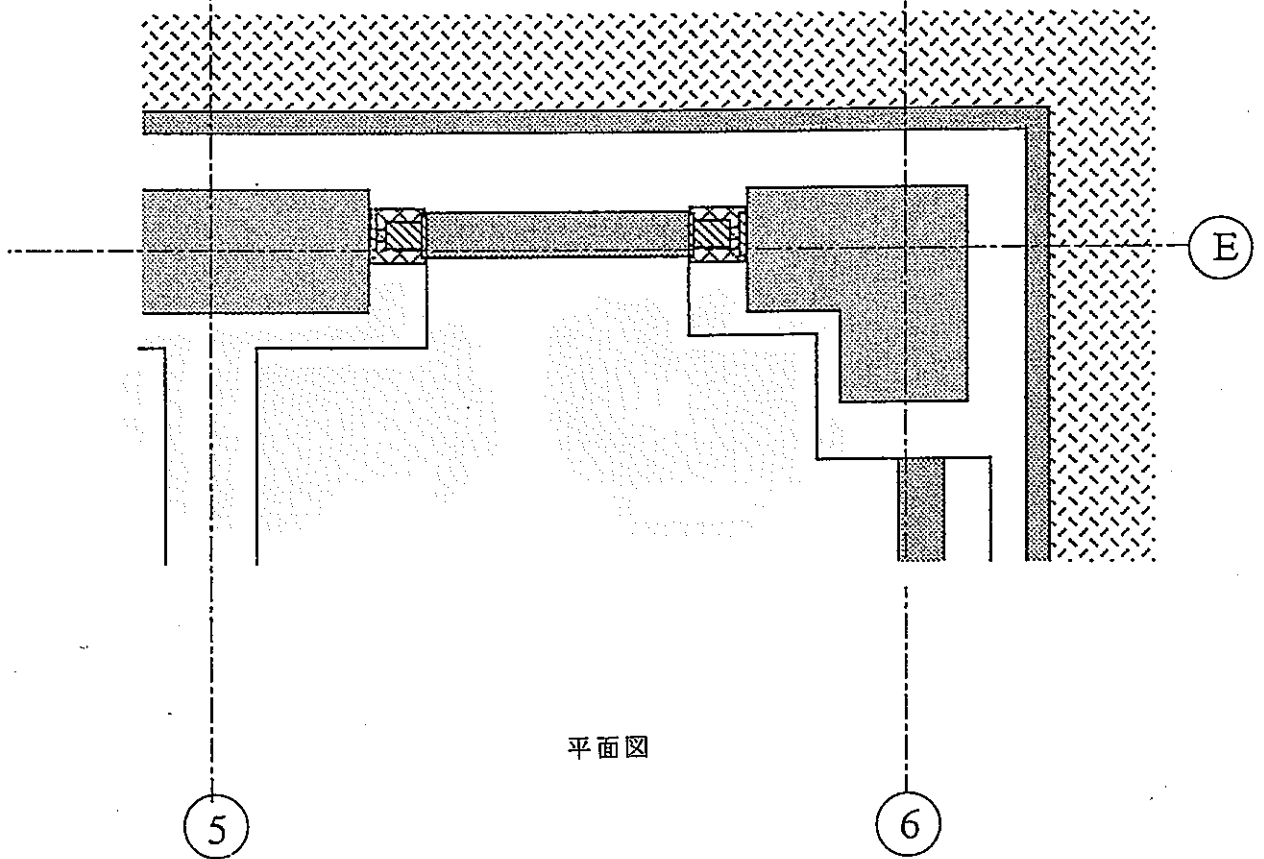
仕様 型式	揚量	ストローク	A	Bφ	Cφ	D	E	F	G	H	I	ピストン 径	受圧 面積	作動 圧力	必要 油量	重量
	TON		機械高	外 径	頭 径											
RM-5020	50	200	380	155	85	175	23	10	255	255	105	113	100	500	2	53
5035	50	350	540	155	85	175	34	12	255	255	105	113	100	500	3.5	74
10020	100	200	410	200	130	175	54	10	300	300	105	160	200	500	4	94
10030	100	300	510	200	130	175	55	10	300	300	105	160	200	500	6	95
2005	200	50	275	250	140	—	42	5	350	320	—	190	283.5	705.5	1.4	94
20020	200	200	520	310	180	175	54	15	410	410	105	226	400	500	8	270

図 3-11 水平ジャッキの仕様





断面図



平面図

図 3 - 12 水平ジャッキの設置方法

## 2.3 試験工程

試験の全体工程表を表3-3に示す。

## 2.4 試験結果の要約

### ① 免震性能確認試験（平成3年8月～9月）

{ PNC PJ1449 91-017 動燃情報センター建家新築工事 免震性能確認試験 成果報告書  
平成3年10月 清水・大林建設共同企業体 }

本免震建物の特性として以下のことが明らかとなった。

- (i) 静的加力試験によると、鉛ダンパーの降伏によって、免震層の履歴曲線はバイリニア形のループを描いている。
- (ii) 変位振幅5cmの時の等価水平剛性は約58.0tf/cm、等価減衰定数は約20%であった。
- (iii) 今回の静的加力試験による積層ゴムアイソレータの水平剛性は、製品検査結果と比べて、約38%程度大きくなっているが、この要因としては、a. 変位振幅の影響、b. 保護ゴムの影響、c. 環境温度の影響などが考えられる。
- (iv) 今回の静的加力試験による鉛ダンパーの降伏耐力は、製品検査と比べて約1/2程度になっているが、この要因としては、a. 加力速度の影響、b. 繰り返し回数の影響などが考えられる。



### 第3章 建家の各部及び全体の変位を計測する方法

#### (精密自動計測システム開発)

##### 3.1 目的

定期点検時及び臨時点検時に実施する積層ゴムアイソレータ、鉛ダンパー、建家の変位量計測を自動的にかつ精密に行い、計測作業の合理化を図る。

##### 3.2 計測方法

###### (1) 測定ポイントの設定

測定場所については今後とも関係者間で協議が必要であるが、この協議結果に基づいて、長期計測に耐える“たがね打ちポイントマーク”を設ける。〔+印：たがね打ち場所(案)〕

###### (2) レベル計による沈み込み量の測定

ポイントマークはレベル計の盛り変え数を最小にする配慮の下で、耐圧盤、建物四隅、積層ゴムアイソレータ上端・下端の治具に設ける。(図3-13)。

耐圧盤側(擁壁等)の基準点に対する建物四隅、個々の積層ゴムアイソレータのレベル測定を行う。積層ゴムアイソレータ個々、及び、建物全体の沈み込み量を調べる。

なお、擁壁等の基準点は別建物の基準点と関連付けられると好ましい。

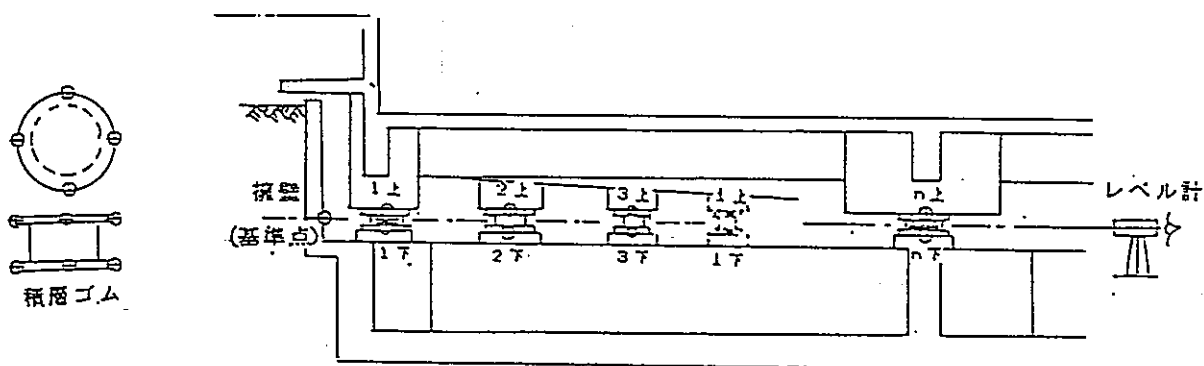


図3-13 積層ゴムアイソレータのポイントマークと擁壁等の地下部の基準点

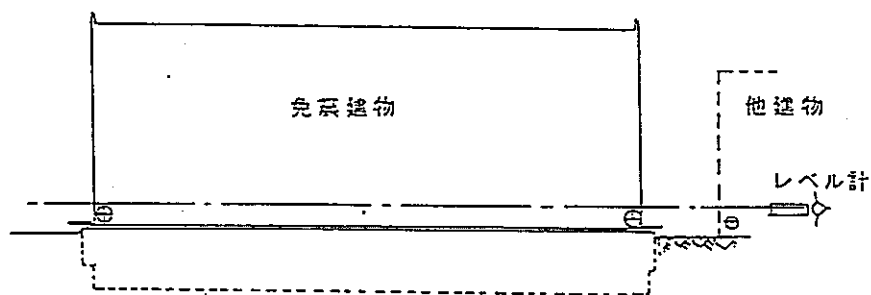


図3-14 建物四隅と別建物に設ける基準点のポイントマーク

(3) 下げ振り、トランシット、あるいは、光学式2次元変位測定器による測定

免震建物四隅に、耐圧盤側と建物側にポイントマークを設けて、水平2成分の相対変位量を計測する。なお、光学式2次元変位測定器は将来的な自動計測器と見なしても良い。

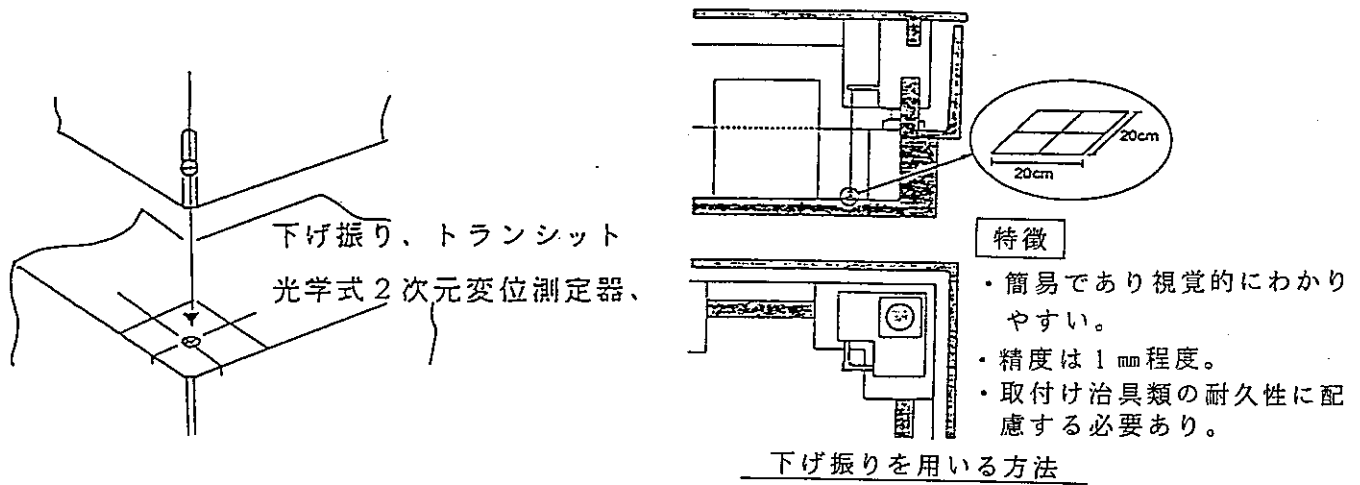


図3-15 免震建物四隅の水平変位計測

3.3 分析方法

- (1) 各々ポイントの測定データは現場で入力専用ポケットパソコンに入力する。
- (2) 入力データはパソコンに転送し、集計・編集を行う。

集計・編集は、積層ゴムの個々の変位や、建物の変位に関して行なえると共に、各ポイントの基準点に対する水平・上下の3次元座標での移動量としても得られる。これらの測定データはデータ・ベースとして電子蓄積する。

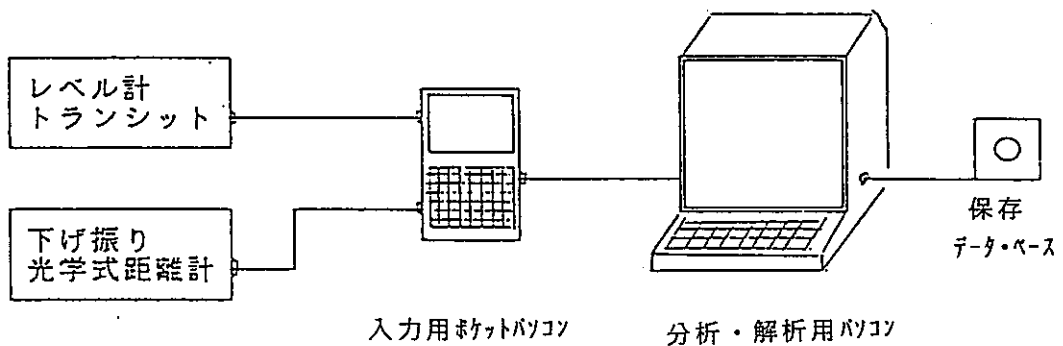


図3-16 システム構成

- ・計測手間の省力化を計る。(一度に多数点を計測)
- ・測定精度を高める。(電子データ)
- ・長期計測に耐える。(剝れ等の無いたがねポイントマーク)
- ・データ・ベース化。(パソコンDB)
- ・計測機器の進歩に対応可能。(将来的にレベル、トランシットの自動計測が期待出来る。光学式2次元測定器についても同様であり、これらの高品質測定器が使えると、測定器と入力専用パソコンとの間で自動化される。)

付① 建家全体の変位量の計測（水平変位量・鉛直変位量）

免震装置部（積層ゴムアイソレータ及び鉛ダンパー）の下の耐圧版（基礎）と上部建家の底部間の相対距離を非接触の変位量で測定し、免震装置部の変形に伴う上部建家全体の変位量の計測を行う。

○測点

測点は、上部建家の四隅とし、X, Y, Zの3成分の計12点の変位と免震装置中央部の温度を測定する。

○計測器

・変位計

水平方向X, Y成分及び鉛直方向Z成分はレーザ式変位センサにより、データロガーに一定のインターバルで記録する。

水平用レーザ式変位センサ……測定範囲200～400mm、分解能50 $\mu$ m

鉛直用レーザ式変位センサ……測定範囲65～95mm、分解能8 $\mu$ m（高精度）

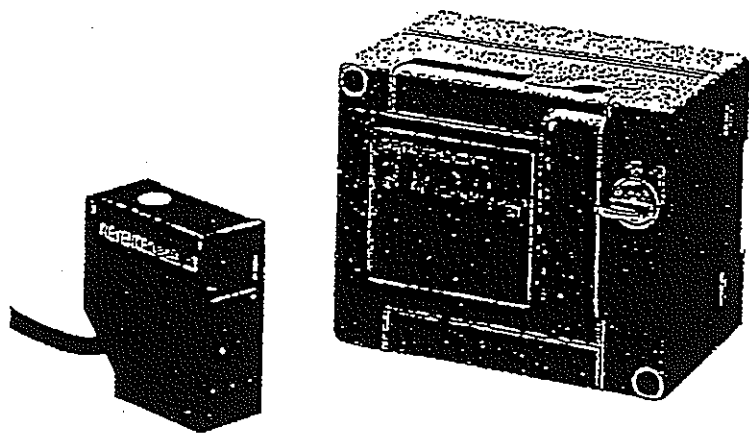
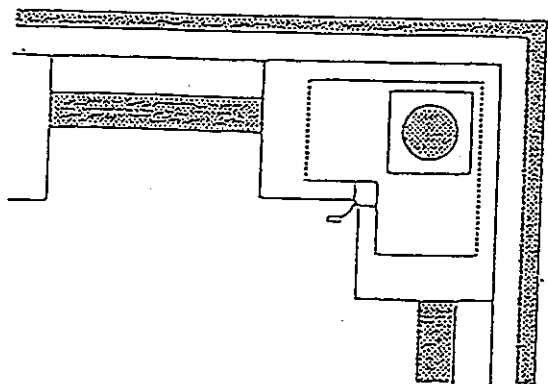
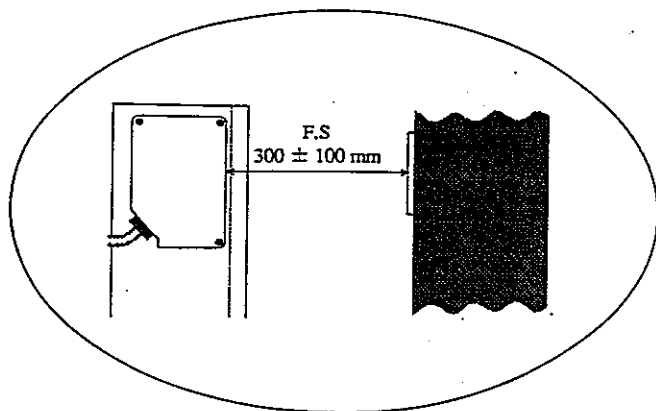
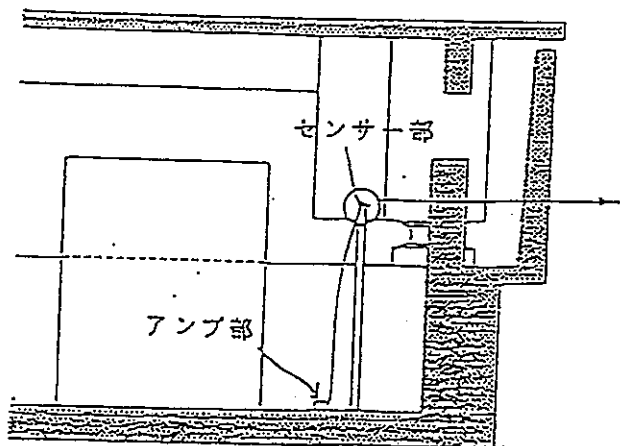
・温度計

熱伝対により、データロガーに一定のインターバルで収録し、蓄積したデータを定期的に一括してテレメータでデータ転送を行い解析処理する。

データ処理により得られる情報としては、四季の温度変化による積層ゴムアイソレータの高さ変化及びクリープ量、免震装置部の変形（地震による残留変形を含む）に伴う上部建家全体の変位量等である。

〔検討項目〕 上部建家の変形（温度、応力、クリープ等）が含まれると精度が低くなる。

付② レーザ式変位センサを用いる方法

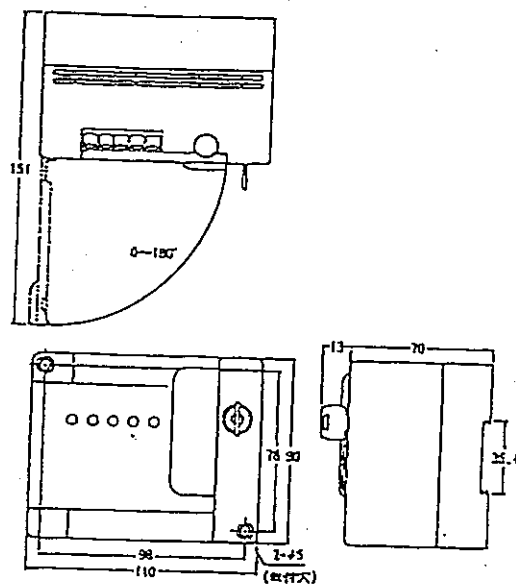
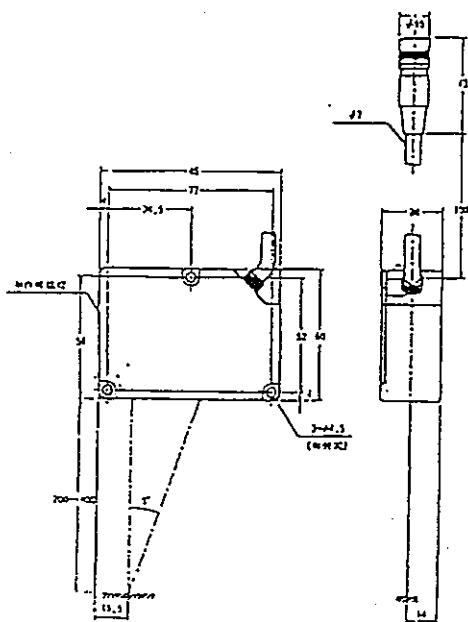


センサーヘッド

アンプユニット

■センサーヘッド

■アンプユニット

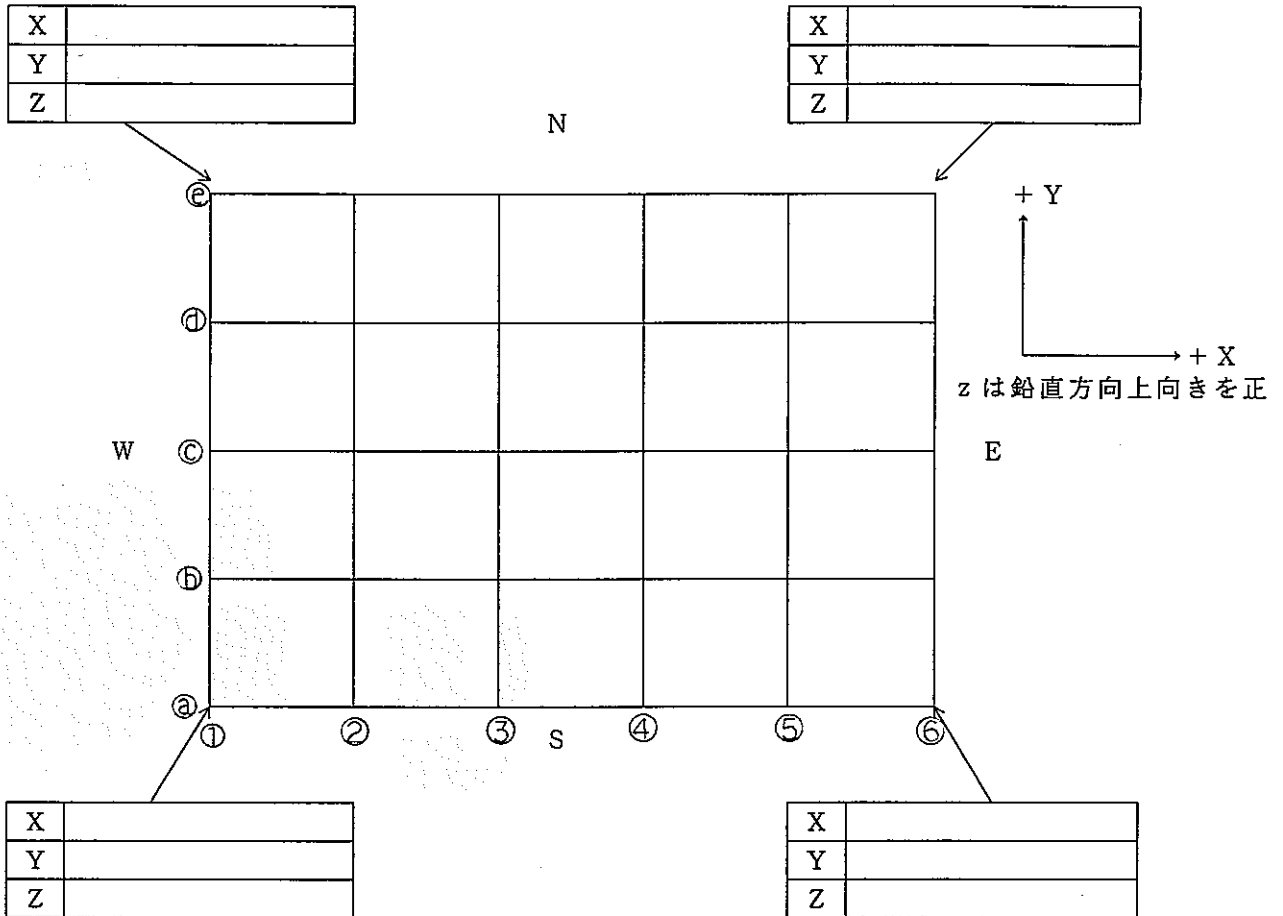




### 建物全体の変位測定

○建物4隅の変位量 (x, y, z) を精密に測定

- ・ 免震装置に 5 cm 以上の水平変形が生じた際に建物全体の位置修正により調整
- ・ 積層ゴムのクリープ量の参考データ (10% 以上のクリープ量で交換)
- ・ 精密測定法開発の第一段階 (当初は参考のため簡略な測定も実施)



隅	初期値	測定値	変位量
①e	x <sub>0</sub>	x	$\delta_H$
	y <sub>0</sub>	y	
	Z <sub>0</sub>	z	$\delta_V$
②a	x <sub>0</sub>	x	$\delta_H$
	y <sub>0</sub>	y	
	Z <sub>0</sub>	z	$\delta_V$
③e	x <sub>0</sub>	x	$\delta_H$
	y <sub>0</sub>	y	
	Z <sub>0</sub>	z	$\delta_V$
④a	x <sub>0</sub>	x	$\delta_H$
	y <sub>0</sub>	y	
	z <sub>0</sub>	z	$\delta_V$

測定日      /      /       
 測定者                       
 記録者                       
 天気                       
 環境温度              °C

$$\delta_H = \sqrt{\frac{(x_0 - x)^2}{+ (y_0 - y)^2}}$$

$$\delta_V = | z_0 - z |$$

## 第4章 建家の地震観測システムによる常時微動観測

### 4.1 目的

免震建家の常時微動観測を行うことにより、免震建物の振動特性を確認し、設計の検証と、地震観測の解析に資するデータを採取すると共に、居住性の検討・評価用資料とする。

### 4.2 計測方法

現有の地震観測システムを用いた常時微動観測方法を図4-1に示す。現有の地震観測システムに新規磁気テープをセットし、常時微動測定時に、自動（オート）の地震観測状態を手動（マニュアル）に切り替えて、スタートを押すことにより、1ファイル分約40秒のデータの自動収録と自動停止をさせる。その後すぐにオートに切り替えて、地震待機状態にすることを繰り返して、必要とする時間帯の常時微動データを収録する。データを収録後、テープを取りはずし、地震観測用の磁気テープに交換して、地震観測を継続する。万一地震が発生しても、常時微動測定時には、そのまま地震が記録され、オートに切り替えた地震待機状態では通常地震観測体制と同じであることにより、常時微動観測時に地震観測が出来ない可能性は少ないと考えられる。

### 4.3 分析方法

1/3オクターブ方式のピークホールドFFT周波数解析により、スペクトル図を作成して、常時微動の卓越振動数及び振幅を求め、振動感覚曲線・船酔い特性との比較検討・評価を行う。

なお、1/3オクターブ方式のピークホールドFFT周波数解析手法は、従来のFFT周波数解析がランダム波形の平均エネルギー評価（取り込み時間内の平均振幅評価）をするのに対して、ランダム波形の最大振幅を周波数ごとに抽出する方法である。

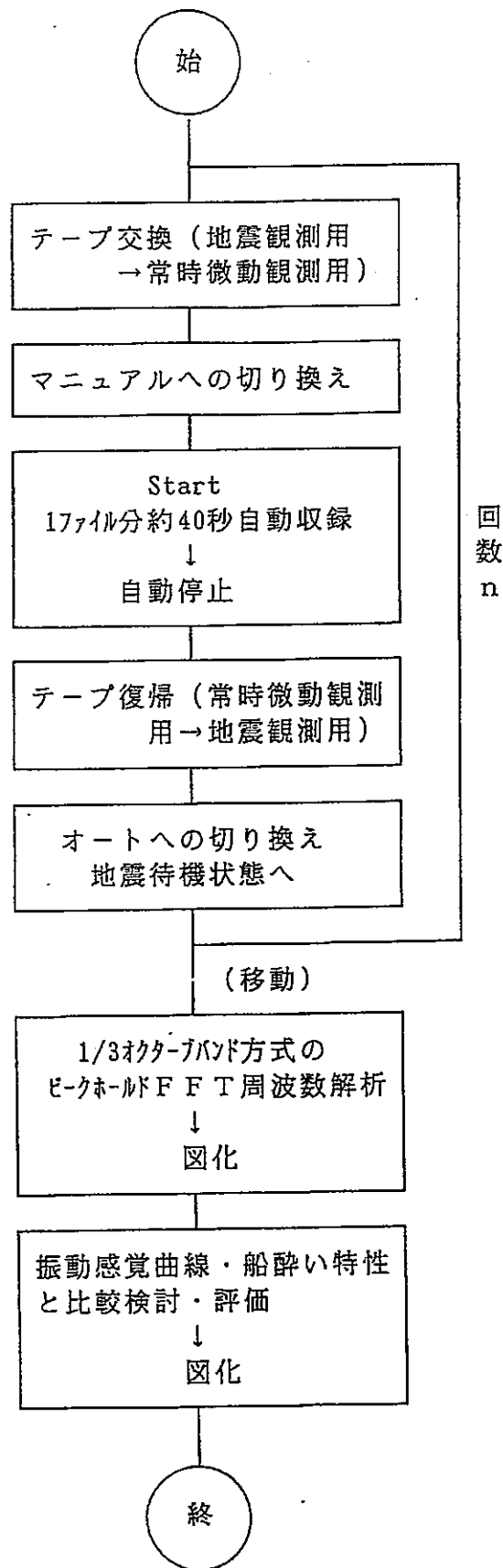


図 4 - 1 建家の地震観測システムによる常時微動観測方法

添付1 動燃情報センターに関わる維持管理契約書等（案）

- ・動燃情報センターの維持管理に関わる覚書
- ・動燃情報センター維持管理業務（A）仕様書
- ・動燃情報センター維持管理業務（B）仕様書

## 動燃情報センターの維持管理に関わる覚書

動力炉・核燃料開発事業団（以下甲という）と株式会社日建設計（以下乙という）及び清水建設株式会社・株式会社大林組（以下丙という）は、甲の所有する茨城県鹿島郡旭村上釜仲野入口道ヨリ東4041の3、茨城県鹿島郡旭村上釜仲野入口道ヨリ東4042の2、茨城県鹿島郡旭村上釜市ノ沢平4046所在の動燃情報センター（以下本免震構造物という）の維持管理について以下の通り合意した。

### 第1条 目的

本免震構造物はその免震の機能を発揮するためには免震装置の性能が十分に維持される必要がある。本覚書は本免震構造物の免震装置が正常に作動するための維持管理が完遂される事を目的とする。

### 第2条 当事者

本覚書の当事者は、本免震構造物の所有者である甲と、本免震構造物の設計監理者である乙及び本免震構造物の施工者である丙とする。

### 第3条 業務

- (1) 維持管理上の点検には、日常点検、定期点検、臨時点検の3つがある。
- (2) 甲、乙及び丙の維持管理の役割分担を付表Aに定める。
- (3) 日常点検は甲が半年毎に行う。付表Bに日常点検項目を示す。また甲は、免震装置の設置された基礎階ならびに建物の外周部50cm以内にかなる器物も放置または残置されないよう日常的に注意する。発見された場合には速やかに撤去する。
- (4) 定期点検は丙が竣工後1年、3年、5年、10年以後10年毎に60年まで継続して行う。付表Bに定期点検項目を示す。また、別置き試験体の構造特性試験は竣工後10年毎に60年まで継続して行う。抜取りによる鉛ダンパーの減衰性能試験は必要に応じて行う。なお、60年以後の定期点検については、別途協議する。
- (5) 臨時点検は、付表Cの時期に乙の指示により、丙が行う。付表Bに臨時点検項目を示す。
- (6) 各点検に応じた点検項目の判定基準を付表Dに示す。
- (7) 各点検で付表Dに照らして不合格な項目が発見された場合には、乙は必要に応じて

補修要領を立案しなければならない。また丙は、乙が作成した補修要領に基づき補修計画を作成し、補修工事を行わなければならない。

#### 第4条 維持管理責任者

甲、乙及び丙は、維持管理を行う責任者（以下維持管理責任者という）を定め、予め3者間で通知しなければならない。維持管理責任者を交代させる場合も同様とする。

#### 第5条 有効期間

本覚書の有効期間は、竣工後60年間とする。60年間経過後も本覚書を継続する場合は甲乙丙協議の上継続できるものとする。但し、本免震構造物が竣工後60年以内に取り壊される場合は本免震構造物の使用が終了する日をもって、本覚書の有効期限とする。

#### 第6条 報酬

甲は付表Aの乙及び丙の維持管理の業務に関し、1ヶ年毎乙及び丙と契約をし、報酬を乙及び丙に支払うものとする。但し、この報酬には補修工事のための工事監理報酬及び補修工事費は含まないものとし、これら報酬については甲、乙及び丙にて別途協議し、決定するものとする。

#### 第7条 注意義務

甲、乙及び丙は、第1条の目的を十分に理解し、業務遂行に最善の注意を払うこととする。

#### 第8条 譲渡または売却の条件

甲は、乙及び丙の承認を得ずして本免震構造物の一部または全部を第三者（以下丁という）に譲渡あるいは売却してはならない。但し、乙及び丙は維持管理に関する正当な理由なくその承認を拒否してはならない。また、甲は丁に対して、本覚書の内容が丁に継承される旨を丁に説明するとともに、その譲渡または売買契約書にその旨を明記しなければならない。

第9条 補則

この覚書に記載していない事項または疑義を生じたときは、甲乙丙協議によりこれを定める。

以上合意の証として本書を4通作成し、甲，乙，丙各自1通宛を保管する。

年 月 日

(甲) 動力炉・核燃料開発事業団

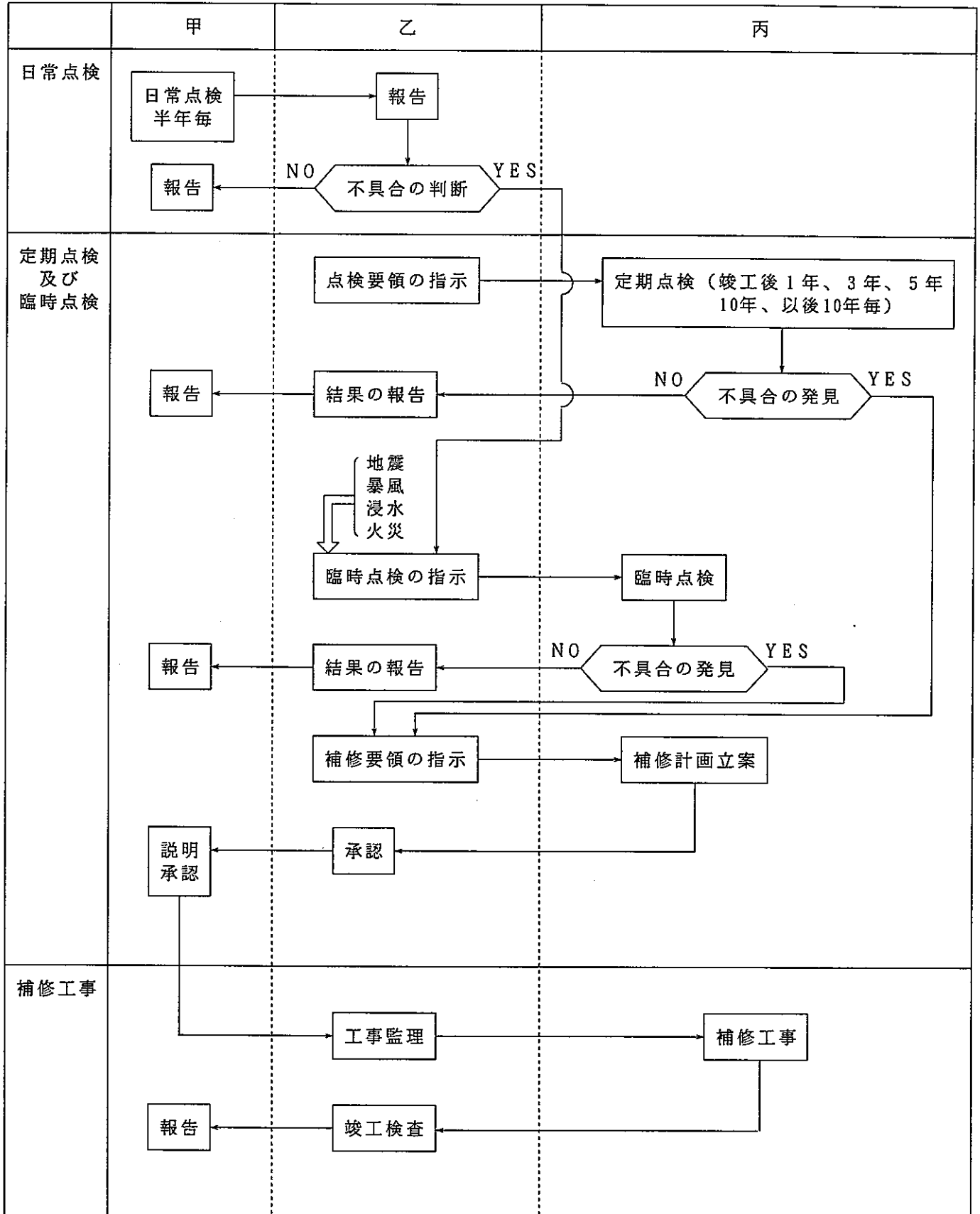
(乙) 株式会社日建設計

(丙) 清水建設株式会社

株式会社大林組

付表 A

維持管理の役割分担





## 維持管理点検項目

点 検 項 目		日常点検	定期点検	臨時点検
積層ゴムアイソレータ	鉄部防錆状態	目 視	目 視	目 視
	保護ゴム表面損傷状態	目 視	目視計測	目視計測
	取付ボルト固定度		確 認	確 認
	水平変位量		計 測	計 測
	鉛直変位量		計 測	計 測
	水平バネ定数			(計 測)
	鉛直バネ定数			(計 測)
	その他の変形		目視計測	目視計測
鉛ダンパー	鉄部防錆状態	目 視	目 視	目 視
	表面損傷状態	目 視	目視計測	目視計測
	取付ボルト固定度		確 認	確 認
	軸径		計 測	計 測
	水平変位量		計 測	計 測
	水平剛性		(計 測)	(計 測)
	降伏耐力		(計 測)	(計 測)
	その他の変形		目視計測	目視計測
免震装置周辺・建物周辺 クリアランス	障害物の有無	目 視	目 視	目 視
犬走り下のゴムシール	抜け、垂れ、破れ	目 視	目 視	目 視
設備配管継手部	損傷状態	目 視	目 視	目 視
	形状変化の有無	目 視	目 視	目 視
別置き試験体 (積層ゴムアイソレータ)	水平バネ定数		計 測	計 測*
	鉛直バネ定数		計 測	計 測*
	導入軸力(土圧計)	目視計測	目視計測	目視計測

\*別置き試験体が本体と同様の災害を受けた場合に計測

(計測)は、異常が生じた場合に甲と協議の上乙の判断により行う。

建物設備等の改修・増設の際、甲は乙に報告を行う。

付表 C 臨時点検の実施時期

- ① 建物周辺地域が当面震度Ⅳ以上の地震を受けた時
- ② 管区气象台にて40m/s以上の暴風が観測された時
- ③ 浸水・火災などの被害が免震装置に及んだ時
- ④ その他、甲と協議の上乙が臨時点検が必要と判断した時

## 免震装置の点検項目と判断基準

点 検 項 目		判 定 基 準	処 置
積層ゴム アイソレータ	鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態 取付ボルト固定度 水平変位量 鉛直変位量（ｸﾘｰﾌ量）  水平バネ定数 鉛直バネ定数 その他の変形	発錆 亀裂あり ゆるみあり 5 cm以上 初期値との差が ゴム総厚の10%以上 設計値±20%以上 設計値±20%以上 異常あり	塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 位置修正 交換 交換 調査の上対処
鉛ダンパー	鉄部防錆状態 表面損傷状態 取付ボルト固定度 軸径  水平変位量 水平剛性* 降伏耐力* その他の変形	発錆 亀裂あり ゆるみあり 軸径が設計値の10% 以上減少 5 cm以上 設計値±10%以上 設計値±10%以上 異常あり	塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 交換  位置修正 交換 交換 調査の上対処
免震装置・建物 周辺クリアランス	障害物の有無	異物あり	除去
犬走り下の ゴムシール	抜け，垂れ，破れ	異状あり	補修あるいは交換
設備配管継手部	損傷状態 形状変化の有無	異常あり 異常あり	補修あるいは交換 調査の上対処
別置き試験体 （積層ゴムアイソレータ）	水平バネ定数 鉛直バネ定数 導入軸力	設計値±20%以上 設計値±20%以上 282t±30%以上	実機を抜取り検査し、判 定基準を適用する。 加力修正

\*鉛ダンパーの水平剛性及び降伏耐力の確認試験は日常・定期・臨時点検項目に対して異常が認められた際に甲と協議の上、乙の判断により行う。

動燃情報センター維持管理業務（A）

# 仕 様 書

1. 件 名

動燃情報センターに関わる維持管理業務（A）

2. 本仕様書の適用

本仕様書は、動力炉・核燃料開発事業団（以下「事業団」という）の所有する下記施設の維持管理業務（A）（以下「維持管理」という）に適用する。

施設名：動燃情報センター

茨城県鹿島郡旭村上釜仲野入口道ヨリ東4041の3

茨城県鹿島郡旭村上釜仲野入口道ヨリ東4042の2

茨城県鹿島郡旭村上釜市ノ沢平4046

3. 期 間

着 手 平成 年 月 日

完 了 平成 年 月 日

日常点検：半年毎

定期点検：次頁による。

臨時点検：付表Cの時期（ただし臨時点検に関わる業務については、その都度本契約の変更契約により対処する。）

4. 疑義と矛盾

本仕様書に記載なき事項及び記載された事項につき、疑義が生じた場合は、事業団維持管理責任者に報告して、その指示を受ける。

5. 守秘義務

- ① 本業務の実施にあたり、知り得た各種データ及び資料等を事業団以外に洩らしてはならない。
- ② 本業務の遂行にあたり、作成した設計、工事等の資料は全て事業団に帰属する。

6. 業 務

6-1 目 的

動燃情報センターは、免震構造物であり、その免震の機能を発揮するためには、免震装置の性能が十分に維持される必要がある。本業務は「動燃情報センターの維持管理に関わる覚書」を尊重し、本免震構造物の免震装置が正常に作動するための維持管理が完遂されることを目的とする。

6-2 責任と義務

事業団と受託者の維持管理の役割分担を付表Aに定める。

受託者は、維持管理を行う責任者（以下受託側維持管理責任者という）を定め、予め事業団に通知しなければならない。受託側維持管理責任者を交代させる場合も同様とする。

受託側維持管理責任者は、本仕様書の定めるところに従い、最良の技術水準を以て維持管理に当たらなければならない。

受託者は、受託者の作業の安全確保を受託者の責任において行う。

受託側維持管理責任者は、安全確保を維持するため法令及び事業団の定めた安全に関する諸規則並びに安全確保のために行う指示を遵守しなければならない。

6-3 維持管理の  
内容

維持管理上の点検には、日常点検、定期点検、臨時点検の3つがある。

- ① 日常点検は事業団が行う。受託者は日常点検の報告を事業団より受けて、不具合の判断を行い、その結果を事業団に報告する。
- ② 定期点検は、定期点検・臨時点検・補修工事等実施者（以下定期点検等実施者という）が行うが、受託者は点検要領を定期点検等実施者に指示しなければならない。さらに、定期点検等実施者による点検の報告を定期点検等実施者より受けて、その判断結果を事業団に報告しなければならない。なお、定期点検は下記要領で実施される。
  - (i) 付表Bに示す定期点検項目について、竣工後1年、3年、5年、10年、20年、30年、40年、50年、60年に限って実施する。
  - (ii) 別置き試験体の構造特性試験は、竣工後10年、20年、30年、40年、50年、60年に限って実施する。
  - (iii) 事業団と協議の上、受託者の判断により抜取りによる鉛ダンパーの減衰性能試験を行う。
- ③ 臨時点検は、付表Cの時期に受託者が指示しなければならない。付表Bに臨時点検項目を示す。
- ④ 各点検に応じた点検項目の判定基準を、付表Dに示す。
- ⑤ 日常点検で不具合と判断された場合には、受託者は事業団と協議の上、定期点検等実施者に臨時点検を指示しなければならない。定期点検・臨時点検で不具合が発見された場合には、受託者は事業団と協議の上、受託者の判断により補修要領を立案し、定期点検等実施者に指示しなければならない。

7. 注意義務

受託者は「6-1 目的」を十分理解し、業務遂行に最善の注意を払わなければならない。

8. 提出図書

名 称	提出先	部 数	期 限	備考
〔一般図書〕				
(1) 着手届	本 社	1	着手後 7 日以内	
(2) 実施計画書	”	2	”	
(3) 完了届	”	1	完了時	
(4) 請求書	”	1	その都度	
(5) 納品書	”	1	”	
(6) 打合議事録	”	3	”	
(7) その他	”	—	”	* 1
〔維持管理〕				
(1) 日常点検結果判定書	本 社	5	* 5	
(2) 定期点検指示書	”	5	着手後 1 ヶ月以内	* 2
(3) 定期点検報告書	”	5	* 5	* 2
(4) 臨時点検指示書	”	5	* 6	* 3
(5) 臨時点検報告書	”	5	* 5	* 3
(6) 補修要領書	”	5	* 6	* 4
(7) その他	”	—	その都度	* 1

(注) \* 1 事業団維持管理責任者が指示するもの。

\* 2 「6-3 維持管理の内容」の②により、定期点検が実施される場合に限る。

\* 3 受託者の指示により、臨時点検が実施される場合に限る。

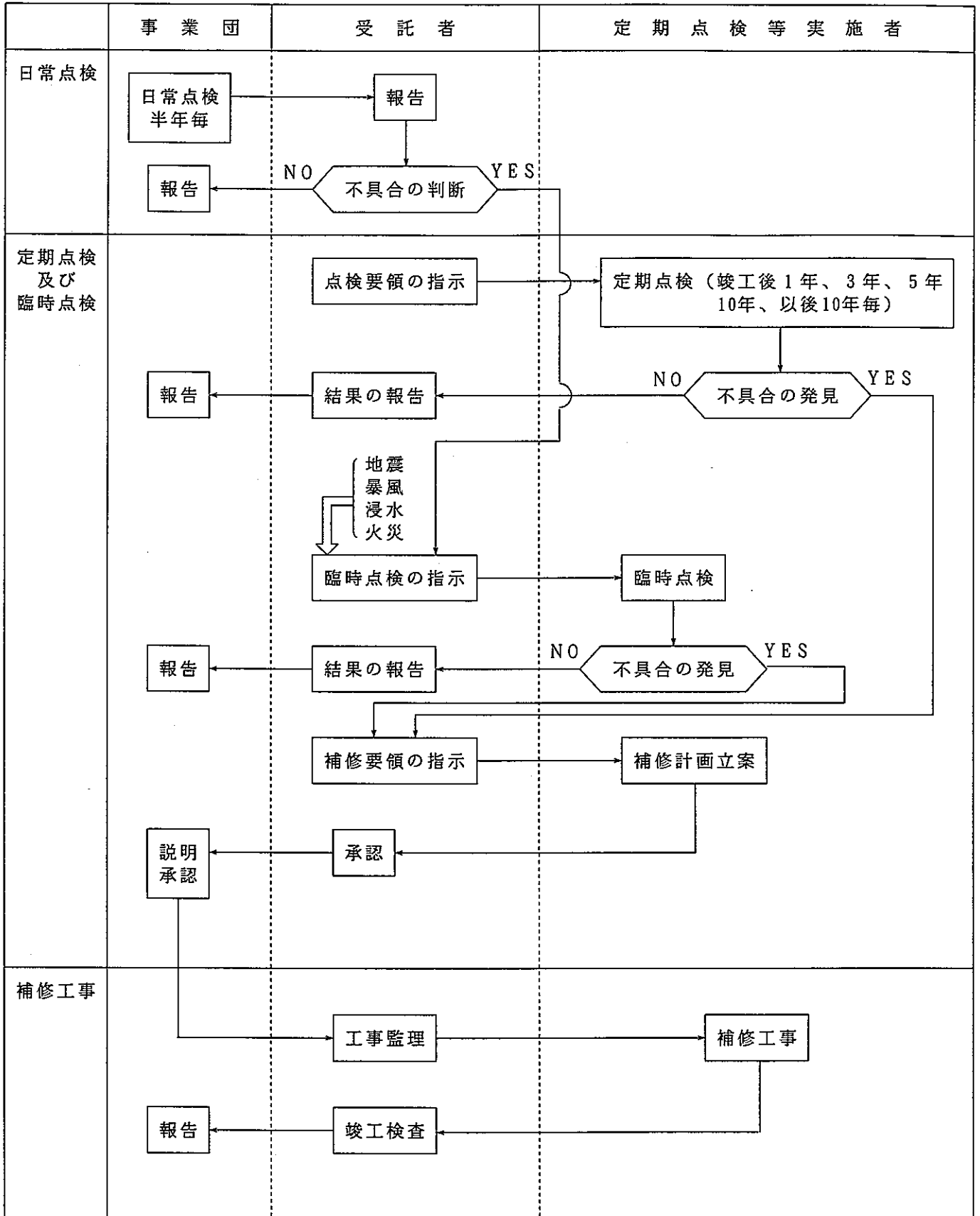
\* 4 「6-3 維持管理の内容」の⑤により、作成する必要がある場合に限る。

\* 5 点検報告書（業務(B)による）受理後 2 週間以内

\* 6 適宜、但し緊急度に応じ協議する。

付表 A

維持管理の役割分担





付表 B

## 維持管理点検項目

点 検 項 目		日常点検	定期点検	臨時点検
積層ゴムアイソレータ	鉄部防錆状態	目 視	目 視	目 視
	保護ゴム表面損傷状態	目 視	目視計測	目視計測
	取付ボルト固定度		確 認	確 認
	水平変位量		計 測	計 測
	鉛直変位量		計 測	計 測
	水平バネ定数			(計 測)
	鉛直バネ定数			(計 測)
	その他の変形		目視計測	目視計測
鉛ダンパー	鉄部防錆状態	目 視	目 視	目 視
	表面損傷状態	目 視	目視計測	目視計測
	取付ボルト固定度		確 認	確 認
	軸径		計 測	計 測
	水平変位量		計 測	計 測
	水平剛性		(計 測)	(計 測)
	降伏耐力		(計 測)	(計 測)
	その他の変形		目視計測	目視計測
免震装置周辺・建物周辺 クリアランス	障害物の有無	目 視	目 視	目 視
犬走り下のゴムシール	抜け，垂れ，破れ	目 視	目 視	目 視
設備配管継手部	損傷状態	目 視	目 視	目 視
	形状変化の有無	目 視	目 視	目 視
別置き試験体 (積層ゴムアイソレータ)	水平バネ定数		計 測	計 測*
	鉛直バネ定数		計 測	計 測*
	導入軸力	目視計測	目視計測	目視計測

\*別置き試験体も本体と同様の災害を受けた場合に計測

(計測)は、異常が生じた場合に事業団と協議の上、受託者の判断により行う。

建物設備等の改修・増設の際、事業団は受託者に報告を行う。

付表 C 臨時点検の実施時期

- ① 建物周辺地域が当面震度Ⅳ以上の地震を受けた時
- ② 管区气象台にて40m/s以上の暴風が観測された時
- ③ 浸水・火災などの被害が免震装置に及んだ時
- ④ その他、事業団と協議の上受託者が臨時点検が必要と判断した時

付表D

## 免震装置の点検項目と判断基準

点 検 項 目		判 定 基 準	処 置
積層ゴム アイソレータ	鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態 取付ボルト固定度 水平変位量 鉛直変位量（クリアランス）  水平バネ定数 鉛直バネ定数 その他の変形	発錆 亀裂あり ゆるみあり 5 cm 以上 初期値との差が ゴム総厚の10%以上 設計値±20%以上 設計値±20%以上 異常あり	塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 位置修正 交換  交換 交換 調査の上対処
鉛ダンパー	鉄部防錆状態 表面損傷状態 取付ボルト固定度 軸径  水平変位量 水平剛性* 降伏耐力* その他の変形	発錆 亀裂あり ゆるみあり 軸径が設計値の10% 以上減少 5 cm 以上 設計値±10%以上 設計値±10%以上 異常あり	塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 交換  位置修正 交換 交換 調査の上対処
免震装置・建物 周辺クリアランス	障害物の有無	異物あり	除去
犬走り下の ゴムシール	抜け、垂れ、破れ	異状あり	補修あるいは交換
設備配管継手部	損傷状態 形状変化の有無	異常あり 異常あり	補修あるいは交換 調査の上対処
別置き試験体 （積層ゴムアイソレータ）	水平バネ定数 鉛直バネ定数 導入軸力	設計値±20%以上 設計値±20%以上 282t±30%以上	実機を抜取り検査し、判 定基準を適用する。 加力修正

\*鉛ダンパーの水平剛性及び降伏耐力の確認試験は日常・定期・臨時点検項目に対して異常が認められた際に事業団と協議の上、受託者の判断により行う。

動燃情報センター維持管理業務（B）

# 仕 様 書

1. 件 名	動燃情報センターに関わる維持管理業務（B）
2. 本仕様書の適用	<p>本仕様書は、動力炉・核燃料開発事業団（以下「事業団」という）の所有する下記施設の維持管理業務（B）（以下「維持管理」という）に適用する。</p> <p>施設名：動燃情報センター</p> <p>茨城県鹿島郡旭村上釜仲野入口道ヨリ東4041の3</p> <p>茨城県鹿島郡旭村上釜仲野入口道ヨリ東4042の2</p> <p>茨城県鹿島郡旭村上釜市ノ沢平4046</p>
3. 期 間	<p>着 手 平成 年 月 日</p> <p>完 了 平成 年 月 日</p> <p>日常点検：半年毎</p> <p>定期点検：次頁による。</p> <p>臨時点検：付表Cの時期（ただし臨時点検に関わる業務については、その都度本契約の変更契約により対処する。）</p>
4. 疑義と矛盾	本仕様書に記載なき事項及び記載された事項につき、疑義が生じた場合は、事業団維持管理責任者に報告して、その指示を受ける。
5. 守秘義務	<p>① 本業務の実施にあたり、知り得た各種データ及び資料等を事業団以外に洩らしてはならない。</p> <p>② 本業務の遂行にあたり、作成した設計、工事等の資料は全て事業団に帰属する。</p>
6. 業 務	
6-1 目 的	動燃情報センターは、免震構造物であり、その免震の機能を発揮するためには、免震装置の性能が十分に維持される必要がある。本業務は「動燃情報センターの維持管理に関わる覚書」を尊重し、本免震構造物の免震装置が正常に作動するための維持管理が完遂されることを目的とする。
6-2 責任と義務	<p>事業団と受託者の維持管理の役割分担を付表Aに定める。</p> <p>受託者は、維持管理を行う責任者（以下受託側維持管理責任者という）を定め、予め事業団に通知しなければならない。受託側維持管理責任者を交代させる場合も同様とする。</p> <p>受託側維持管理責任者は、本仕様書の定めるところに従い、最良の技術水準を以て維持管理に当たらなければならない。</p> <p>受託者は、受託者の作業の安全確保を受託者の責任において行う。</p> <p>受託側維持管理責任者は、安全確保を維持するため法令及び事業団の定めた安全に関する諸規則並びに安全確保のために行う指示を遵守しなければならない。</p>

6-3 維持管理の  
内容

維持管理上の点検には、日常点検、定期点検、臨時点検の3つがある。

- ① 日常点検は事業団が行う。
- ② 定期点検は、下記項目について受託者が行う。
  - (i) 付表Bに示す定期点検項目。但し、竣工後1年、3年、5年、10年、20年、30年、40年、50年、60年に限って実施する。
  - (ii) 別置き試験体の構造特性試験。但し、竣工後10年、20年、30年、40年、50年、60年に限って実施する。
  - (iii) 事業団の指示により、抜取りによる鉛ダンパーの減衰性能試験を行う。
- ③ 臨時点検は、事業団の指示により付表Cの時期に受託者が行う。  
付表Bに臨時点検項目を示す。
- ④ 各点検に応じた点検項目の判定基準を、付表Dに示す。
- ⑤ 定期点検・臨時点検で不具合が発見された場合には、必要に応じて事業団が作成する補修要領に基づいて、受託者は補修計画を立案し事業団の承認を得なければならない。

7. 注意義務

受託者は「6-1 目的」を十分理解し、業務遂行に最善の注意を払わなければならない。

8. 提出図書

名 称	提出先	部 数	期 限	備考
〔一般図書〕				
(1) 着手届	本 社	1	着手後 7 日以内	
(2) 実施計画書	”	2	”	
(3) 完了届	”	1	完了時	
(4) 請求書	”	1	その都度	
(5) 納品書	”	1	”	
(6) 打合議事録	”	3	”	
(7) その他	”	—	”	* 1
〔維持管理〕				
(1) 定期点検報告書	本 社	5	* 5	* 2
(2) 臨時点検報告書	”	5	”	* 3
(3) 補修計画	”	5	* 6	* 4
(4) その他	”	5	その都度	* 1

(注) \* 1 事業団維持管理責任者が指示するもの。

\* 2 「6-3 維持管理の内容」の②により、定期点検が実施される場合に限る。

\* 3 事業団の指示により、臨時点検が実施される場合に限る。

\* 4 「6-3 維持管理の内容」の⑤により、作成する必要が生じた場合に限る。

\* 5 点検指示（業務(A)による）後 2 週間以内に点検を行う。

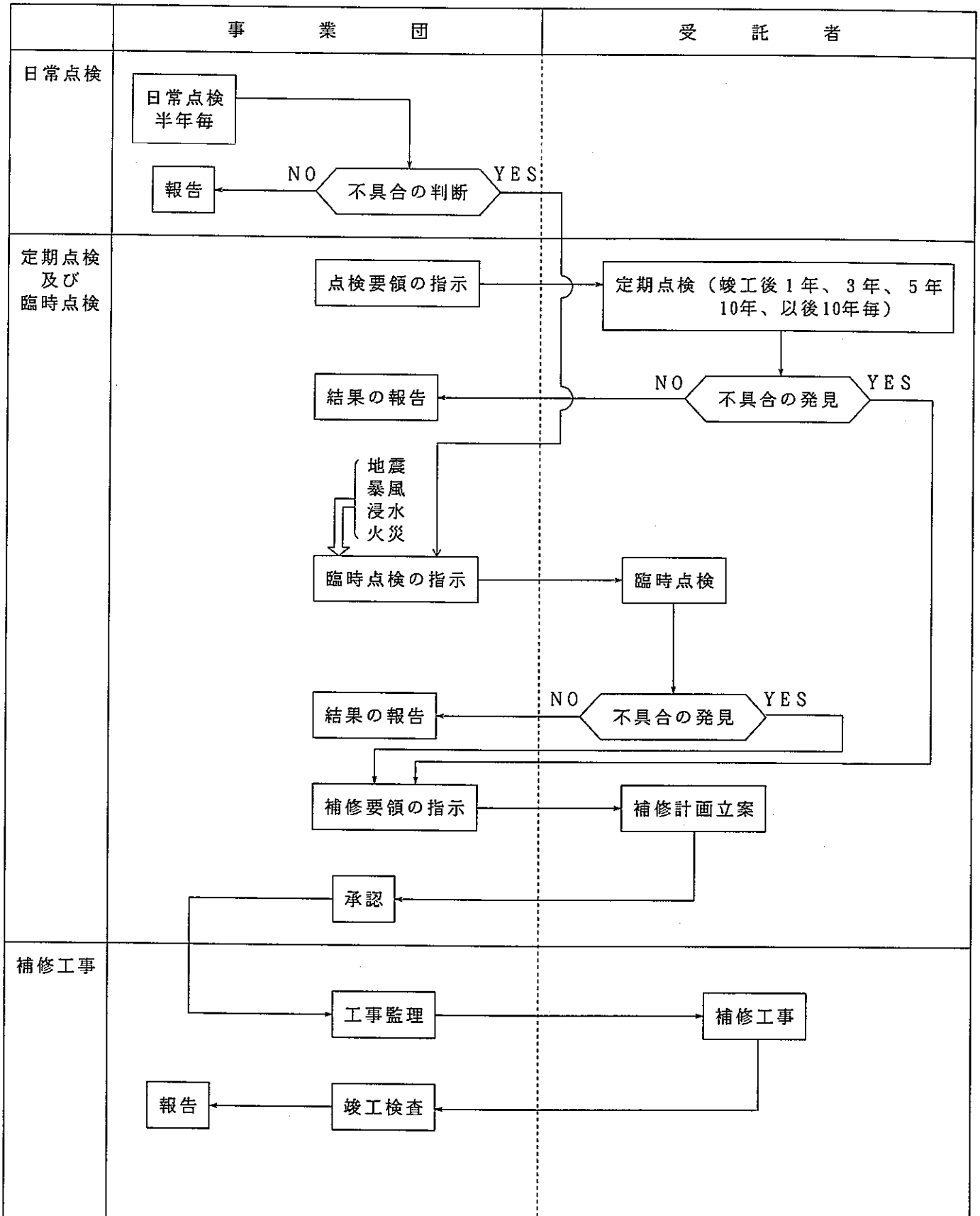
点検実施後速報を 1 ヶ月以内に、成果品を 2 ヶ月以内に提出する。

但し、緊急を要する場合は適宜協議する。

\* 6 協議により適宜。

付表 A

維持管理の役割分担





付表 B

## 維持管理点検項目

点 検 項 目		日常点検	定期点検	臨時点検
積層ゴムアイソレータ	鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態 取付ボルト固定度 水平変位量 鉛直変位量 水平バネ定数 鉛直バネ定数 その他の変形	目 視 目 視	目 視 目視計測 確 認 計 測 計 測 目視計測	目 視 目視計測 確 認 計 測 計 測 (計 測) (計 測) 目視計測
鉛ダンパー	鉄部防錆状態 表面損傷状態 取付ボルト固定度 軸径 水平変位量 水平剛性 降伏耐力 その他の変形	目 視 目 視	目 視 目視計測 確 認 計 測 計 測 (計 測) (計 測) 目視計測	目 視 目視計測 確 認 計 測 計 測 (計 測) (計 測) 目視計測
免震装置周辺・建物周辺 クリアランス	障害物の有無	目 視	目 視	目 視
犬走り下のゴムシール	抜け、垂れ、破れ	目 視	目 視	目 視
設備配管継手部	損傷状態 形状変化の有無	目 視 目 視	目 視 目 視	目 視 目 視
別置き試験体 (積層ゴムアイソレータ)	水平バネ定数 鉛直バネ定数 導入軸力	目視計測	計 測 計 測 目視計測	計 測* 計 測* 目視計測

\*別置き試験体が本体と同様の災害を受けた場合に計測  
(計測)は、異常が生じた場合に事業団の判断により行う。

付表C 臨時点検の実施時期

- ① 建物周辺地域が当面震度Ⅳ以上の地震を受けた時
- ② 管区气象台にて40m/s以上の暴風が観測された時
- ③ 浸水・火災などの被害が免震装置に及んだ時
- ④ その他、事業団が臨時点検が必要と判断した時

免震装置の点検項目と判断基準

点 検 項 目		判 定 基 準	処 置
積層ゴム アイソレータ	鉄部防錆状態 保護ゴム表面損傷状態 取付ボルト固定度 水平変位量 鉛直変位量（クリア量）  水平バネ定数 鉛直バネ定数 その他の変形	発錆 亀裂あり ゆるみあり 5 cm 以上 初期値との差が ゴム総厚の10%以上 設計値±20%以上 設計値±20%以上 異常あり	塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 位置修正 交換  交換 交換 調査の上対処
鉛ダンパー	鉄部防錆状態 表面損傷状態 取付ボルト固定度 軸径  水平変位量 水平剛性* 降伏耐力* その他の変形	発錆 亀裂あり ゆるみあり 軸径が設計値の10% 以上減少 5 cm 以上 設計値±10%以上 設計値±10%以上 異常あり	塗装による修復 補修あるいは交換 締め直し 交換  位置修正 交換 交換 調査の上対処
免震装置・建物 周辺クリアランス	障害物の有無	異物あり	除去
犬走り下の ゴムシール	抜け、垂れ、破れ	異状あり	補修あるいは交換
設備配管継手部	損傷状態 形状変化の有無	異常あり 異常あり	補修あるいは交換 調査の上対処
別置き試験体 （積層ゴムアイソレータ）	水平バネ定数 鉛直バネ定数 導入軸力	設計値±20%以上 設計値±20%以上 282t±30%以上	実機を抜取り検査し、判 定基準を適用する。 加力修正

\* 鉛ダンパーの水平剛性及び降伏耐力の確認試験は日常・定期・臨時点検項目に対して異常が認められた際に事業団の指示により行う。

## 添付2 積層ゴムアイソレータ鉄部の発錆の補修工事要領

### 1. はじめに

平成4年10月19日～20日に動燃情報センタービル竣工後1年目の定期点検を行った結果、積層ゴムアイソレータの鉄部に一部、錆の発生が認められた。この点検結果に基づき、現在の状況及び処置の方法を以下に記す。

### 2. 錆の発生状況

錆は、積層ゴムアイソレータ鉄部のうち、以下の箇所に多く見られた。(図1参照)

- ①ボルトの頭部に錆が発生
- ②ベースプレート端部に錆が発生

定期点検時の免震装置の鉄部の錆の発生状況は、表1に示す通りであった。場所により、錆の発生状況はばらついている。

錆の進行が早く見られた要因としては以下が推測される。

- 1) 地下ピット部の結露などにより、地下部の湿度が高い。
- 2) 海岸近くに立地しているため、空気中に塩分が多く含まれる。
- 3) 施工間際(9月)の1ヶ月間に長雨があった。

### 3. 補修対象

補修対象とする免震装置を表1に示すが、原則として、錆の発生が認めれた免震装置全てを対象に補修を施すものとする。

### 4. 補修要領

積層ゴムアイソレータ鉄部で錆の発生しているボルト及びベースプレート・フランジ部について、設計仕様に従い、以下の要領にて補修を施す。

- 1) 発錆部ケレン (錆落とし、サンドペーパー等)
- 2) ブロワーがけ (錆、ホコリを飛ばす)
- 3) 洗浄・乾燥 (溶剤、洗浄剤で脱脂)
- 4) 下塗り・乾燥

エポキシ樹脂系プライマー、刷毛塗40 $\mu$ m×2回

(日本ペイント(株)ハイボン20A)

## 5) 上塗り・乾燥

塩化ゴム系塗料、刷毛塗307mm×1回

(大日本塗料(株)ラバータイト(グレー色))

なお、ボルトの錆の発生の程度の比較的大きい積層ゴムアイソレータ(I-4, I-8 図2参照)については、ボルト1本を取りはずし、ねじ部の状態を確認する。

また、錆の発生はなくとも、上塗りにムラが見られる箇所については上塗りを施す。

## 5. 補修時期

平成5年2月1日～平成5年2月10日

## 6. 補修結果及び今後への知見

上記要領に従って補修作業を完了した。なお、免震装置I-18, I-4について外部壁側の底面プレートからそれぞれボルト1本を抜き、内部の錆の状況をチェックした。(立会; 動燃殿寺田主務, 実施; 坂場, 古村; 清水建設) チェックの結果、ボルトネジ部には錆は発生していないことを確認した。

積層ゴムアイソレータのフランジプレートは下地処理後、クロメートメッキ処理<sup>\*1</sup>を行い、その後、4で示した塗料にて下塗り及び上塗りを行っている。下塗りに用いているエポキシ樹脂系プライマーは通常の錆止めペイントに比べ、耐候性に優れている。

一方、ボルトは高力ボルトを使用しているので、メッキ処理は行わず、素地調整後、上記塗料にて下塗り及び上塗りを行っている。ボルトの錆の発生状態がプレートに比べ早いのは、メッキ処理をしていないためと思われる。高力ボルトにメッキボルトを用いることも最近行われるようになってきているが、その場合はボルト強度がF8T以下のものを用いなければならない。<sup>\*2</sup>

亜鉛メッキのような防錆力を持つ塗料として、主に橋りょう用に使用されるものとしては、亜鉛末を主成分とするジンクリッチプライマーがある。<sup>\*3</sup>

本建物の設計仕様は、通常、十分な防錆効果を持つといえるものである。しかしながら、本建物のような比較的錆が発生しやすい状況にある場合には、素地調整、塗料環境、塗装作業により一層注意をはらう必要がある。

<sup>\*1</sup> 「JIS H 8610(1977)電気亜鉛めっき」参照

<sup>\*2</sup> 「日本建築学会 鉄骨工事技術指針-工事現場施工編」参照

<sup>\*3</sup> 「JIS K 5552(1991)ジンクリッチプライマー」

「JIS K 5553(1991)厚膜形ジンクリッチプライマー」参照

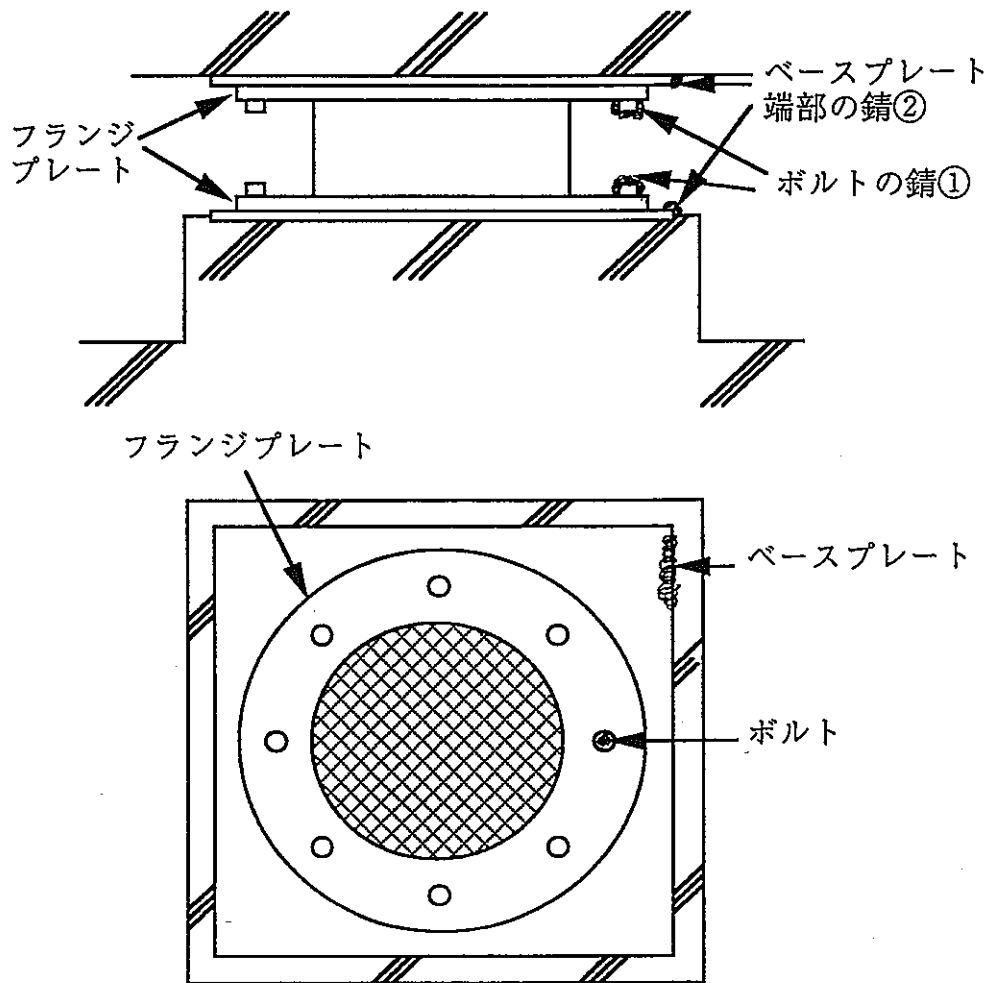


図1 積層ゴムアイソレータ鉄部の発生部分

表1 免震装置鉄部の発錆状態

	総数 (本)	ボルト			補修対象	ベースプレート およびフランジ	
		発錆状態 (本)				発錆状態	補修対象
		(A)	(B)	(C)			
I-1(No.516)	16	2	0	14	○	(B)	○
I-2(No.513)	16	1	0	15	○	(B)	○
I-3(No.605)	24	12	12	0	○	(A)	○
I-4(No.601)	24	16	5	3	●	(B)	○
I-5(No.501)	16	2	0	14	○	(B)	○
I-6(No.517)	16	2	0	14	○	(B)	○
I-7(No.609)	24	7	5	12	○	(A)	○
I-8(No.510)	16	0	0	16	○	(B)	○
I-9(No.511)	16	4	7	5	○	(A)	○
I-10(No.507)	16	8	8	0	○	(A)	○
I-11(No.508)	16	9	7	0	○	(B)	○
I-12(No.502)	16	0	3	13	○	(C)	○
I-13(No.518)	16	0	2	14	○	(B)	○
I-14(No.610)	24	1	14	9	○	(A)	○
I-15(No.606)	24	13	10	1	○	(A)	○
I-16(No.602)	24	8	10	6	○	(A)	○
I-17(No.503)	16	2	0	14	○	(B)	○
I-18(No.519)	16	12	4	0	●	(A)	○
I-19(No.611)	24	7	12	5	○	(A)	○
I-20(No.607)	24	7	14	3	○	(A)	○
I-21(No.603)	24	6	16	2	○	(A)	○
I-22(No.504)	16	3	0	13	○	(B)	○
I-23(No.520)	16	9	7	0	○	(A)	○
I-24(No.514)	16	6	10	0	○	(A)	○
I-25(No.608)	24	3	17	4	○	(A)	○
I-26(No.604)	24	6	13	5	○	(A)	○
I-27(No.505)	16	4	3	9	○	(A)	○
I-28(No.521)	16	10	6	0	○	(A)	○
I-29(No.515)	16	8	8	0	○	(A)	○
I-30(No.512)	16	6	10	0	○	(A)	○
I-31(No.509)	16	2	14	0	○	(A)	○
I-32(No.506)	16	2	14	0	○	(A)	○

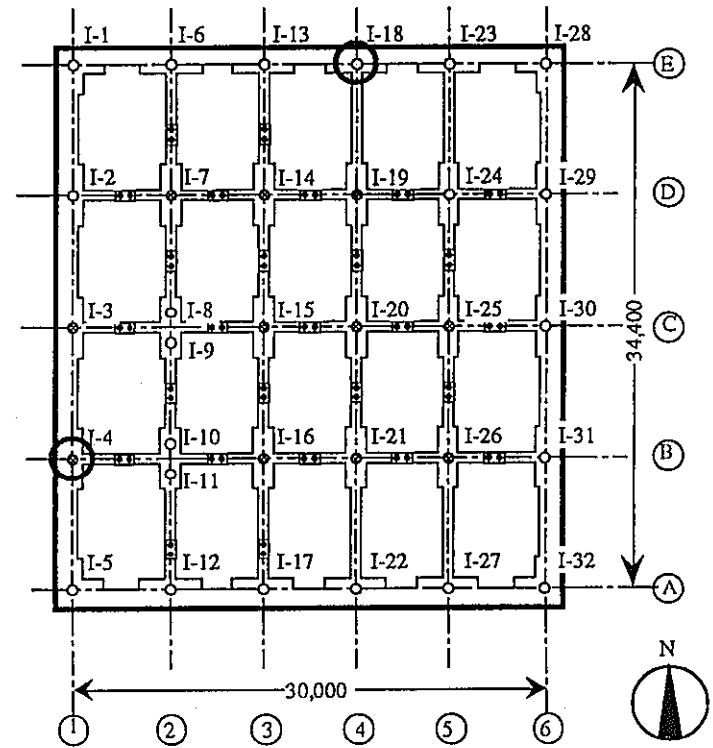


図2 ボルトを取り外す免震装置の位置

- (A) : 錆の発生が著しい (連続した錆が認められる)
- (B) : 錆の発生が認められる (スポット状の錆が認められる)
- (C) : 錆の発錆はない

補修対象 : ○を付けた装置について補修を行う

●を付けた装置については  
ボルト1本を取り外し、ねじ部チェックを行う。

### 添付3 鉛ダンパーの発錆の補修工事要領

#### 1. はじめに

平成4年10月19日～20日動燃情報センタービル竣工後1年目の定期点検を行った結果、鉛ダンパーの鉛铸造体と鋼板接合部に錆の発生が認められた。

この点検結果に基づき行った補修工事内容及び錆発生原因と今後の対策等について示す。

#### 2. 錆の発生状況

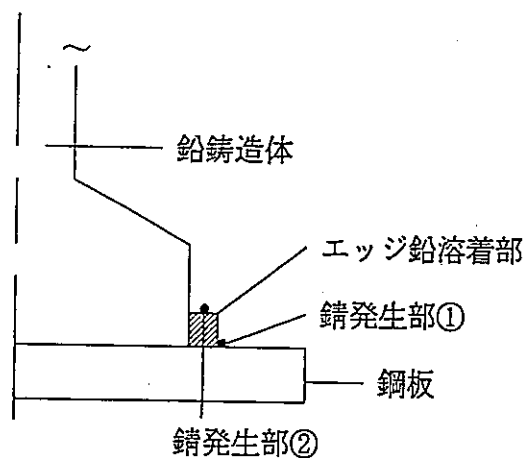
錆の発生が見られたダンパーは54基中、16基であった。錆が多く見られた部分は、次の箇所である。

①鉛溶着部周辺の鋼板

②鉛溶着部（鉛铸造体と鋼板の接着部）

また、ダンパーと鋼板の上、下各接着部を比較すると上部接着部に錆の発生は多く認められた。

錆が発生しているダンパーの位置はバラツキがあり、設置場所と錆の発生の関連は認められない。





### 3. 錆の原因

錆が認められる部分①、②は比較的近い位置であり、原因として次のことが考えられる。

①鉛溶着部周辺鋼板の錆は鋼板の塗装前下地処理が不十分であったため発生したものと思われる。具体的には、電気サンダー等による鋼板ケレン時、柔らかい金属である鉛を傷つける恐れがあったため、鉛溶着部周辺の鉄錆除去が不十分となった。

②鉛溶着部の鉄錆は、上記鋼板の塗装下地処理時に発生する鉄粉が飛散し、その鉄粉が溶着部に付着し発錆した。

### 4. 補修要項

補修は錆の発生が認められるダンパー16基全てを対象とし、次の手順で実施した。

1) 鉄錆除去 (スクレーパー, ヤスリ等)

2) 洗浄・乾燥 (ウエス, ハケ等)

3) 下塗り・乾燥

エポキシ樹脂系プライマー, 刷毛塗 40 mm × 2回

(東亜ペイント製 NEW GARMENT #5000プライマー)

4) 上塗り・乾燥

塩化ゴム系塗料, 刷毛塗 30 mm × 1回

(東亜ペイント製 SRマリン)

### 5. 補修時期

平成4年12月8日

鉄錆の除去は比較的容易であり、16基全てについて上記作業を約3～4時間で完了した。

(作業員2名)

### 6. 今後への知見

鉛ダンパーに発生した錆は、発生状況及び補修時の状況から、化学的なメカニズムに起因するものではなく、鋼板処理が不十分であったこと、つまりダンパー製造工程に問題があったものと考えられる。

このため、今回発生した錆は製造工程の改善、品質管理の強化で再発防止可能であると思われる。具体的には、製造工程上以下の点に注意する。

- 1) 鋼板の塗装前、下地処理を行うとき、電気サンダー等による鋼板ケレンが不十分になりがちな鉛溶着部周辺もペーパー、ワイヤーブラシ、スクレーパなどの手工具も併用し十分に鉄錆除去を行う。
- 2) 塗装下地処理時に、鉛溶着部などに付着した鉄粉は発錆の原因となるので十分に除去する。

また施工工程上、コンクリートの打設時に付着した鉛ダンパー表面の汚れは十分に洗浄する。

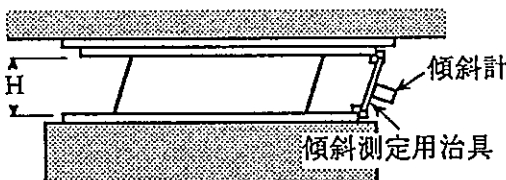
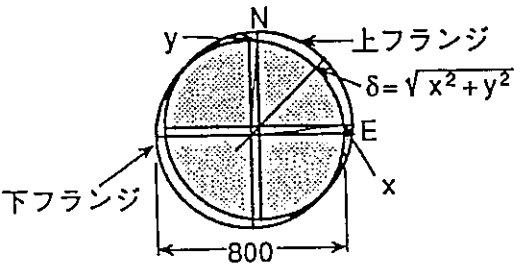
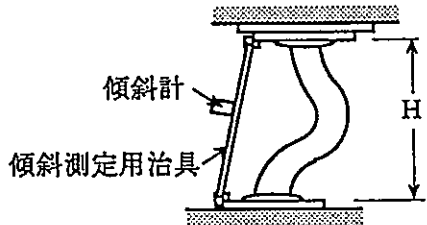
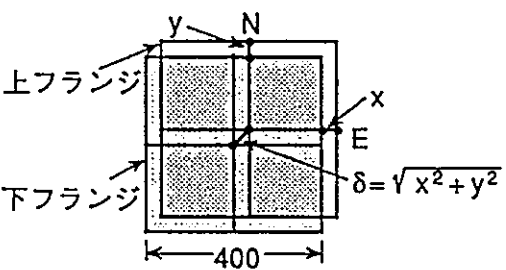
また、鉛ダンパーが長期的に雨にさらされることのないよう留意する必要がある。

# 添付 4 免震装置の水平変位測定精度について

## 1. はじめに

動燃情報センターの定期・臨時点検時には、積層ゴム及び鉛ダンパーの水平変位を、表 1 に示す方法にて傾斜計を用いて計測している。この方法による測定の精度について確認するために、測定精度確認試験を実施した。また、傾斜計の較正試験も実施したので、その結果について以下に示す。

表 1 免震装置の水平変位測定方法

計測項目	計測方法	判定基準
積層ゴム 水平変位量	<p>水平変位とは、積層ゴムの上・下部フランジ間の水平位置関係のずれをいう。測定は積層ゴム上・下部フランジ間の水平変位関係のズレ（角度）を傾斜計にて測定し、フランジ間高さ（H）より変形を算定する。なお、上部フランジの変形向きがNまたはEの時、（+）の記号をつける。</p> 	<p>水平変位量が 5cm以下であること。</p> 
鉛ダンパー 水平変位量	<p>水平変位とは、鉛ダンパーの上・下部フランジ間の水平位置関係のずれをいう。測定は上・下部フランジ間の水平変位関係のズレ（角度）を傾斜計にて測定し、フランジ間高さ（H）より変形を算定する。なお、上部フランジの変形向きがNまたはEの時、（+）の記号をつける。</p> 	<p>水平変位量が 5cm以下であること。</p> 

## 2. 傾斜計の校正試験

### 2.1 目的

傾斜計の較正值の確認を行うために、計器メーカーにおいて傾斜計の校正試験を実施した。

### 2.2 実施日時及び実施場所

○平成3年3月16日(月)午前 10:00～

○パシコエンジニアリング(株) 東京都文京区本駒込6-15-18 パシコビル4階

### 2.3 試験結果

結果を図1、図2に示す。2台の傾斜計A、Bとも基準値と読み値は同値であり、その較正が充分正確であることが確認できた。

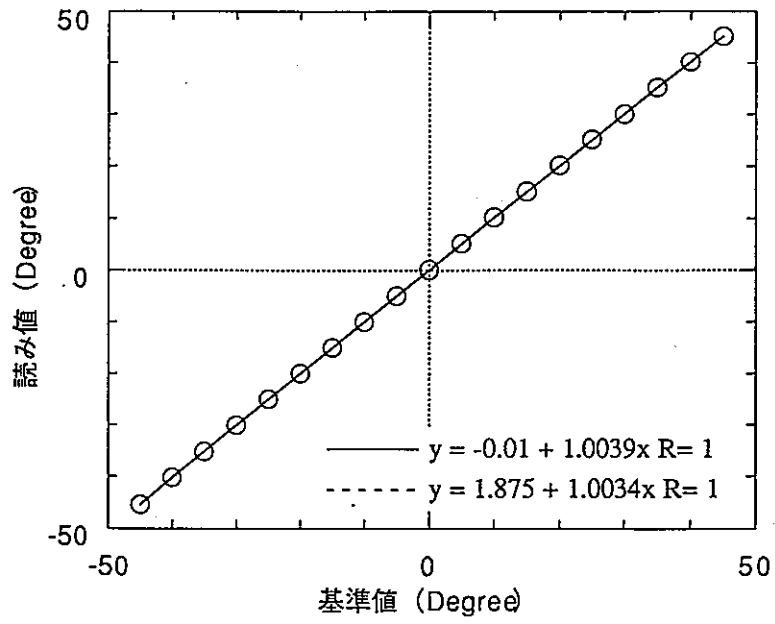


図1 傾斜計Aの較正試験結果 ('92.3.16)

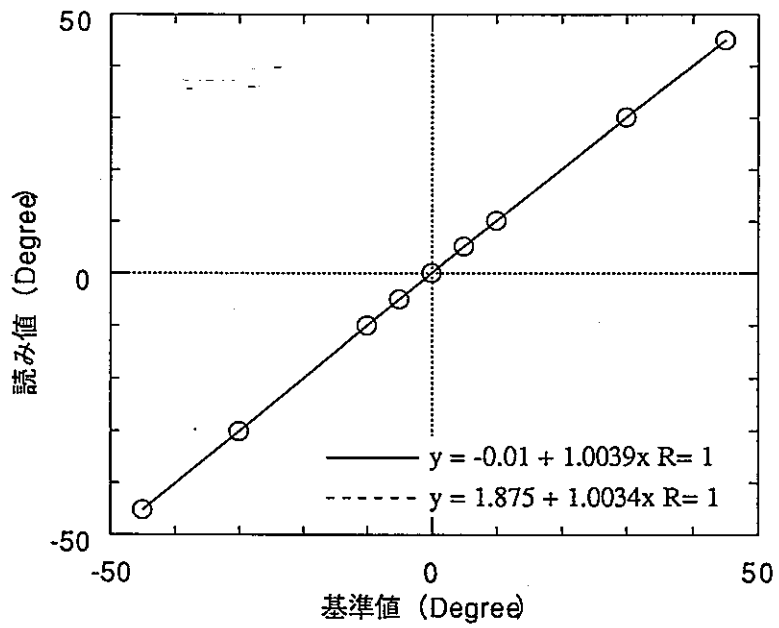


図2 傾斜計Bの較正試験結果 ('92.3.16)

### 3. 測定精度確認試験

#### 3.1 目的

測定精度を確認するために、昭和電線電纜(株)所有の圧縮せん断試験を用い、実際に積層ゴムアイソレータに水平変形を加えて、傾斜計を用いた水平変位測定を行った。なお、試験は複数人数による測定を行った。

#### 3.2 実施日時及び実施場所

- 平成3年3月19日(木)午前 10:00～
- 昭和電線電纜(株) 神奈川県相模原市南橋本4-1-1

#### 3.3 試験方法

水平方向に-110mm～+110mmの間において図3に示すように29ステップで傾斜計による計測を行った。また、計測者は5名とし、試験機に取り付けられたインダクタンس式変位計による計測結果と比較することによって精度の確認を行う。試験体及び試験設備を表2に示す。

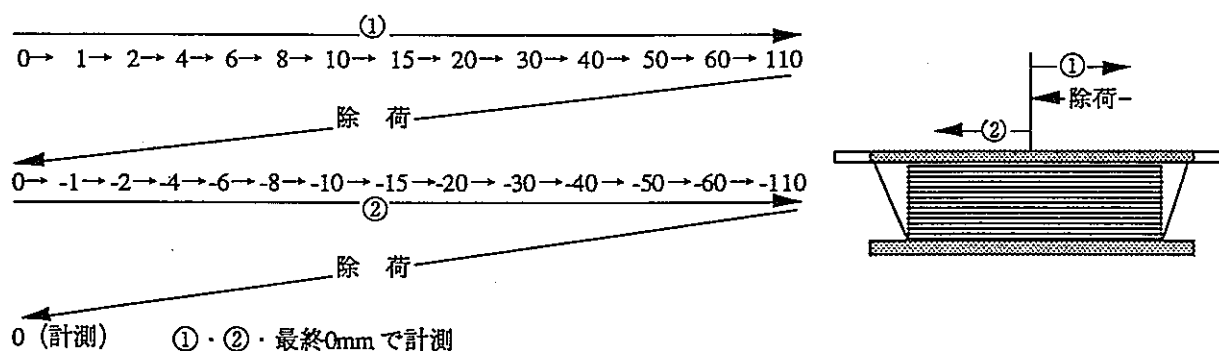


図3 加力・計測ステップ

表2 試験体および試験設備

試験体	600φ積層ゴム：上下フランジプレート外径=1000mm、厚さ25mm (この試験体のフランジプレートは試験機にセットするため、情報センターに設置された製品の上下フランジプレート(外径=900mm、厚さ=25mm)と、外径が100mm異なるが、測定精度確認のためには問題ないと考えられる。)
試験設備	昭和電線電纜(株)所有の圧縮せん断試験機 ①鉛直方向：最大出力500ton、ストローク500mm ②水平方向：押方向最大出力300ton、引方向最大出力140ton ストローク850mm(最大振幅±400mm) 制御速度押方向1mm/sec、引方向2mm/sec ③水平変位計測：インダクタンس式変位計±500mm 1箇所

### 3.4 試験結果

試験結果のデータを表3に、試験結果を図4、図5に示す。積層ゴムアイソレータの水  
平変位60mm以内範囲において、傾斜計を用いた測定方法は誤差±1.6mm以内で測定が可能  
であることが確認できた。

表3 試験結果データ (単位: mm)

	小栗データ		加藤データ		矢富データ		佐藤データ		山野一称原データ		最大誤差	
	変位計読み	傾斜計換算	変位計読み	傾斜計換算	変位計読み	傾斜計換算	変位計読み	傾斜計換算	変位計読み	傾斜計換算		
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
2	1.0	0.0	1.0	0.4	1.0	-0.4	1.0	-0.4	1.0	0.0	1.4	
3	2.0	1.1	2.0	1.4	2.0	0.7	2.0	1.4	2.0	1.1	1.3	
4	4.0	3.2	4.0	3.2	4.0	3.2	4.0	3.2	4.0	3.6	0.8	
5	6.0	5.0	6.0	5.0	6.0	4.7	6.0	5.0	6.0	5.7	1.3	
6	8.0	7.5	8.0	7.2	8.0	6.8	8.0	7.5	8.0	7.9	1.2	
7	10.1	9.6	10.0	9.3	10.0	9.0	10.2	9.3	10.1	9.3	1.1	
8	15.1	14.4	15.2	14.4	15.1	14.0	15.1	14.7	15.2	14.4	1.1	
9	20.1	19.1	20.2	19.1	20.0	19.1	20.0	19.4	20.1	19.4	1.1	
10	30.0	29.8	30.0	29.2	29.8	28.9	30.0	29.2	29.9	30.0	1.1	
11	40.0	39.2	40.1	39.9	40.2	39.2	40.0	39.6	40.0	39.6	1.0	
12	49.9	49.3	50.1	50.1	50.0	49.7	50.0	50.1	49.9	50.1	0.6	
13	59.9	59.3	60.1	60.5	60.1	59.7	60.1	60.1	60.1	60.8	0.7	
14	109.9	111.1	110.1	111.5	109.9	111.1	109.9	111.5	110.1	111.5	(参考)	
15	0.3	-0.7	0.2	0.0	0.2	-0.7	0.3	-0.4	0.3	-0.4	1.0	
16	-1.1	-1.4	-0.8	-0.4	-0.9	-1.4	-0.9	-1.1	-1.0	-1.1	0.5	
17	-1.8	-2.5	-1.8	-2.2	-2.0	-2.9	-1.8	-2.2	-1.8	-2.2	0.9	
18	-4.0	-4.7	-4.0	-4.3	-4.1	-5.0	-3.9	-4.3	-3.9	-4.3	0.9	
19	-5.8	-6.1	-6.0	-5.7	-6.0	-6.8	-5.9	-6.1	-5.9	-6.1	0.8	
20	-7.8	-8.2	-7.9	-7.9	-7.9	-8.6	-7.9	-8.2	-7.8	-7.9	0.7	
21	-10.1	-10.8	-10.1	-10.4	-10.6	-11.1	-9.8	-10.4	-10.2	-10.8	1.1	
22	-14.7	-15.4	-15.1	-15.1	-14.9	-15.8	-14.8	-15.1	-14.8	-15.4	0.9	
23	-20.2	-20.9	-20.3	-20.5	-20.4	-21.2	-20.3	-20.5	-20.2	-20.9	0.8	
24	-29.5	-30.3	-29.5	-30.0	-29.3	-30.3	-29.5	-30.0	-29.4	-30.0	1.0	
25	-40.0	-41.0	-40.2	-40.7	-40.0	-41.4	-39.9	-40.7	-40.1	-40.7	1.4	
26	-50.2	-51.2	-50.2	-50.8	-50.2	-51.6	-50.0	-50.8	-50.1	-50.8	1.4	
27	-60.0	-61.6	-59.8	-61.2	-60.1	-61.6	-59.9	-61.2	-60.1	-61.2	1.6	
28	-110.1	-112.0	-110.3	-111.5	-110.2	-112.5	-110.1	-111.5	-110.1	-111.5	(参考)	
											最大値	1.6
											平均値	1.0
											標準偏差	0.3

はその計測ステップにおいて誤差が最大のものを示す。

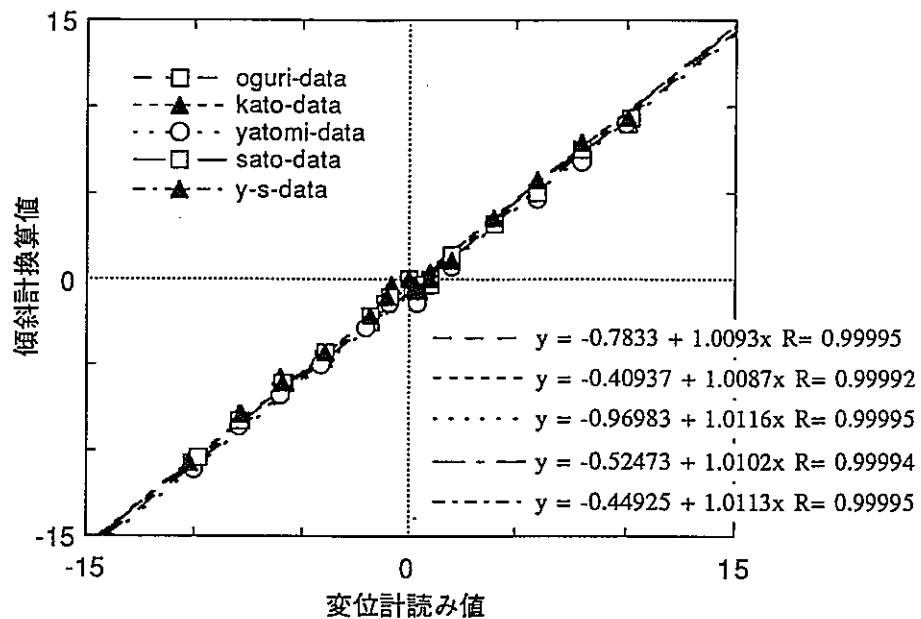


図4 測定精度確認試験結果  
(最大15mmまでのデータ)

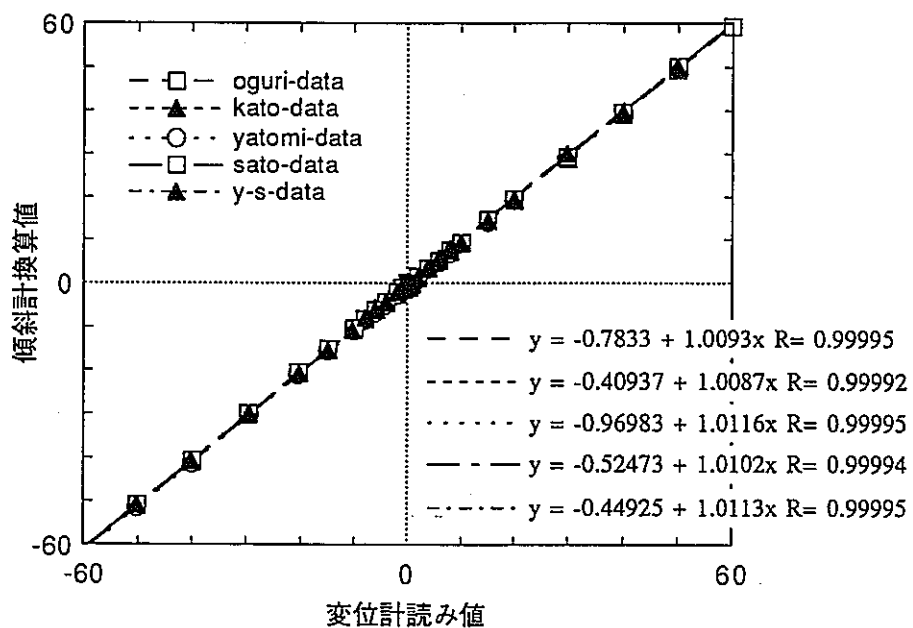


図5 測定精度確認試験結果  
(最大60mmまでのデータ)



#### 4. 傾斜計の較正試験（竣工後1年目の定期点検時）

##### 4.1 目的

竣工後1年目の定期点検を行うにあたり、傾斜計の較正值の確認を行うために、計器メーカーにおいて傾斜計の較正試験を実施した。なお、この傾斜計の較正試験は、今後、定期・臨時点検を行う際、前もって実施することとする。

##### 4.2 実施日時及び実施場所

○平成4年11月25日

○パシコエンジニアリング(株) 東京都文京区本駒込6-15-18 パシコビル4階

##### 4.3 試験結果

結果を図6, 図7に示す。2台の傾斜計A, Bとも計器に異状無く、読み値に補正を加える必要がないことが判った。

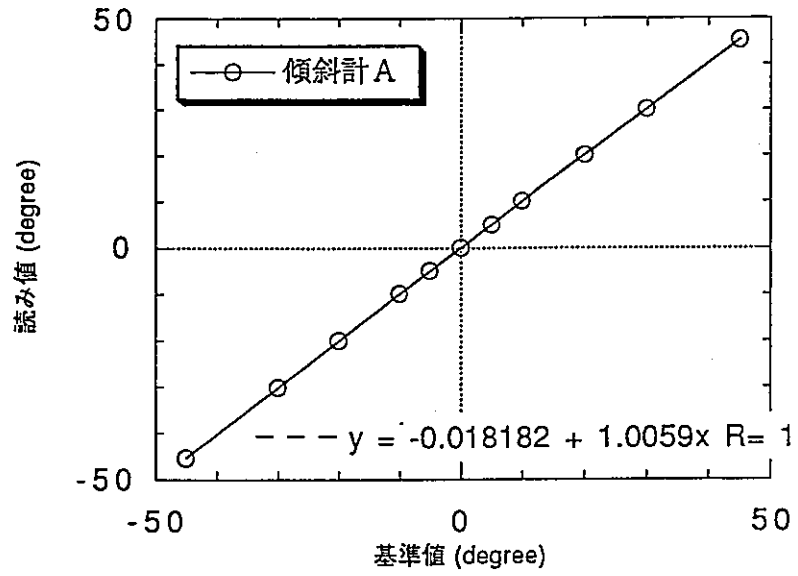


図6 傾斜計Aの較正試験結果 ('92.11.25)

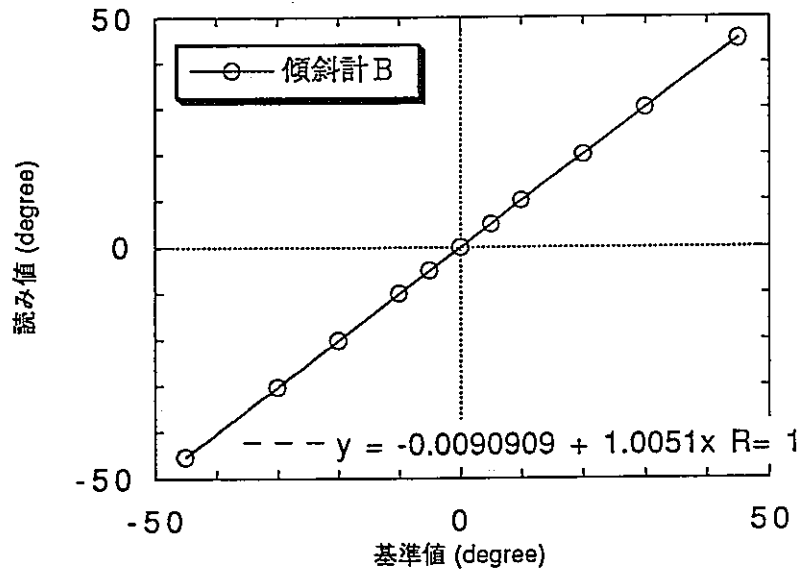


図7 傾斜計Bの較正試験結果 ('92.11.25)

## 添付 5 別置き試験体の温度影響の検討

### 添付 5 - 1 別置き試験体軸力への温度影響の一検討

#### 1. 検討目的

動燃情報センタービルに用いられている免震装置の経年変化のデータを採るため、地下部に免震装置の「別置き試験体」が設置されている。同試験体には、油圧ポンプにより、常時、所定の軸力（282ton）を与えることとしている。

試験体設置後、これまでの点検の際に軸力を管理項目の一つとして、いずれも所定軸力の±30%以内に収まるよう、軸力を修正してきた。

このような軸力変動の原因の一つとして、温度変化が挙げられる。そこで、温度変化による軸力変動の影響を把握することを目的に検討を行うこととした。実装置と別置きの荷重条件の違いとして、次のことが挙げられる。（図 1 参照）

- ①実建家は、積層ゴムアイソレータの温度による変形に追従するので、積層ゴムアイソレータ軸力に変動はない（荷重一定）と考えられる。
- ②別置き試験体は、P C 鋼棒により上下部が固定されているため、積層ゴムアイソレータの温度による変形は拘束され、軸力に変動がでる。

ここでは、別置き試験体軸力への温度影響に着目し、簡単な仮定モデルによる検討を行った。検討結果は以下の通りである。

#### 2. 検討仮定条件

仮定 1：温度による影響は、ゴムの鉛直方向の線膨張のみを考える。

仮定 2：ゴム内部の温度分布は一様、鉛直剛性は一定とする。

仮定 3：ゴムの線膨張率は、一定値（ $77 \times 10^{-6}$ ）\*とする。

\* 理科年表による：16.7～25.3℃のとき  $77 \times 10^{-6}$

仮定 4：ゴム、P C 鋼棒以外の部材は、剛とみなす。

### 3. 変動軸力の誘導

温度による変動軸力 $\Delta P$  (ton)を以下に誘導する。

・積層ゴムアイソレータの温度膨張量

$$\Delta h_r' = \beta h_r \Delta T \quad \dots\dots (1)$$

$\Delta h_r'$  : 積層ゴムアイソレータの温度膨張量 (cm)

$\beta$  : 体積膨張率

(ゴムの各層は上下が拘束されており、また、ポアソン比はほぼ0.5であるため、ここでは体積膨張率を用いる。等方性固体のとき、体積膨張率は線膨張率の3倍となる。)

$h_r$  : ゴム総厚 (cm)

$\Delta T$  : 温度変化量 (°C)

・積層ゴムアイソレータの釣り合い式

$$\Delta P = K_r \Delta h_r \quad \dots\dots (2)$$

$K_r$  : 積層ゴムアイソレータの剛性 (ton/cm)

$\Delta h_r$  : 積層ゴムアイソレータの縮み量 (cm)

$$\Delta h_r = \Delta h_r' - \Delta h_p \quad \dots\dots (3)$$

$\Delta h_p$  : PC鋼棒の伸び量 (cm)

・PC鋼棒の釣り合い式

$$\Delta P = K_p \Delta h_p \quad \dots\dots (4)$$

$K_p$  : PC鋼棒の剛性 (ton/cm)

$\Delta h_p$  : PC鋼棒の伸び量 (cm)

(1) ~ (4) 式より、

$$\Delta h_r = \frac{K_p}{K_r + K_p} \Delta h_r'$$

$$\Delta P = \frac{K_r K_p}{K_r + K_p} \beta h_r \Delta T$$

$$\therefore \Delta P = K_r \times \frac{1}{1 + \frac{K_r}{K_p}} \beta h_r \Delta T$$

..... (5)

(5) 式に数値を代入すると以下のようになる。

・  $K_r$  : 2体直列の積層ゴムアイソレータの剛性

$$K_r = 1700/2 \quad (\text{積層ゴムアイソレータ1体の設計公称鉛直剛性 } 1700\text{ton/cm})$$

$$\therefore K_r = 850(\text{ton/cm})$$

・  $K_p$  : 8本分のPC鋼棒 ( $\phi 26$ ) の剛性 (ton/cm)

$$K_p = \frac{8 \times (1.3^2 \pi) \times 2100}{115.08} \quad (\text{PC鋼棒の長さ } 115.08\text{cm})$$

$$\therefore K_p = 775.08(\text{ton/cm})$$

・  $\beta$  : 体積膨張率

$$\beta = 3 \times 77 \times 10^{-6}$$

$$\therefore \beta = 0.000231 (1/^\circ\text{C})$$

・  $h_r$  : ゴム総厚 (cm)

$$h_r = 0.65\text{cm} \times 18\text{層} \times 2\text{体}$$

$$\therefore h_r = 23.4\text{cm}$$

$$\Delta P = 850 \times \frac{1}{1 + \frac{850}{775.08}} \times 0.000231 \times 23.4 \times \Delta T$$

$$\therefore \Delta P (\text{ton}) = 2.19 \Delta T (^\circ\text{C}) \quad \dots\dots (6)$$

[参考]

PC鋼棒を剛とした場合は次のようになる。

(5) 式において、 $K_p \rightarrow \infty$  とすれば、

$$\Delta P = K_r \times \beta h_r \Delta T$$

$$\Delta P = 850 \times 0.000231 \times 23.4 \times \Delta T$$

$$\therefore \Delta P (\text{ton}) = 4.59 \Delta T (^\circ\text{C}) \quad \dots\dots (7)$$

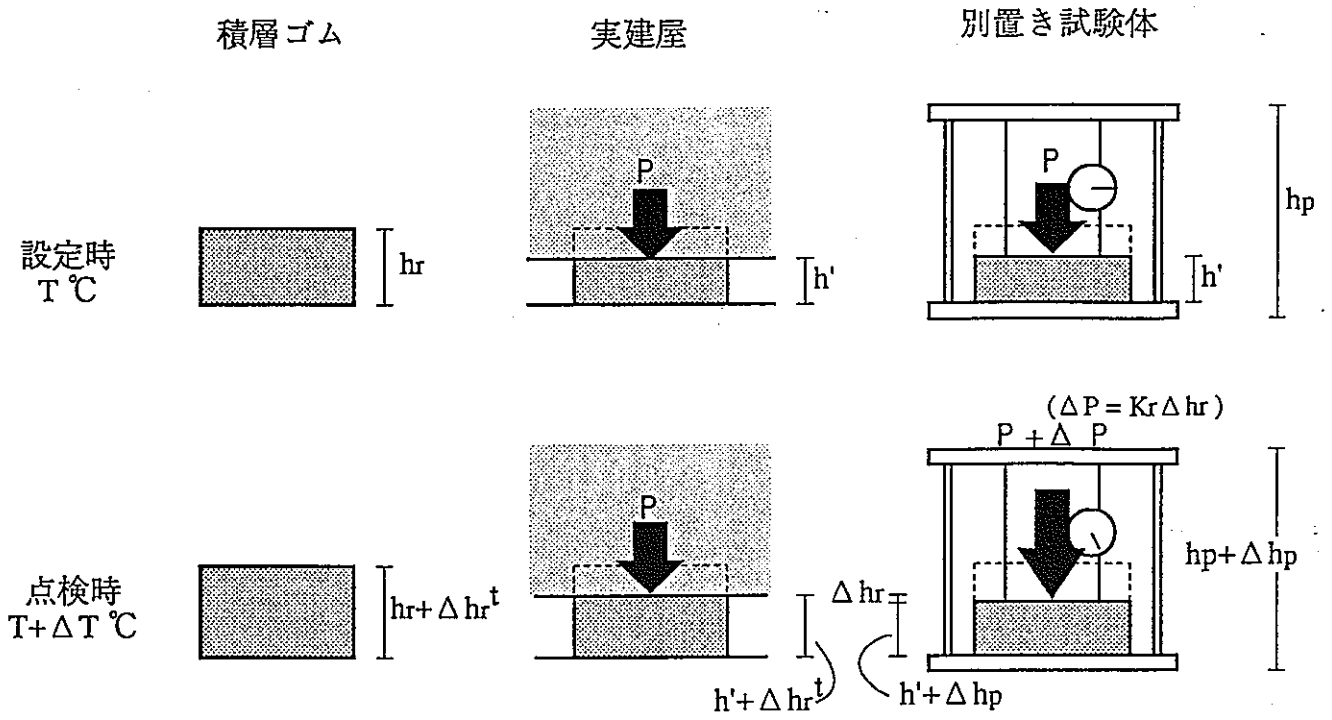


図1 荷重条件の相違

#### 4. 計算結果

(6) (7) 式による地下部の平均気温を13℃と仮定し、そのときの軸力を 282 t に設定したときの変動軸力と温度変化の関係を図2に示す。

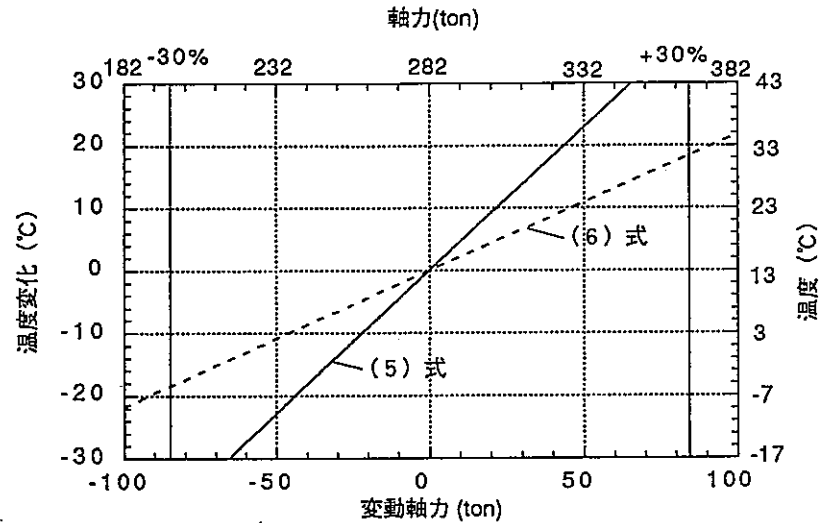


図2 変動軸力と温度変化

#### 5. 考察

本検討結果の範囲において、次のことが言える。

- ① 温度変化は、別置き試験体の軸力変動に影響の大きい要因の一つと考えられる。
- ② 地下階の気温の変動幅は不明であるが、仮に気温の変動を10℃～20℃だとすると、温度の軸力への影響は、所定軸力（282ton±30%）以内である。

#### 6. 今後に対する所感

- 実際の軸力変動と温度の相関関係を把握するには、少なくとも、情報センタービル地下部の1日の温度変化、1年の温度変化のデータが必要である。
- 別置き試験体の軸力管理は、現在のところ、点検の都度修正しているが、軸力が温度で刻々と変動するものとするれば、所定軸力（282ton±30%）以内にあることを確認するだけで、修正の必要はないという考え方も出来る。別の言い方をすれば、軸力修正の基準を温度と関係付けて設定する必要もありそうである。
- 実建家の積層ゴムアイソレータと別置き試験体の積層ゴムアイソレータの軸力条件の相違を、別置き試験体設置の目的と照らし合わせ、今後のデータの採り方や維持管理の方法に対する考え方を整理する必要がある。

点検シート No. 6 別置き試験体の軸力管理表

	年・月・日	荷重	気温	修正後荷重	点検者
初期軸力導入時	91・9・16	290 ton	℃	285 ton	小栗慎祐
	備考 30分後に 275 tonまで落ちていたため 285 tonに修正。 .....				
初期軸力導入翌日	91・9・17	277 ton	℃	282 ton	小栗慎祐
	備考 朝・昼・夕と3回軸力を調整したため、ほぼ 282 tonに ..... 安定する。				
初期軸力導入 1ヶ月後	91・10・24	258 ton	℃	282 ton	小畑益彦
	備考 .....				
臨時点検時	91・12・18	290 ton	13℃	290 ton	小畑益彦
	備考 .....				
日常点検時 (竣工後 0.5年)	92・3・13	290 ton	13℃	290 ton	寺田修司
	備考 .....				
定期点検時 (竣工後 1年)	92・10・19	297 ton	19℃	290 ton	古村利幸
	備考 .....				
立ち寄り点検時	92・11・26	272 ton	16℃	290 ton	中村 嶽
	備考 .....				
維持管理打合時	92・12・8	288 ton	15.5℃	— ton	中村 嶽
	備考 .....				
	・	ton	℃	ton	
	備考 .....				



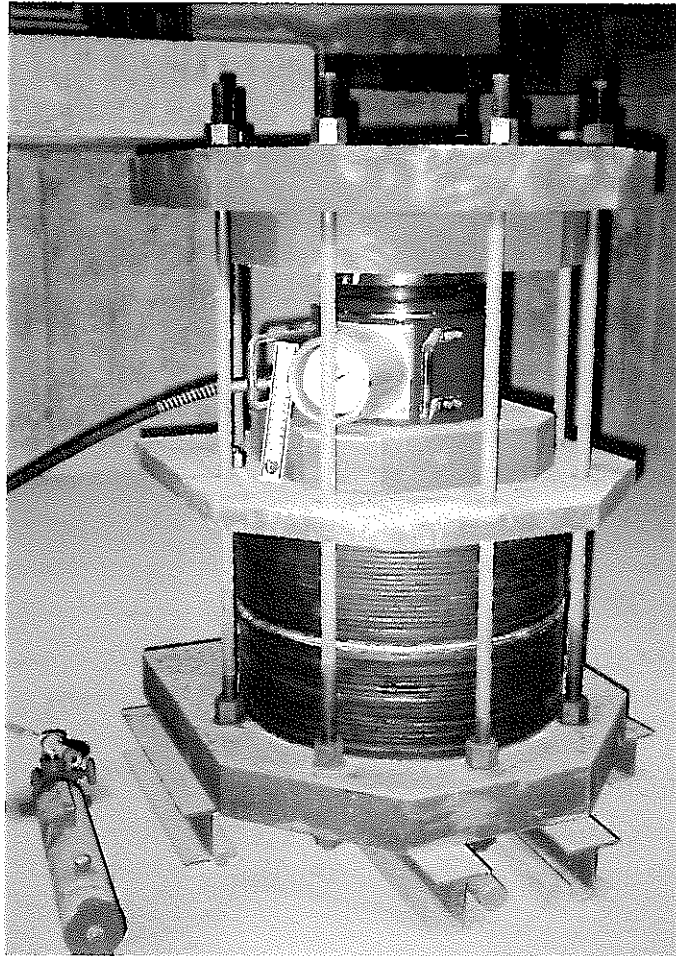


写真 別置き試験体外観

免震構造に関する研究 正会員○ 森 年和 \*  
(その5: 標準積層ゴムの高さ変化) 同 柳沢 延房 \*

1. はじめに 本報告は、1990年4月に免震化された建物の積層ゴムについて、その高さ変化を取り付け後1年間に渡って追跡調査し、その結果について述べたものである。免震建物では建物竣工後、日常、定期、臨時の各点検が維持管理上要求されている。本調査は、免震建物の維持管理における基礎資料を提供するものであり、クリープによる沈下が、建物設計上許容される範囲を越えるものではないことを確認するものである。

2. 積層ゴムの設置概要 本積層ゴムは天然ゴムを主成分とし、口径は900mmで、この種のものとしては大口径である。ゴム層厚は8.5mm、ゴム総数は19、1次と2次の係状形数は、それぞれ23.5と5.6である。本積層ゴムは、鉄筋コンクリート造3階建て建物の基部に設置され、取り付け個数は10機となっている。積層ゴムに加わる常時軸力は、建物の隅角部で約120tf、中央部で約180tfであり、面圧換算ではそれぞれ19kgf/cm<sup>2</sup>と30kgf/cm<sup>2</sup>となる。積層ゴムは建物完成後、建物のジャッキアップにより取り付けられた。図-1に積層ゴムの配置と常時軸力を示す。

3. 測定方法 測定は、図-2に示すように、積層ゴム取り付け用フランジを除いた積層ゴム部の高さを対象とし、フランジ側面に付した印の位置で行った。測定間隔は積層ゴム取り付け後2週間毎、時間は午後2時とし、高さ測定時の環境温度も測定した。ノギスは測定長300mm、精度1/20mmのものを使用した。

4. 測定結果 フランジ間高さ経過日数との関係を図-3に、および同関係を取り付け初期値に対し見たものを図-4に示す。図-5にはフランジ間高さを環境温度について表したものを、図-6には同図の関係を前回の測定に対し表したものを示す。また、積層ゴム伸縮計算一覧を表-1に、20℃換算時のフランジ間高さの経日変化を図-7に示す。以上の図表等により考察すれば、概略次のようになる。

積層ゴムの高さは、10機ともほぼ同一の挙動を示し、その変化は環境温度と連動したものとなった。また同高さは、環境温度が高くなると増加し、低くなると減少する傾向を示した。取り付け初期値よりの変化も同様の傾向となり、建物の南面(X4通り)と北面(X3通り)による違いは殆ど見られなかった。夏と冬では、最大で±1.2mm程度の動きとなった。隅角部の面圧の小さい積層ゴム(X3, X4のY1, Y5)では、環境温度変化に対し、伸びやすく縮みにくくなった。

積層ゴムの高さ変化と環境温度はほぼ比例関係にあり、その近似直線も、取り付け6ヶ月の上半期と以後の下半期においてはほぼ重なった。積層ゴムの伸縮は、温度変化がもたらす体積膨張と鉛直剛性の変化によるものと、クリープによるものとの和として表-1のように計算され、その結果は図-5に示すようなものとなった。これによると、計算による推定直線は実測によるものを下回っており、実際におけるクリープの影響が非常に小さいことがわかった。また、温度勾配も実測によるもの(0.0787mm/℃)が計算によるもの(0.0384mm/℃)を越えており、積層ゴム自体の温度が環境温度とは異なるものであることを示した。積層ゴムはその蓄熱作用により、夏期は吸熱、冬期は放熱し、その度合いは両勾配からみる限り、環境温度に比例したものと見える。前回との関係で温度直線を捉えると、その勾配はほぼ伸縮計算による値に

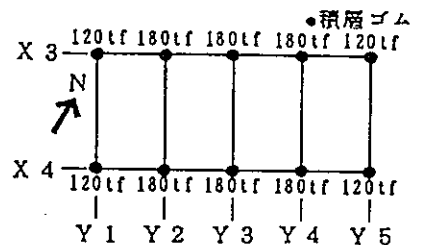


図-1 積層ゴムの配置と常時軸力

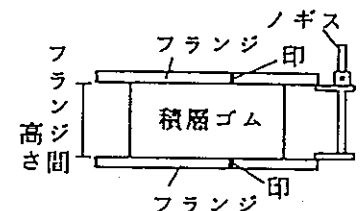


図-2 測定概要

Study on the development of base isolation system.

(Part5: Follow-up study on height variation of laminated natural rubber bearing.)

2327

Mori Toshikazu et al.

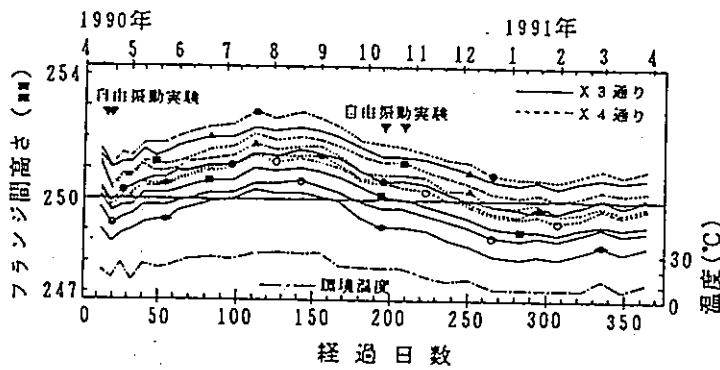


図-3 フランジ間高さの経日変化

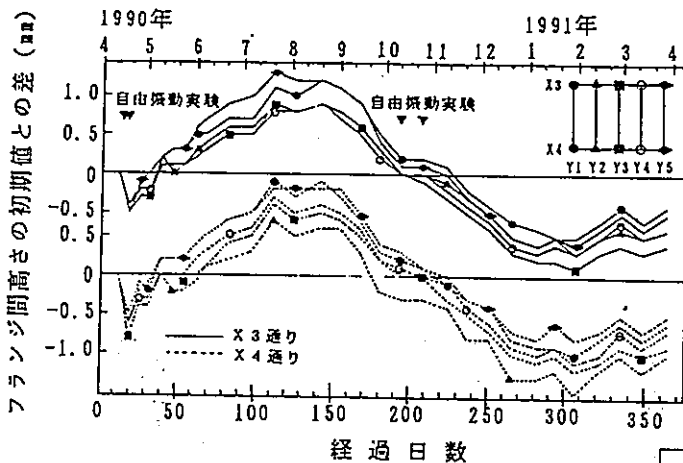


図-4 フランジ間高さの経日変化 (初期値に対して)

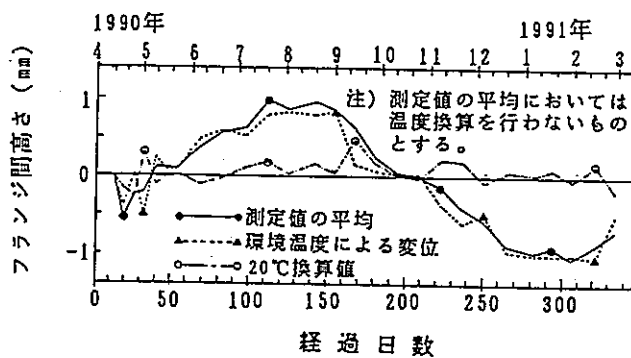


図-7 フランジ間高さの経日変化 (20°C換算)

近いもの(0.0350mm/°C)となり、蓄熱効果が2週間程度ではそれほど現れていないことがわかった。実測による温度勾配で20°C換算したのによると、取り付け1年後のクリープはほぼ零に近いものと推定される。

5. まとめ 積層ゴムの高さ変化は環境温度に大きく影響され、面圧の小さいもの(19 kgf/cm<sup>2</sup>)では、その沈み込みが小さくなる傾向を示した。また、その伸縮は蓄熱効果によるところが大きく、その高さ変化を、環境温度と膨張係数により推定することは困難であることがわかった。面圧の小さい積層ゴム(30 kgf/cm<sup>2</sup>)では、そのクリープが、クリープ試験結果(面圧70 kgf/cm<sup>2</sup>)より推定したものに比べ小さく、クリープが必ずしも面圧に比例していないことがわかった。1年後のクリープは許容値(ゴム総厚の5%で8.1mm)以内であることが確認された。おわりに、本調査にあたりご協力を頂いた諸氏に厚く感謝の意を表します。

5. まとめ 積層ゴムの高さ変化は環境温度に大きく影響され、面圧の小さいもの(19 kgf/cm<sup>2</sup>)では、その沈み込みが小さくなる傾向を示した。また、その伸縮は蓄熱効果によるところが大きく、その高さ変化を、環境温度と膨張係数により推定することは困難であることがわかった。面圧の小さい積層ゴム(30 kgf/cm<sup>2</sup>)では、そのクリープが、クリープ試験結果(面圧70 kgf/cm<sup>2</sup>)より推定したものに比べ小さく、クリープが必ずしも面圧に比例していないことがわかった。1年後のクリープは許容値(ゴム総厚の5%で8.1mm)以内であることが確認された。おわりに、本調査にあたりご協力を頂いた諸氏に厚く感謝の意を表します。

\* 日本国土開発(株)技術研究所

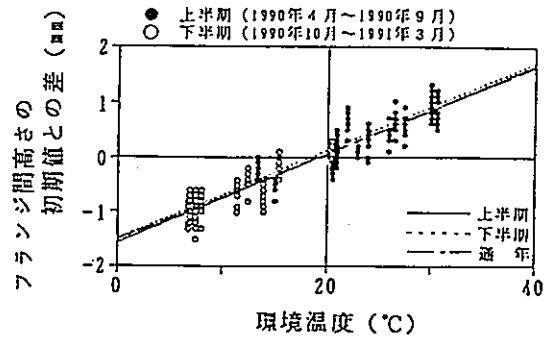


図-5 フランジ間高さとの差と環境温度の関係

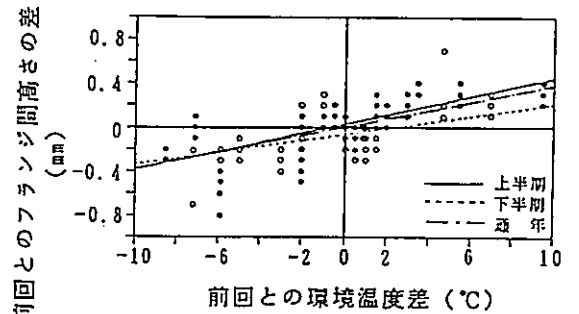


図-6 フランジ間高さとの差と環境温度の関係 (前回の測定に対して)

表-1 積層ゴム伸縮計算一覧

部 位	ゴ ム	鋼 板
膨 張 係 数 $\alpha$ (1/°C)	$77.0 \times 10^{-6}$	$11.0 \times 10^{-6}$
70kg <sup>2</sup> 内のり間における総厚 H (mm)	162	102
積層系下における伸縮係数 <sup>*)</sup> $\beta$ H (mm/°C)	0.0374	0.00337
$\Sigma \beta H$ (mm/°C)	0.0408	
体積膨張による伸縮量 <sup>*)</sup> $\Sigma \beta H \cdot \Delta T$ (mm)	5°C	-0.612
	20°C	0
	35°C	0.612
100%伸長時の引張応力 度比 <sup>*)</sup>	5°C	1.06
	20°C	1.00
	35°C	0.962
鉛 直 剛 性 <sup>*)</sup> 7 K <sub>0</sub> (t/cm)	5°C	2760
	20°C	2600
	35°C	2500
剛性変化による伸縮量 <sup>*)</sup> $\frac{P}{K_0} (1 - \frac{1}{\gamma})$ (mm)	5°C	0.0414
	20°C	0
	35°C	-0.0289
クリープによる伸縮量 <sup>*)</sup> (mm)	6ヶ月	-1.34
	12ヶ月	-1.45
総 伸 縮 量 <sup>*)</sup> (mm)	5°C	-2.02
	20°C	-1.45
	35°C	-0.867

注) \*)  $\beta$  は体積膨張係数とし、等方性弾体のとき  $\beta = 3\alpha$  とする。  
 \*)  $\Delta T$  は基準温度(20°C)との温度差とする。  
 \*) ゴム耐久性試験結果による。  
 \*) K<sub>0</sub> は基準温度における鉛直剛性で2600t/cmとする。  
 \*) P は積層ゴムに加わる軸力190tとする。  
 \*) 面圧 70kgf/cm<sup>2</sup> のクリープ試験結果より、クリープが面圧に比例するとして推定した、面圧 30kgf/cm<sup>2</sup> のもとの値とする。  
 \*) 一年経過後の総伸縮量とし、積層ゴム取り付け時の環境温度は20°Cとする。

[仮定] 土圧計の鉛直剛性は非常に剛で、油の移動、体積膨張による変形は無いものとし、環境温度による軸力の変化は、積層ゴムのゴム部と加力治具の P C 鋼棒の伸縮によるものとする。積層ゴムに与える設定軸力 P は 290t とする。

1. 積層ゴムの環境温度変化の検討

・積層ゴムの鉛直剛性

積層ゴム（設計鉛直剛性 1,700t/cm） 2 個直列の鉛直剛性  $K_g$  は、

直列バネ： $K_g = 850\text{t/cm}$  となる。

(参) 積層ゴムの鉛直剛性（初期値）

NO.695： $K_1 = 1788.6\text{t/cm}$

NO.696： $K_2 = 1795.7\text{t/cm}$

積層ゴム 2 個直列の鉛直剛性  $K_g$  は、

直列バネ： $K_g = K_1 \times K_2 / (K_1 + K_2) = 896\text{t/cm} \doteq 900\text{t/cm}$

・温度変化による積層ゴムの変形量

ゴムの線膨張係数： $\alpha_g = 77 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ （理科年表値）

積層ゴムのゴムの総厚： $H = 11.7\text{cm}$ で、積層ゴム 2 個直列の温度による伸縮係数： $\beta_g = 3 \alpha_g \times 2 H = 0.005406\text{cm}/^\circ\text{C}$

温度変化  $\Delta t$  ( $^\circ\text{C}$ ) による積層ゴム 2 個直列の変形量： $\Delta \ell_g = \beta_g \times \Delta t$

2. 加力治具の P C 鋼棒の環境温度変化の検討

・P C 鋼棒の鉛直剛性

P C 鋼棒 ( $d_s = 26\text{mm} \phi \rightarrow A_s = 5.309\text{cm}^2$ ,  $\ell_s = 115.08\text{cm}$ ) 8 本の鉛直剛性  $K_s$  は

$K_s = 8 \times E A_s / \ell_s = 8 \times (2.1 \times 10^3 \text{ t/cm}^2) \times 5.309\text{cm}^2 / 115.08\text{cm}$   
 $\doteq 775\text{t/cm}$

(参) P C 鋼棒の応力： $\sigma = P / (8 \times A_s) = 290\text{t} / 42.47\text{cm}^2 = 6.83\text{t/cm}^2$

・温度変化による P C 鋼棒の変形量

P C 鋼棒の線膨張係数： $\alpha_s = 11 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

P C 鋼棒の温度による伸縮係数： $\beta_s = \alpha_s \times \ell_s$

$= 0.001266\text{cm}/^\circ\text{C}$

温度変化  $\Delta t$  ( $^\circ\text{C}$ ) による P C 鋼棒の変形量： $\Delta \ell_s = \beta_s \times \Delta t$

### 3. 加力治具に設置された別置き試験体の軸力変化

PC鋼棒と積層ゴムは並列バネを形成し、温度変化 $\Delta t$ による伸び量を $\Delta \delta$ とすると、軸力変動は以下となる。

積層ゴムに作用する圧縮力の変動： $\Delta C = -K_g \times \Delta \delta$

PC鋼棒に作用する引張力の変動： $\Delta T = K_s \times \Delta \delta$

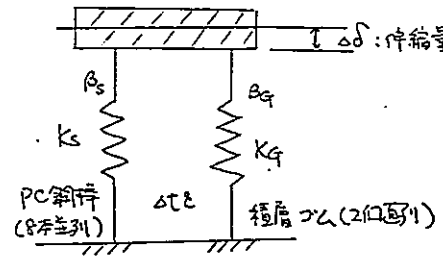
また、温度変化 $\Delta t$ による伸縮量 $\Delta \delta$ は

積層ゴムについて  $\Delta \delta = \beta_g \times \Delta t - \Delta C / K_g$

$$\therefore \Delta C = K_g (\beta_g \times \Delta t - \Delta \delta) \dots\dots ①$$

PC鋼棒について  $\Delta \delta = \beta_s \times \Delta t + \Delta T / K_s$

$$\therefore \Delta T = -K_s (\beta_s \times \Delta t - \Delta \delta)$$



$$\begin{aligned} \Delta C = \Delta T \text{より} \quad K_g (\beta_g \times \Delta t - \Delta \delta) &= -K_s (\beta_s \times \Delta t - \Delta \delta) \\ - (K_g + K_s) \Delta \delta &= - (K_g \cdot \beta_g + K_s \cdot \beta_s) \Delta t \\ \therefore \Delta \delta &= (K_g \cdot \beta_g + K_s \cdot \beta_s) \Delta t / (K_g + K_s) \end{aligned} \dots\dots ②$$

$$\begin{aligned} \text{②を①に代入して、} \Delta C &= K_g (\beta_g \times \Delta t - (K_g \cdot \beta_g + K_s \cdot \beta_s) \times \\ &\quad \Delta t / (K_g + K_s)) \\ \therefore \Delta C &= K_g \cdot K_s \times (\beta_g - \beta_s) \Delta t / (K_g + K_s) \end{aligned} \dots\dots ③$$

$$\begin{aligned} \text{③より} \quad \Delta C &= \frac{850\text{t/cm} \times 775\text{t/cm}}{850\text{t/cm} + 775\text{t/cm}} \times (0.005406\text{cm}/^\circ\text{C} - 0.001266\text{cm}/^\circ\text{C}) \Delta t \\ &= \underline{1.68\text{t}/^\circ\text{C}} \times \Delta t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{②より} \quad \Delta \delta &= \frac{850\text{t/cm} \times 0.005406\text{cm}/^\circ\text{C} + 775\text{t/cm} \times 0.001266\text{cm}/^\circ\text{C}}{850\text{t/cm} + 775\text{t/cm}} \times \Delta t \\ &= \underline{0.00342 \text{ cm}/^\circ\text{C}} \times \Delta t \end{aligned}$$

(参1) ③において $K_s \rightarrow \infty$ 、 $\beta_s \rightarrow 0$  (完全拘束) の場合には、

$$\begin{aligned} \Delta C &= K_g \times \beta_g \times \Delta t \\ &= 850\text{t/cm} \times 0.005406\text{cm}/^\circ\text{C} \times \Delta t \\ &= \underline{4.595\text{t}/^\circ\text{C}} \times \Delta t \end{aligned}$$

(参2) ③において $\beta_s \rightarrow 0$  (PC鋼棒の温度伸縮を無視) の場合には、

$$\begin{aligned} \Delta C &= \frac{850\text{t/cm} \times 775\text{t/cm}}{850\text{t/cm} + 775\text{t/cm}} \times (0.005406\text{cm}/^\circ\text{C}) \Delta t \\ &= \underline{2.192\text{t}/^\circ\text{C}} \times \Delta t \end{aligned}$$

[資料] 別置き試験体の軸力値 (基準値 : 290t )

臨時点検時 (小畑)	91.12.18	気温13℃	290t		
日常点検時 (寺田) (約3か月後)	92. 3.13	気温13℃	290t	温度変化 0℃	軸力変化 0t
定期点検時 (古村) (約7か月後)	92.10.19	気温19℃	297t	温度変化 6℃	軸力変化 7t ( <u>1.2t/℃</u> )
立寄点検時 (中村) (約6週間後)	92.11.26	気温16℃	272t	温度変化 3℃	軸力変化18t ( <u>6.0t/℃</u> )
維持管理打 合時 (中村) (約2週間後)	92.12. 8	気温15.5℃	288t	温度変化 0.5℃	軸力変化 2t ( <u>4.0t/℃</u> )

[参考] 土圧計メーカーによる温度変化の試験結果

G型土圧計DG-10についての試験

霧囲気温度	: 50.9℃	→ 64.7℃	( 13.8℃ )
土圧計表面温度	: 34.4℃	→ 44.0℃	( 9.6℃ )
軸力	: 49.2t	→ 54.5t	( 5.3t )

軸力変化 :  $5.3t / 9.6℃ = \underline{0.55t / ℃}$

## 添付 6 エキスパンション部ラバープレート改修について

### 1. エキスパンション部ラバープレートの現状

- 当初の設計図と実際のものとは異なっている。(図1 写真参照)
- 現状のラバープレートでは、上端下端とも固定されているため、比較的大きな地震による建物の変形に追従できず、ラバープレートの固定部分に破損を生ずる恐れがある。

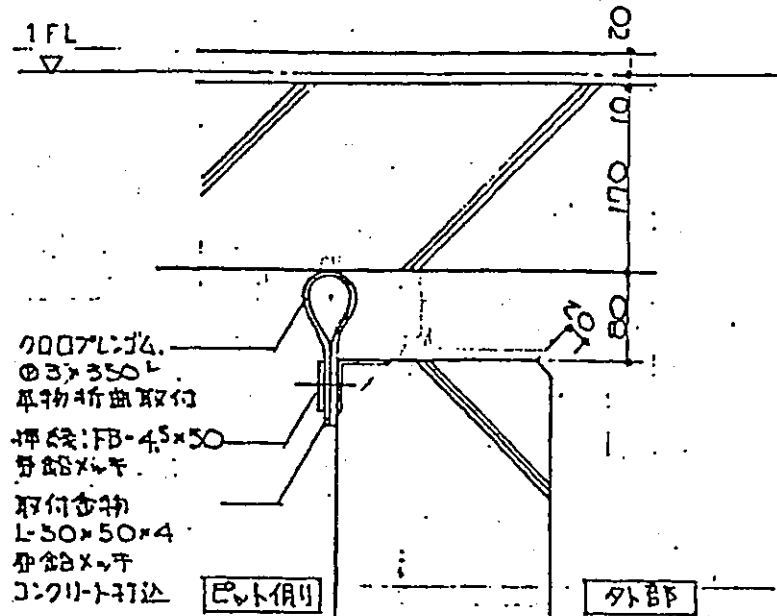
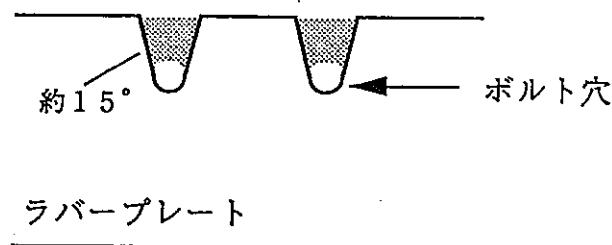


図1 設計図によるエキスパンション部

### 2. 改修案

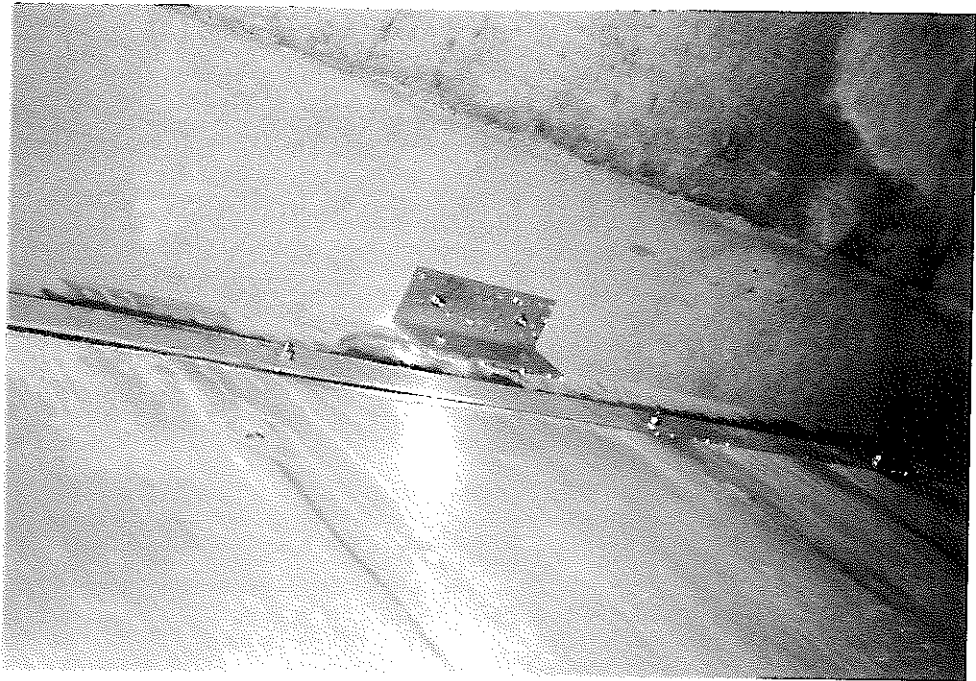
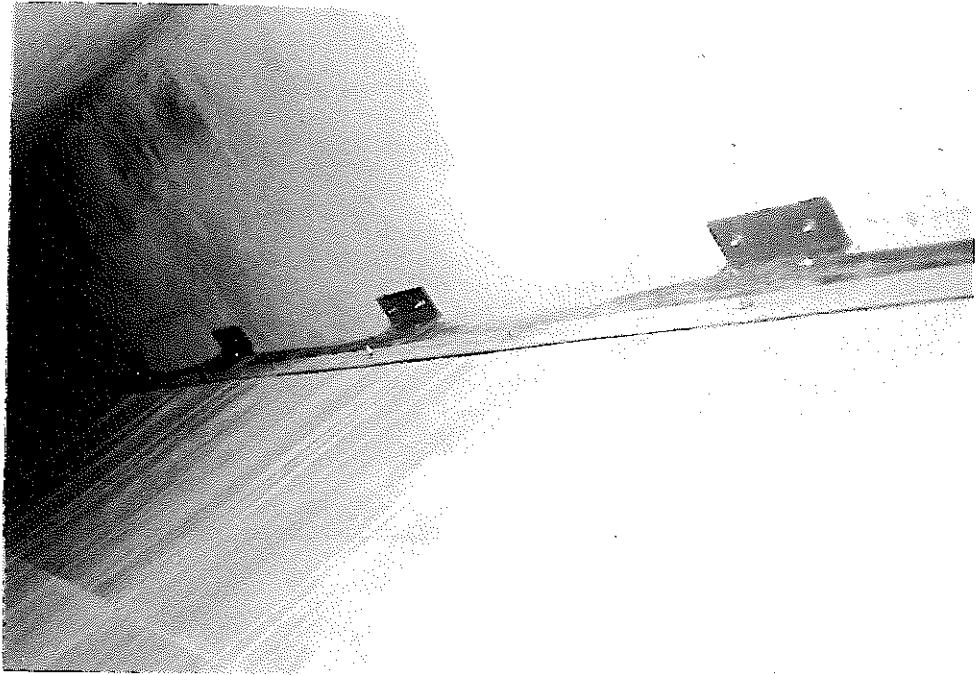
提 案：「ラバープレート取付けボルト穴部に切欠きを入れ（図2参照）、大変形時にラバープレートが上部取付け部より抜ける程度のトルクでボルトを締めつけておく。」

提案理由：○現状の最小限の処置で有効な改善効果が期待できる。  
○大変形時にラバープレートが上部取付けから抜けるため、ラバープレートの損傷を回避できる。



■ 新たにカットする部分

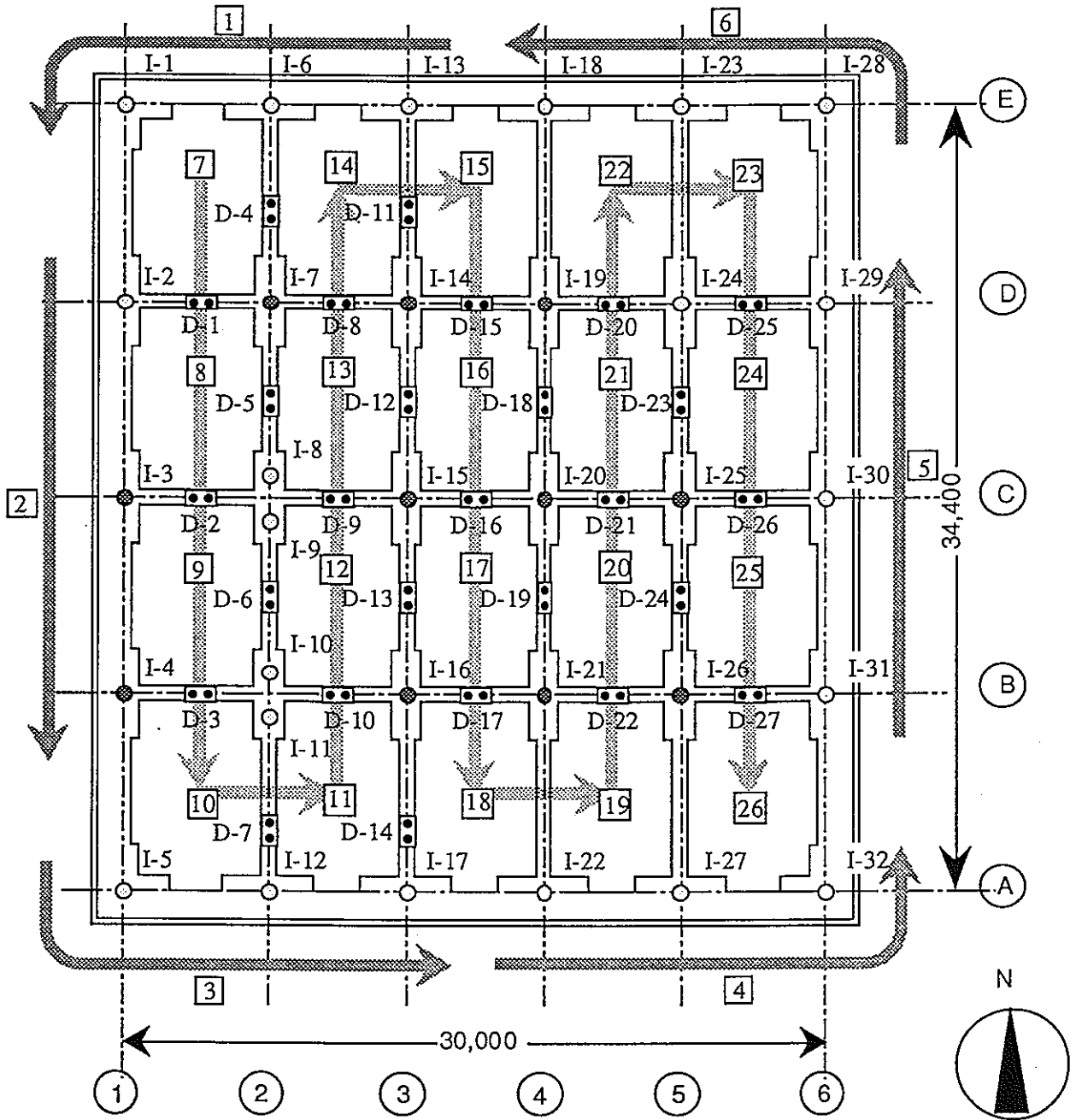
図2 ラバープレート部の改修案



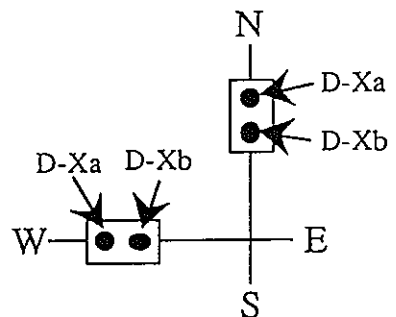


# 添付7 日常点検ルート及びフォーマット (改良案)

積層ゴムアイソレータ及び鉛ダンパーの点検ルート及び記録用のフォーマットを以下に示す。

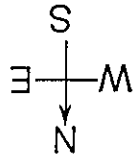
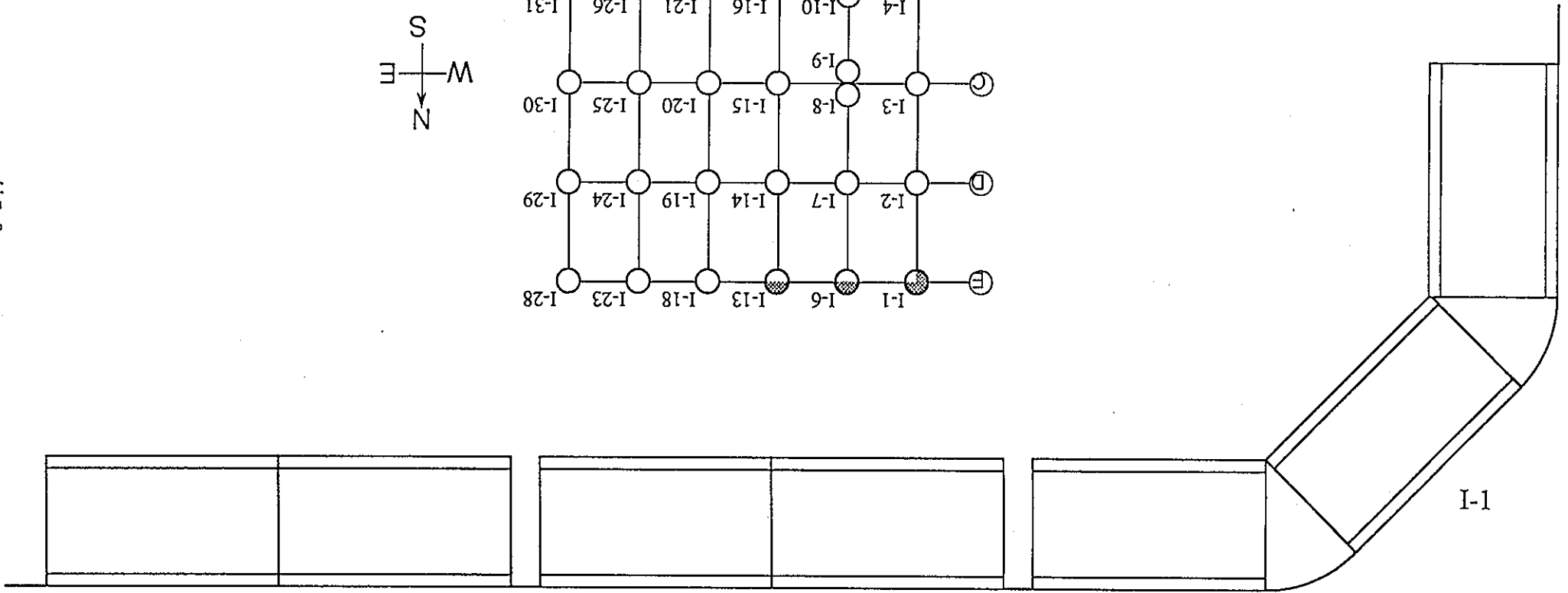


- 500φ 積層ゴム
- 600φ 積層ゴム
- ▣ 鉛ダンパー



鉛ダンパーの符号

## 日常点検ルート

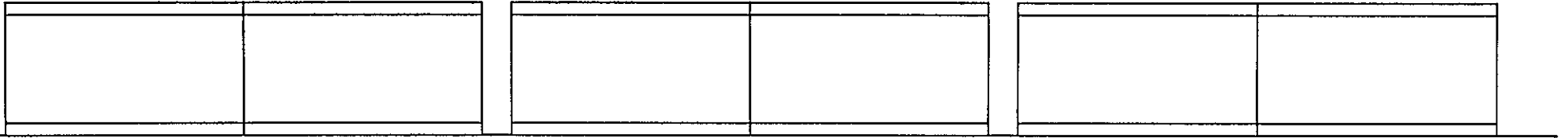


I-13

I-9

1

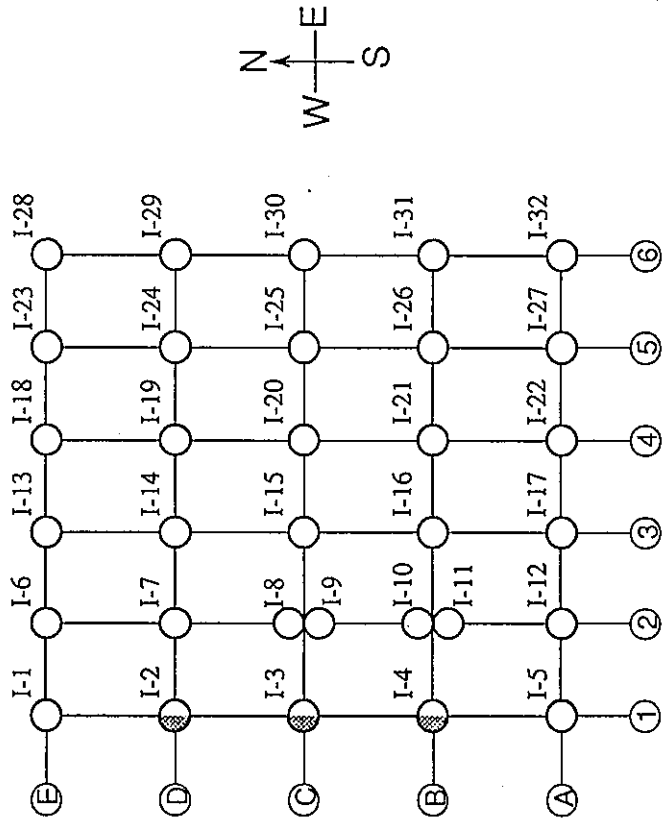
I-1



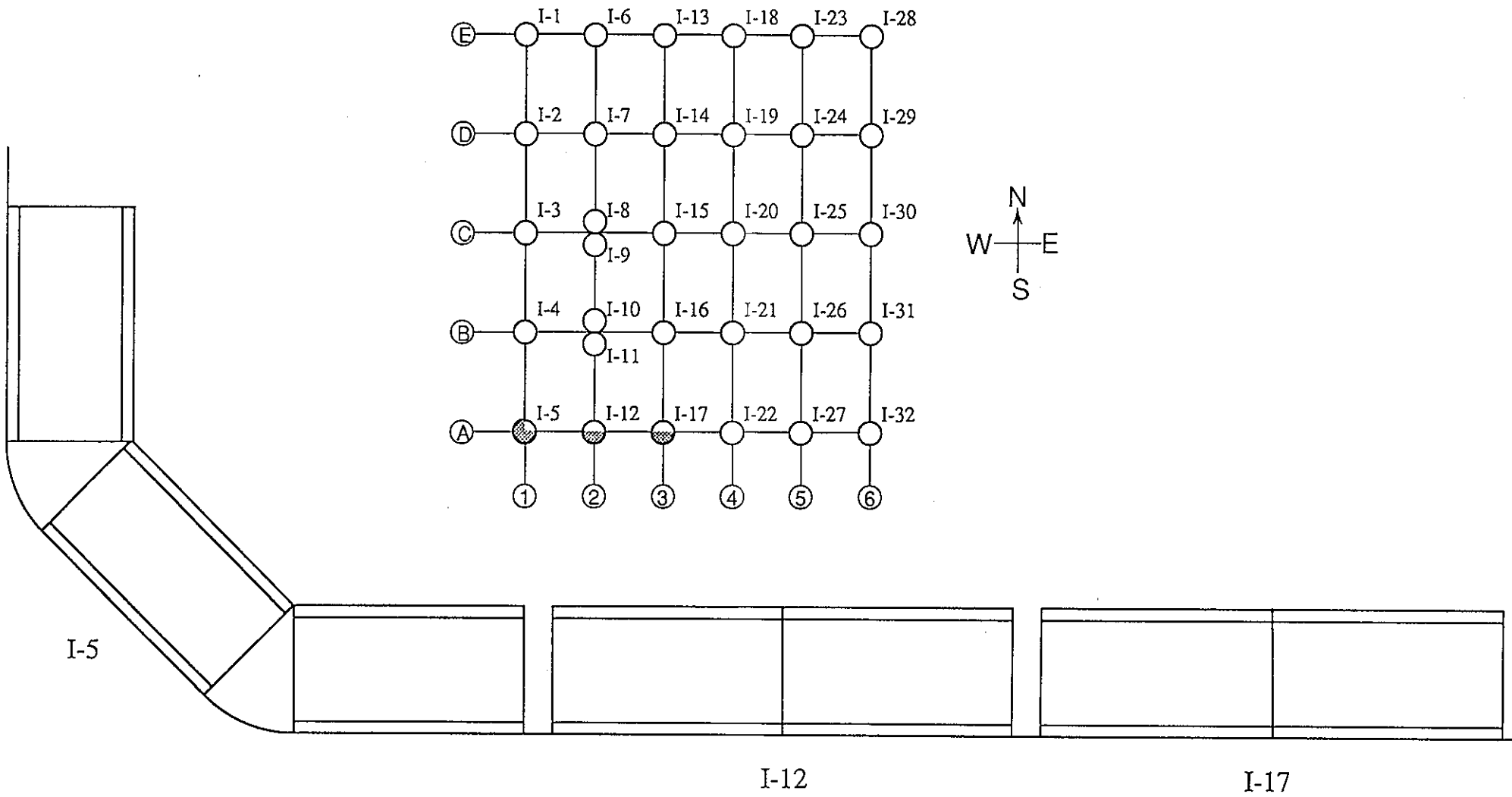
I-2

I-3

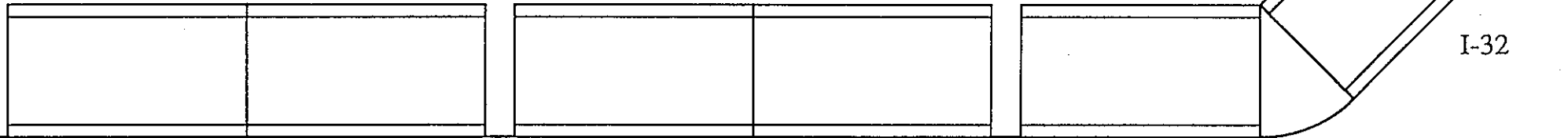
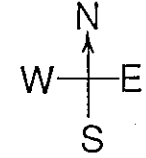
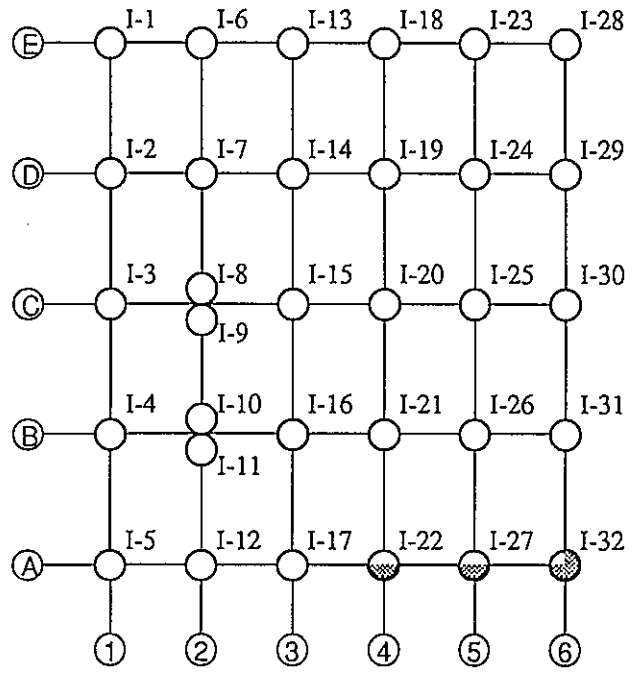
I-4



付7-4



付7-5

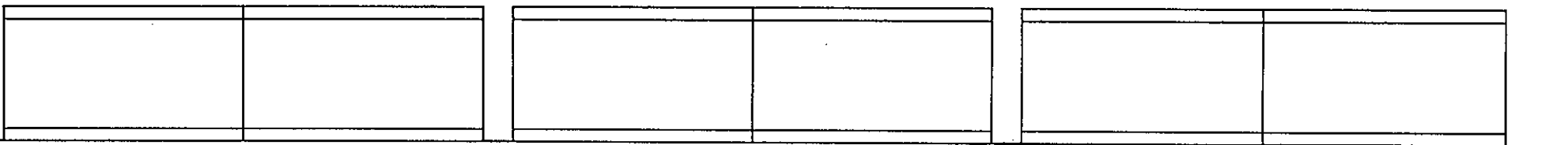
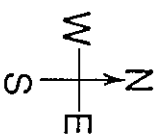
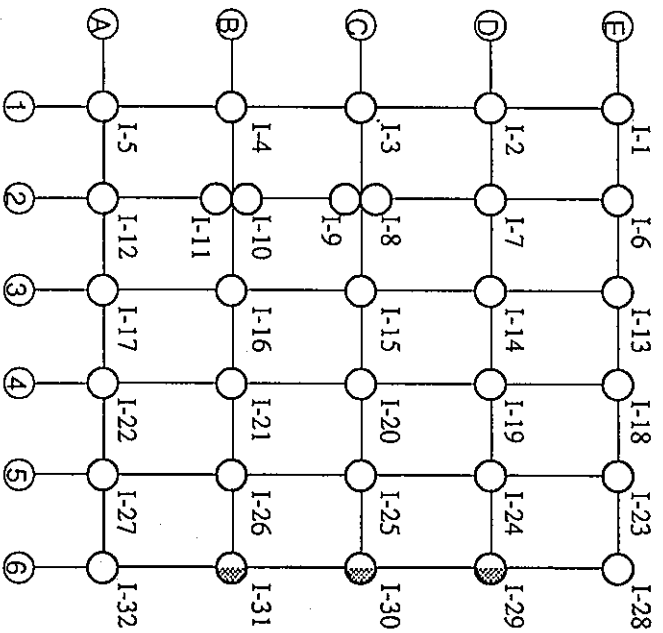


I-22

I-27

I-32

4



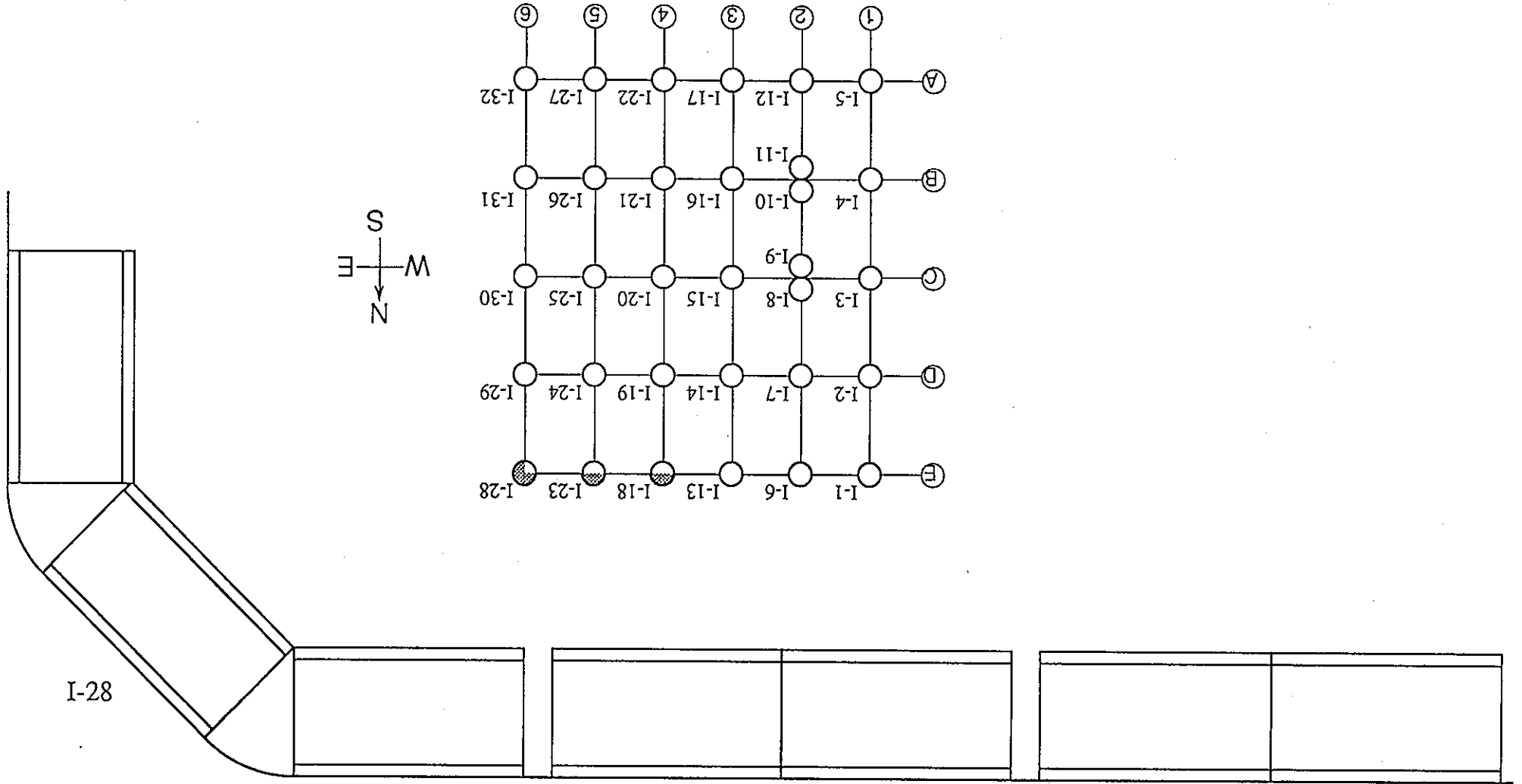
I-31

I-30

I-29

5

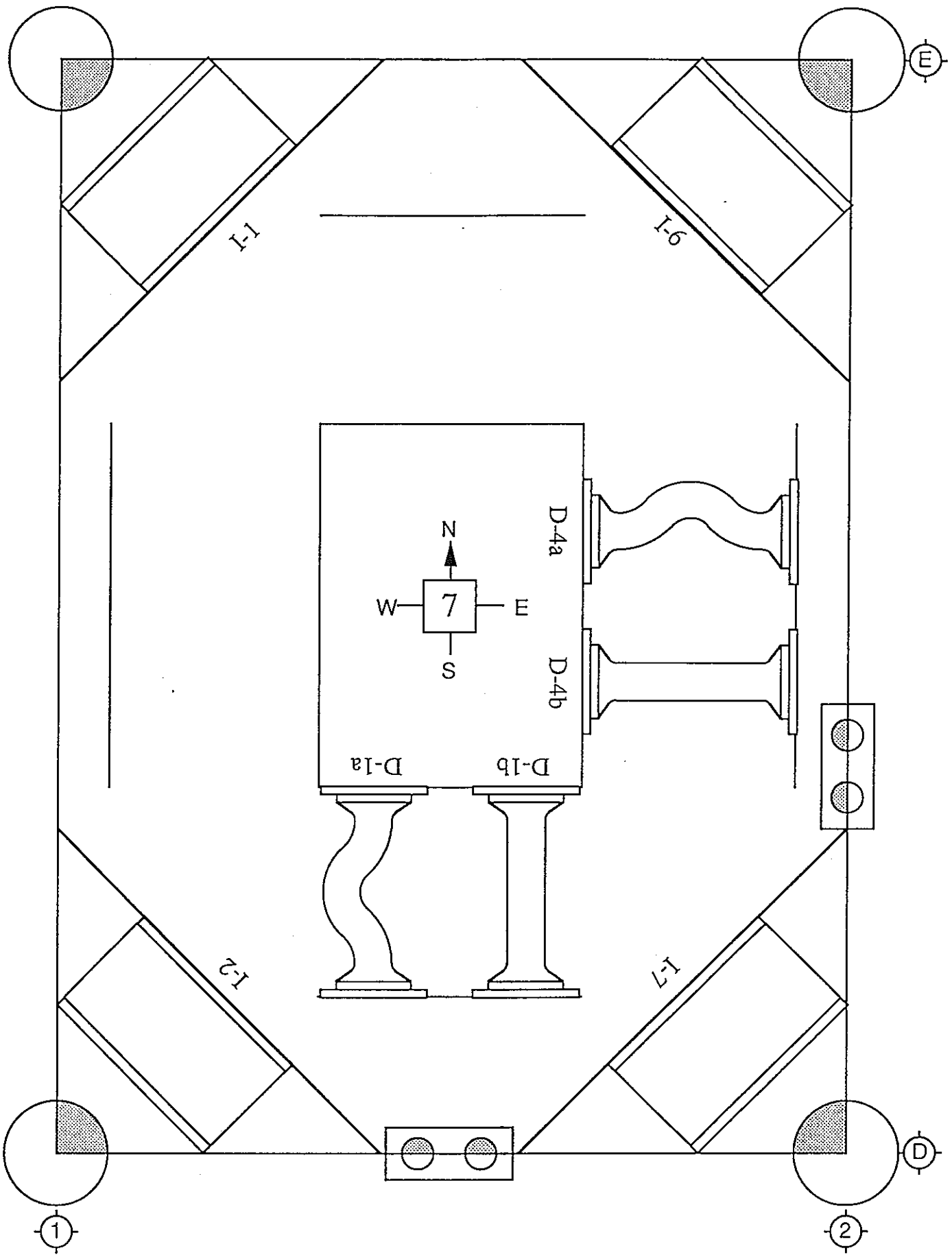
付7-7



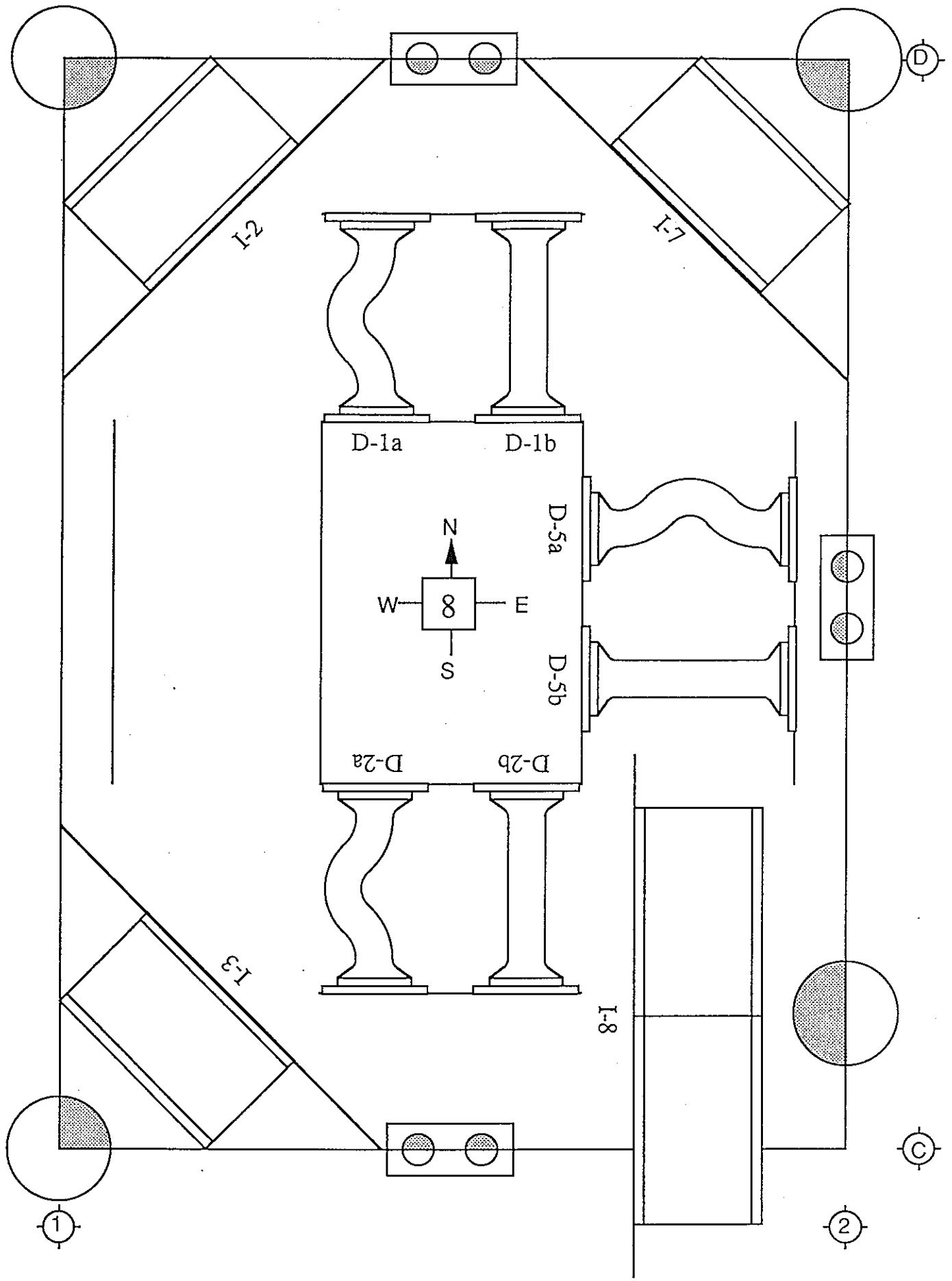
I-23

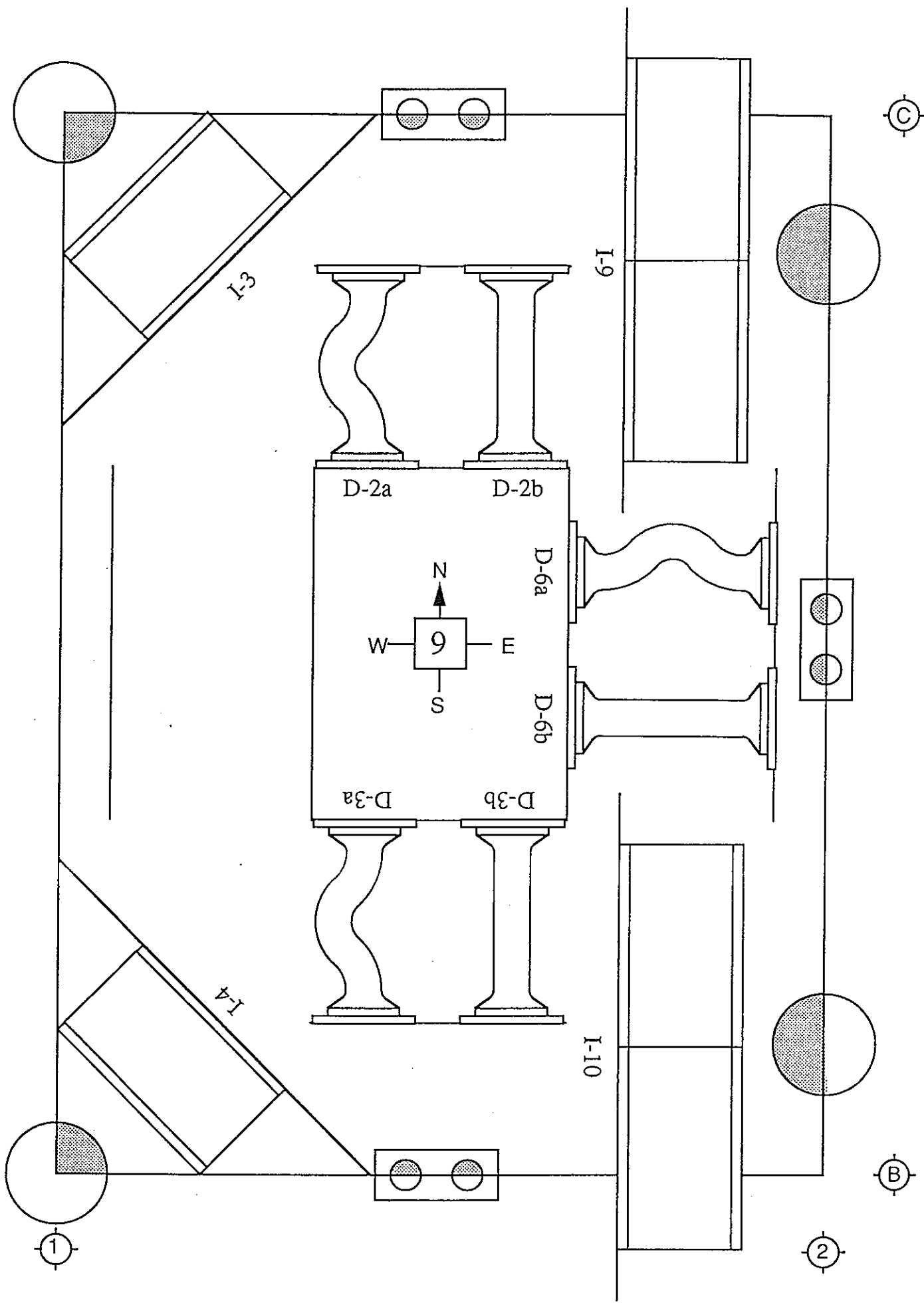
I-18

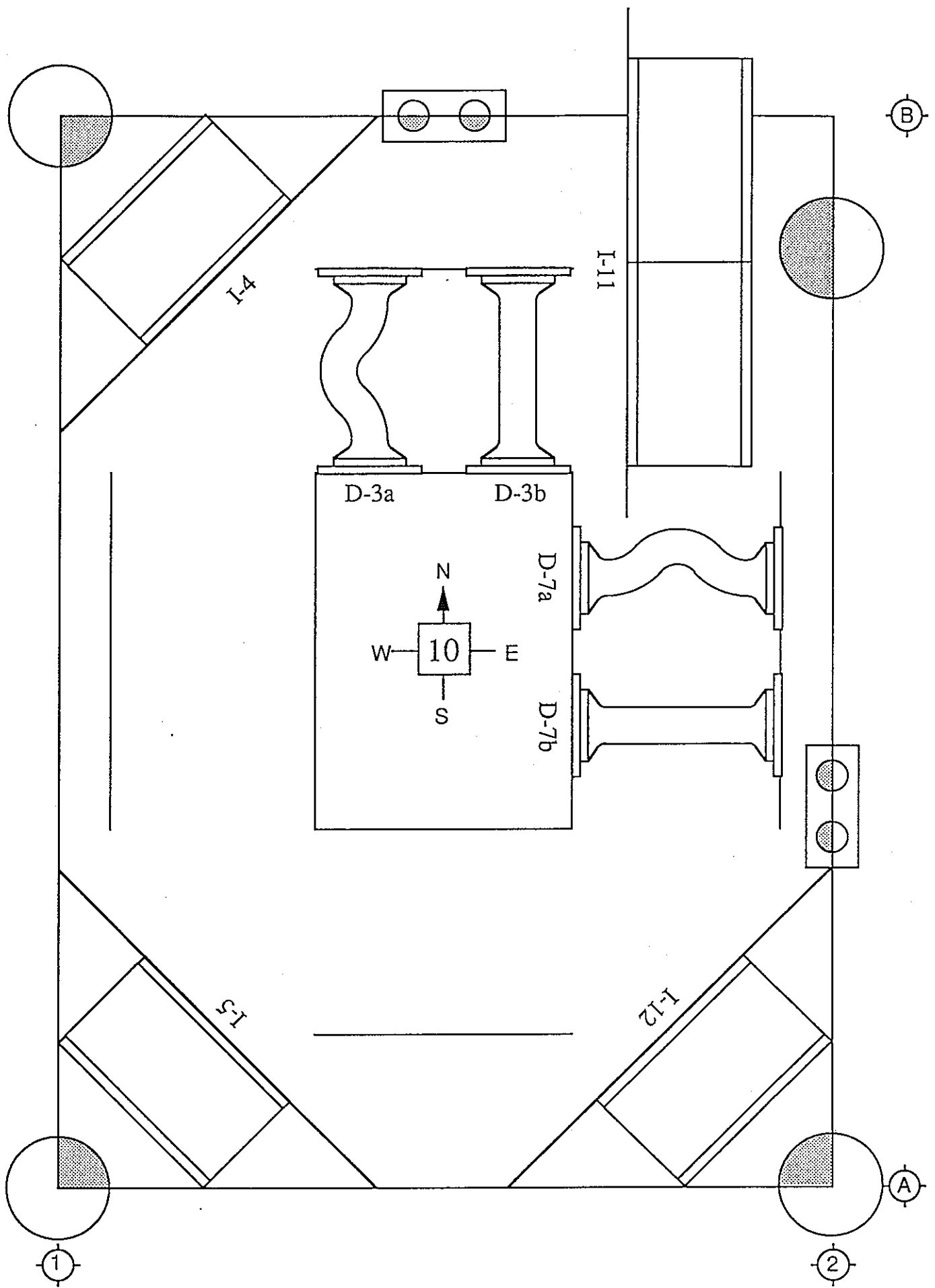
6

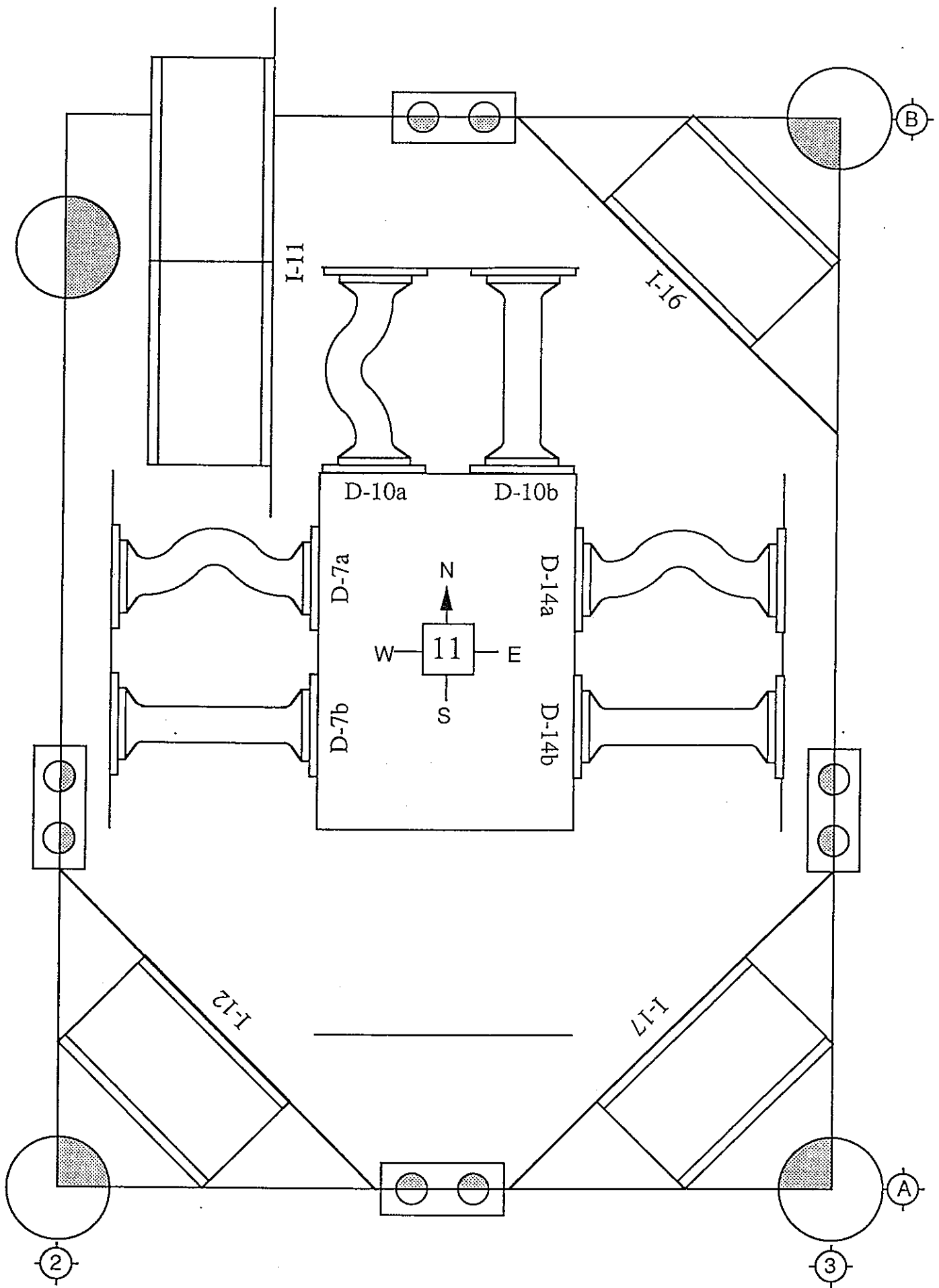


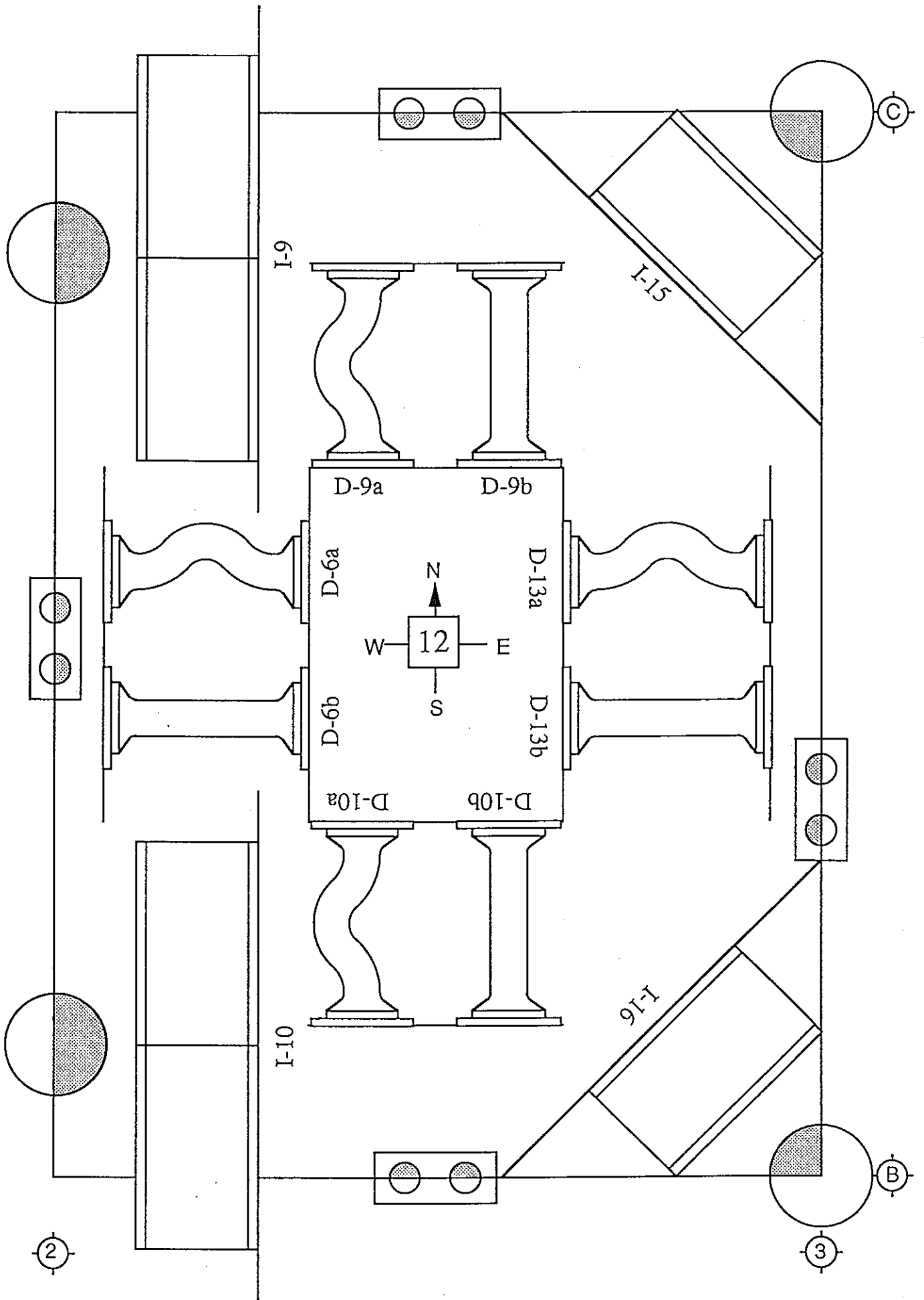


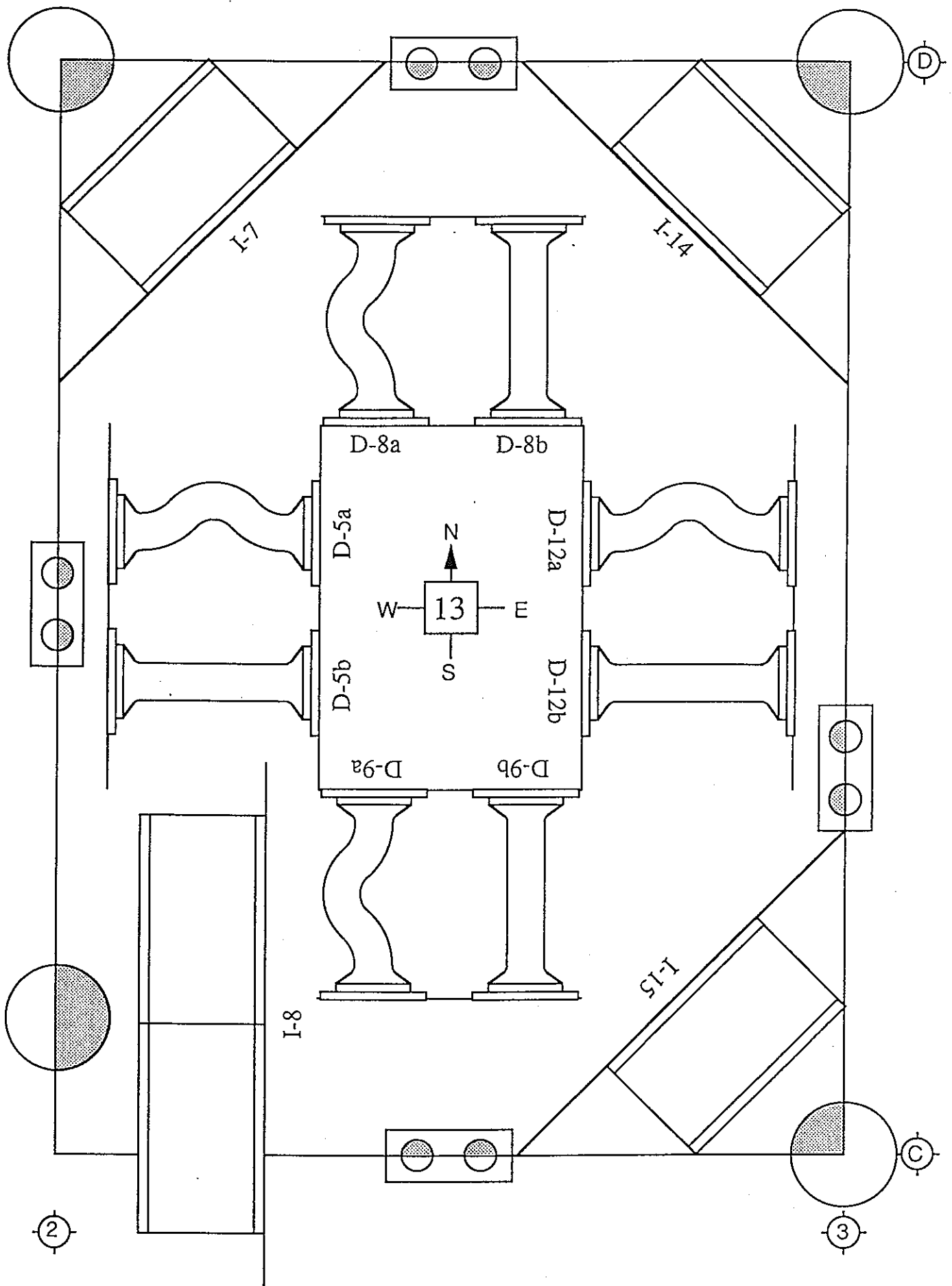


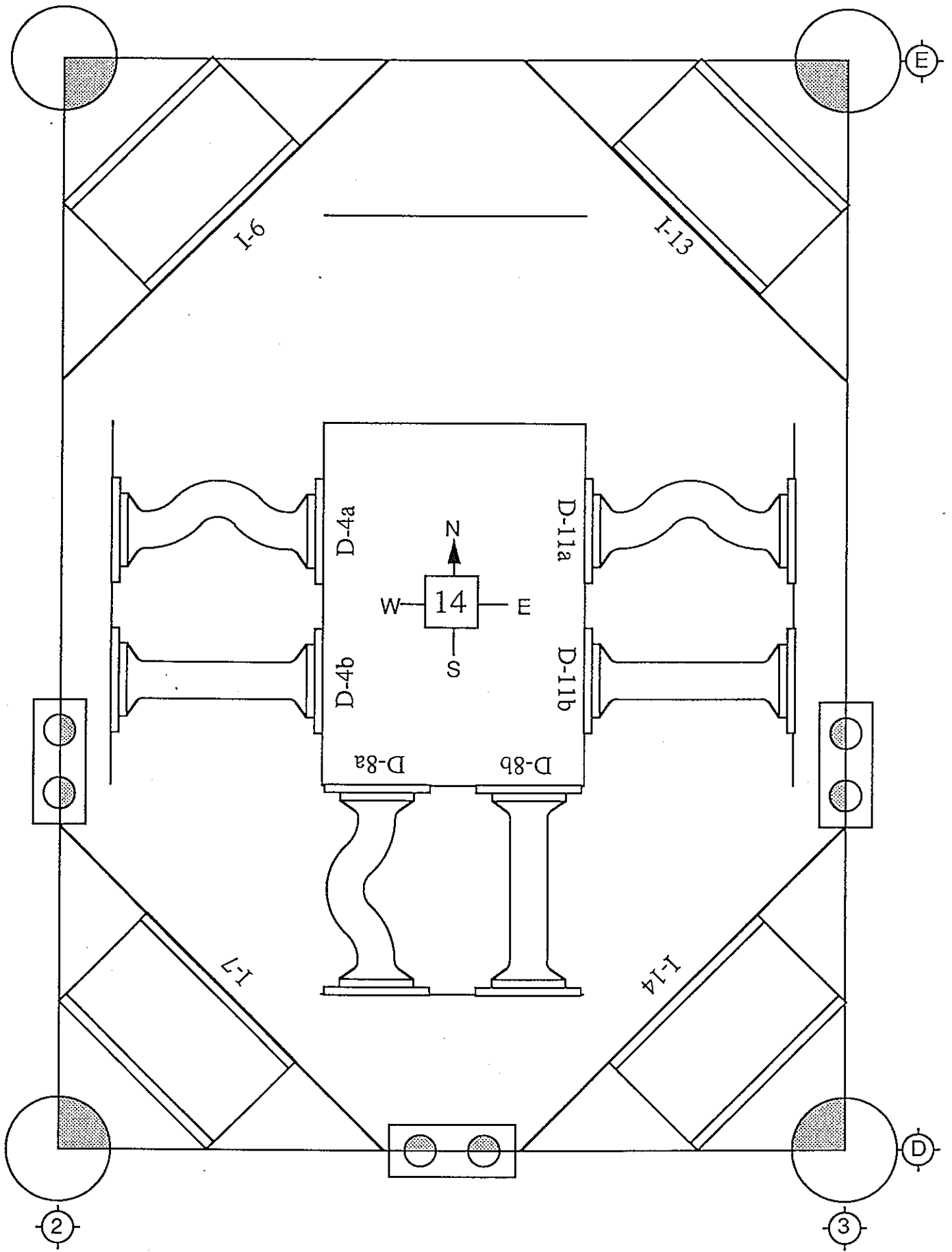


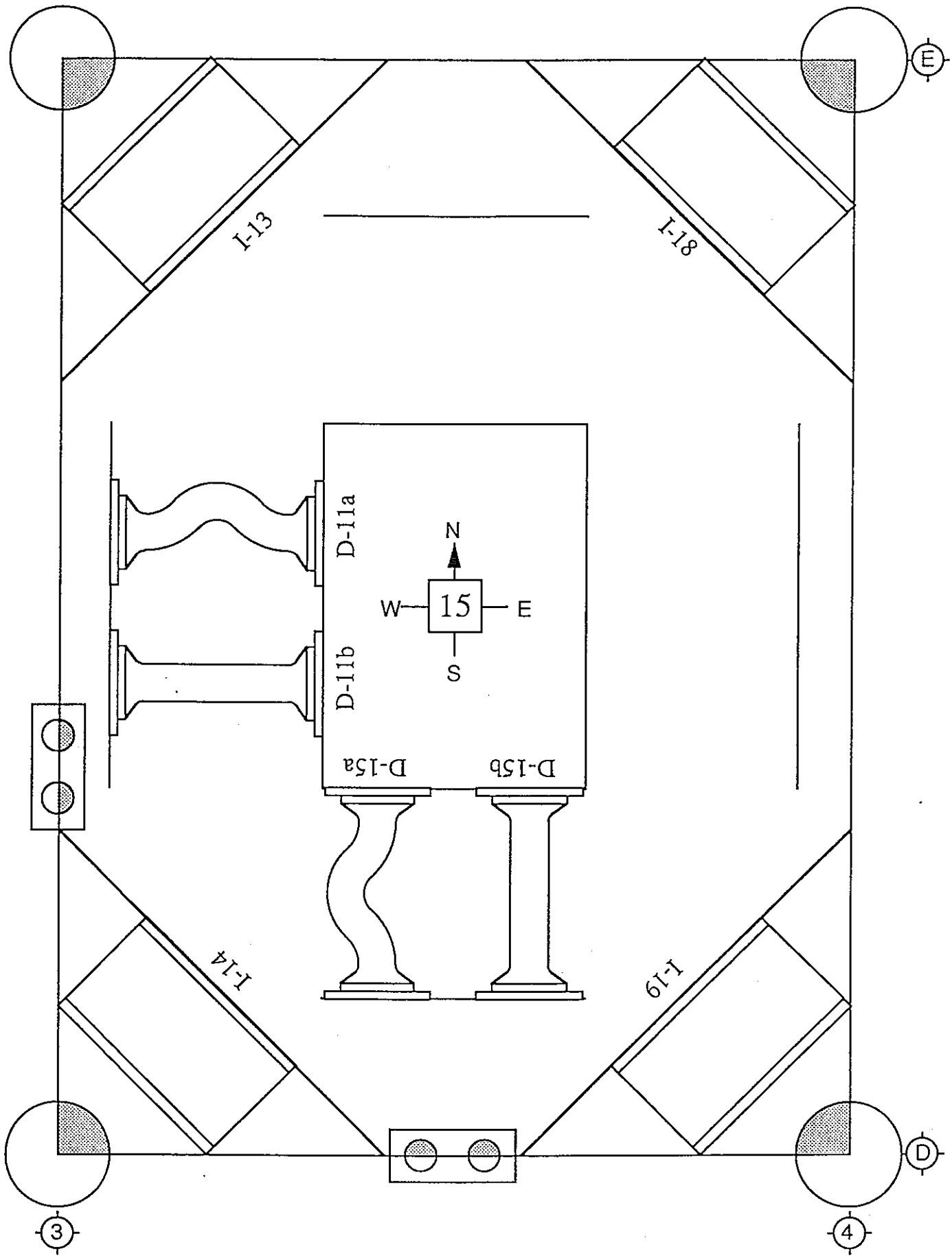




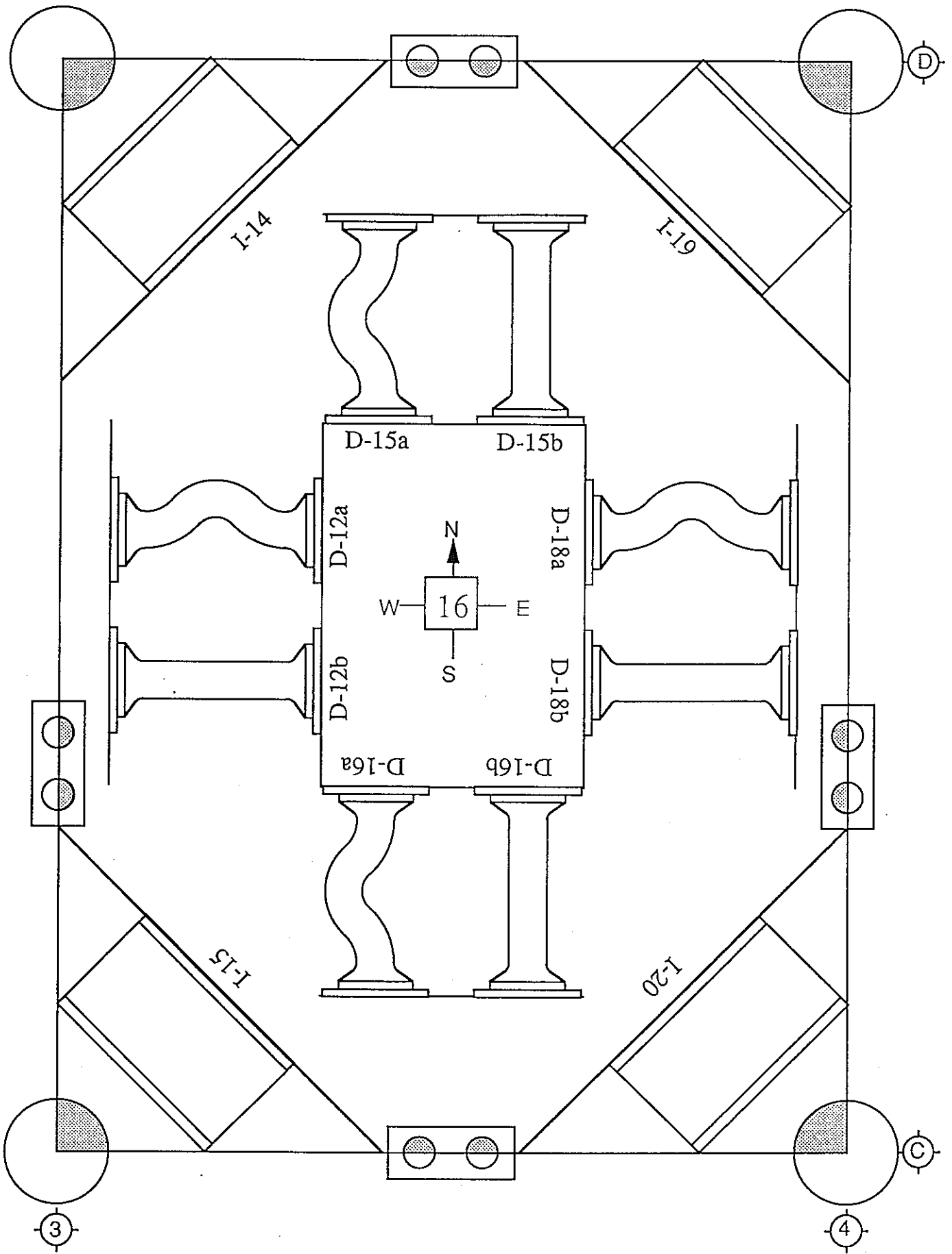


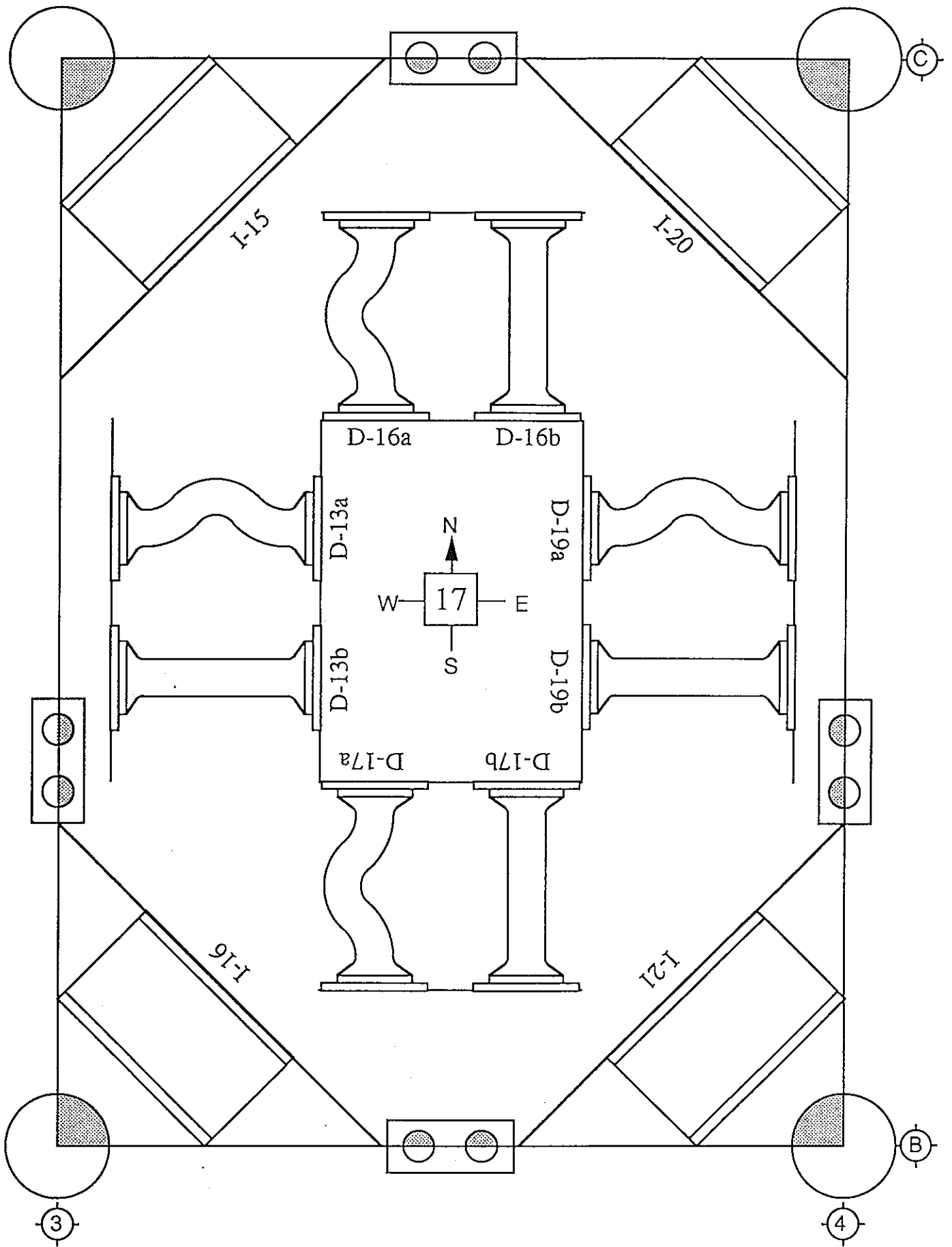


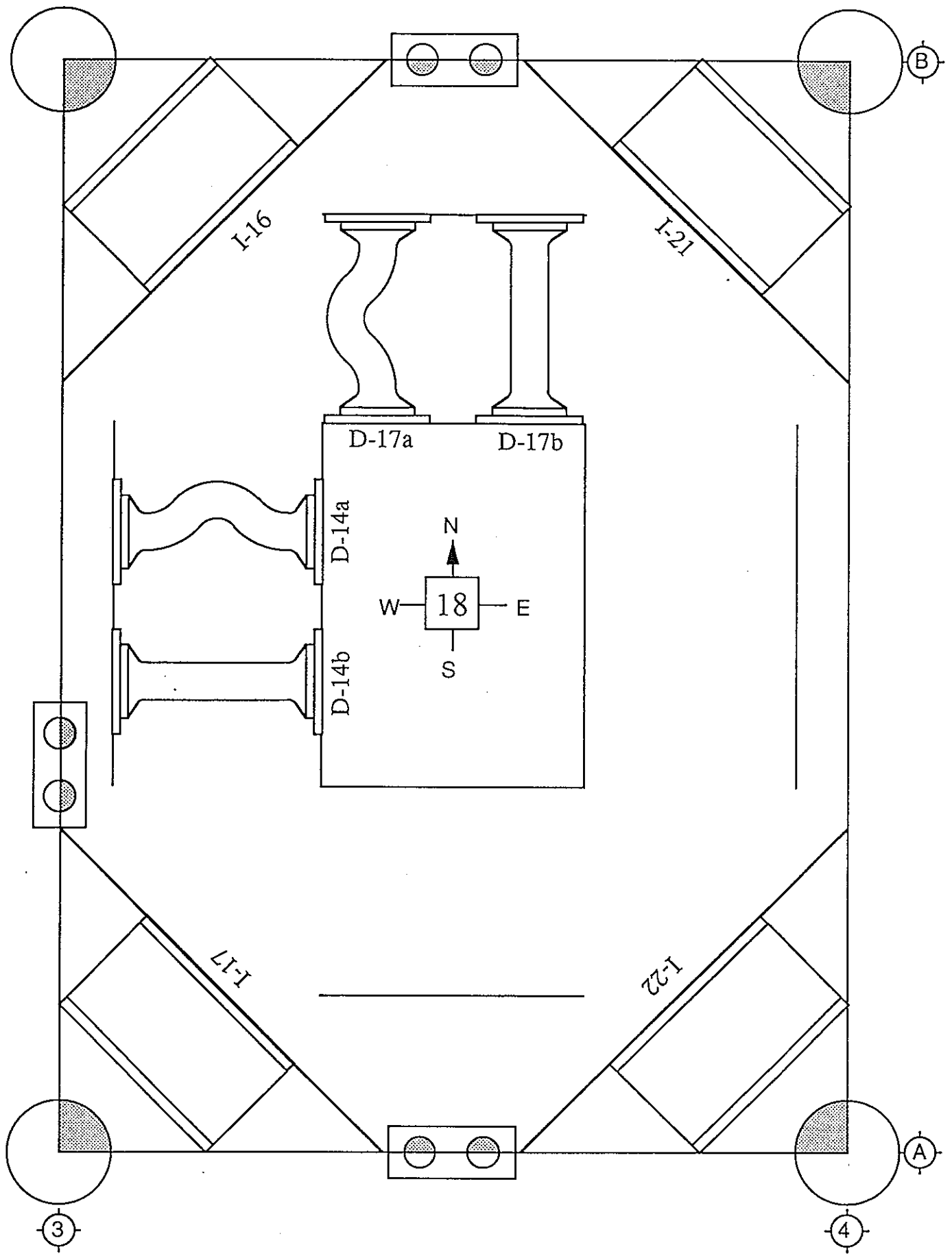


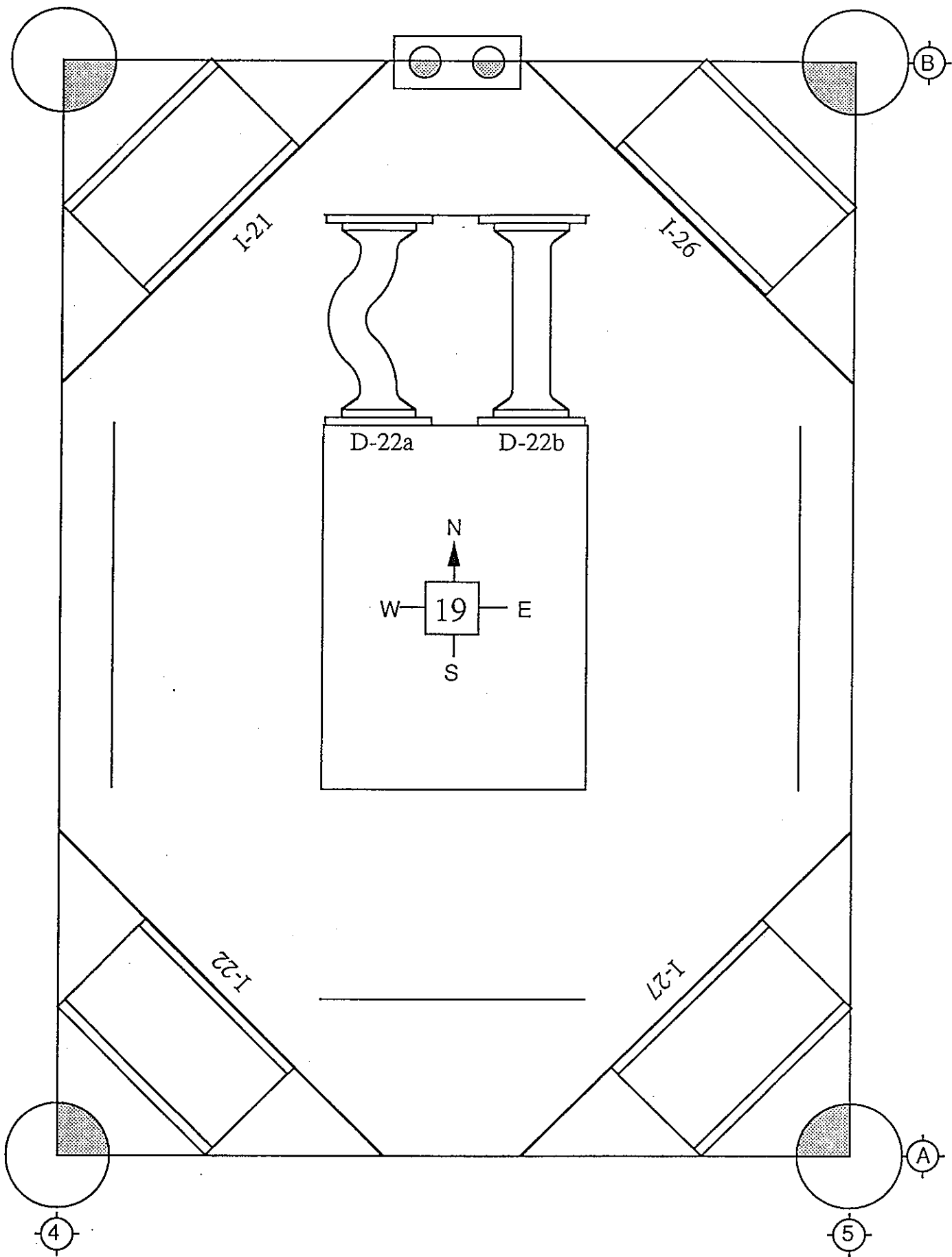


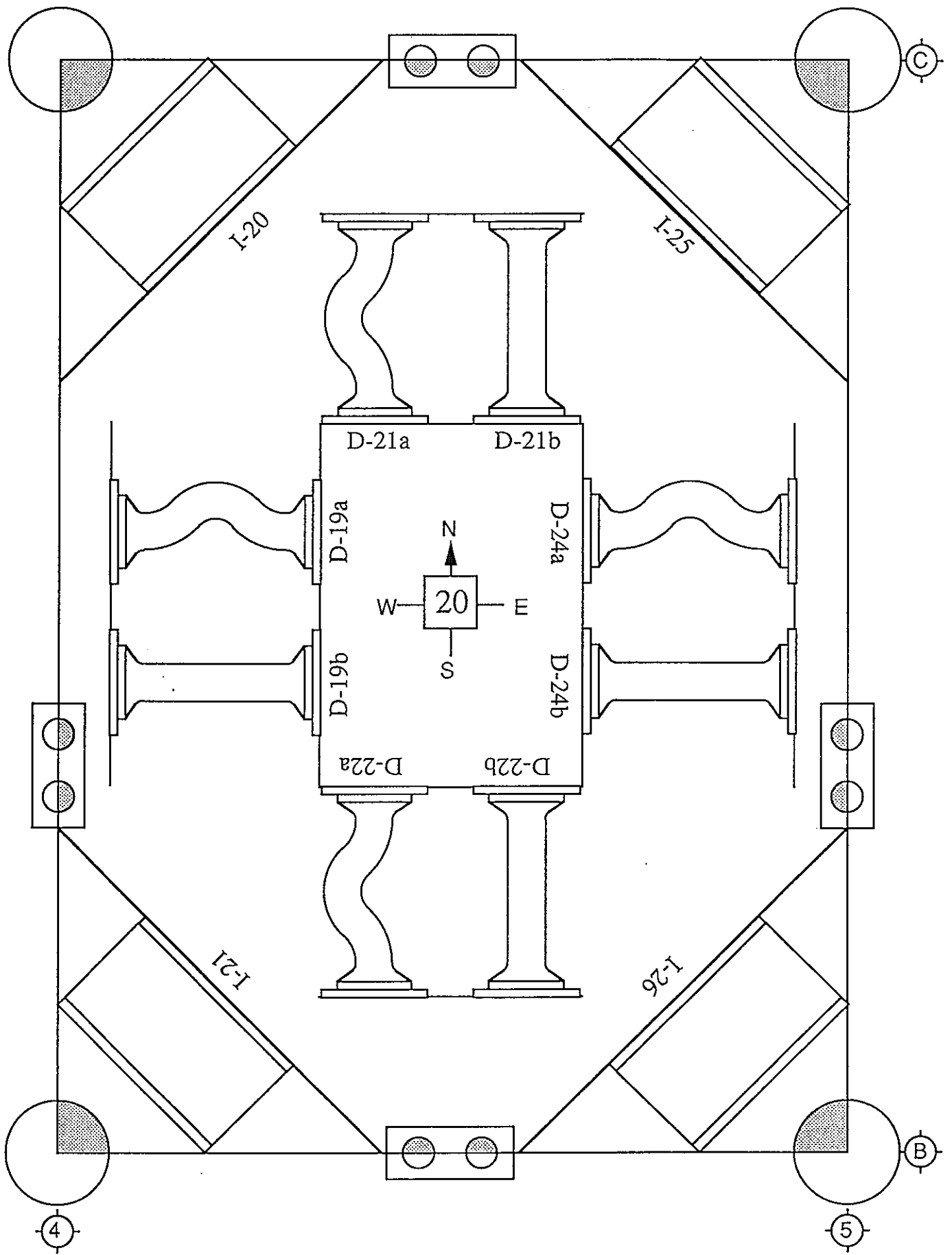


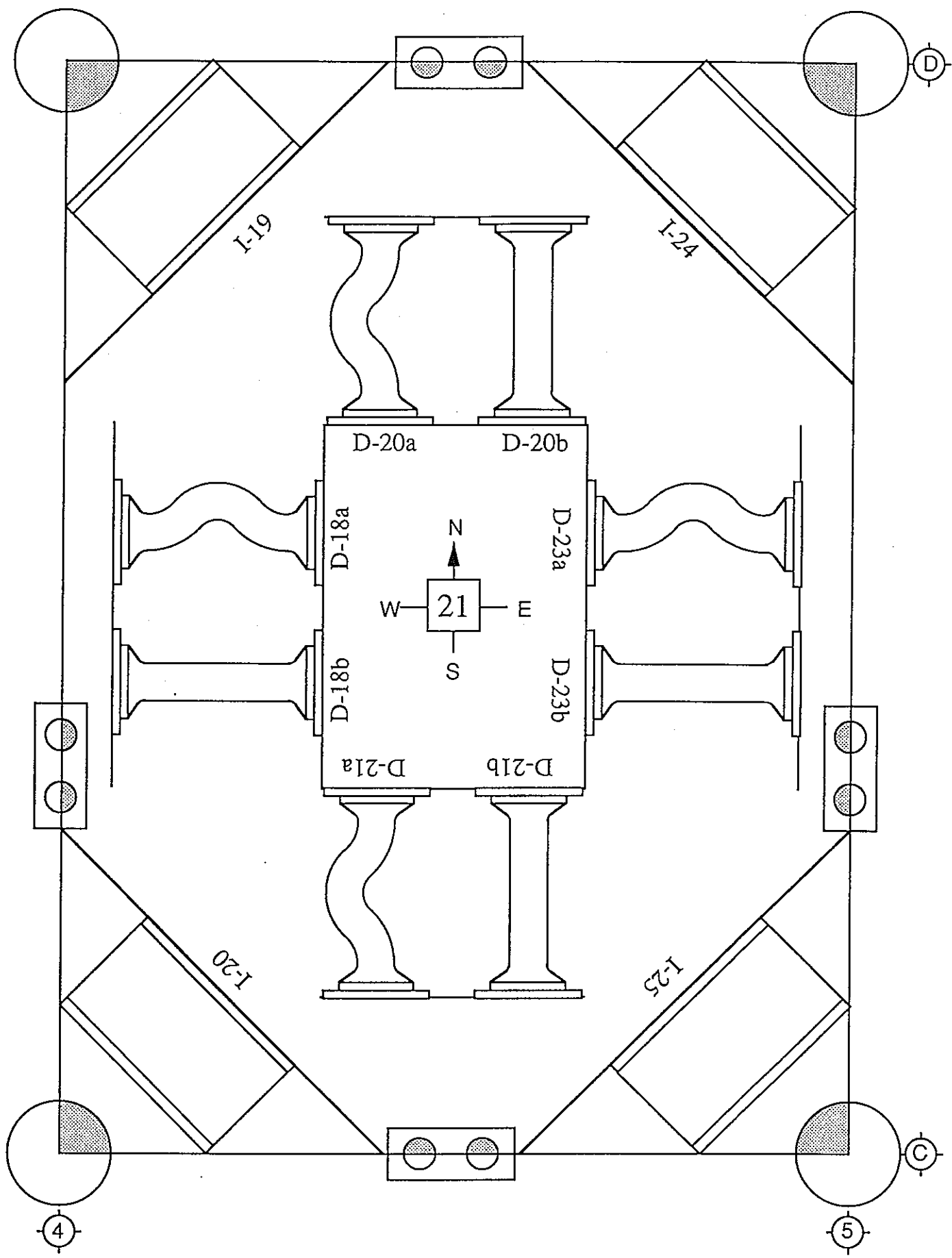


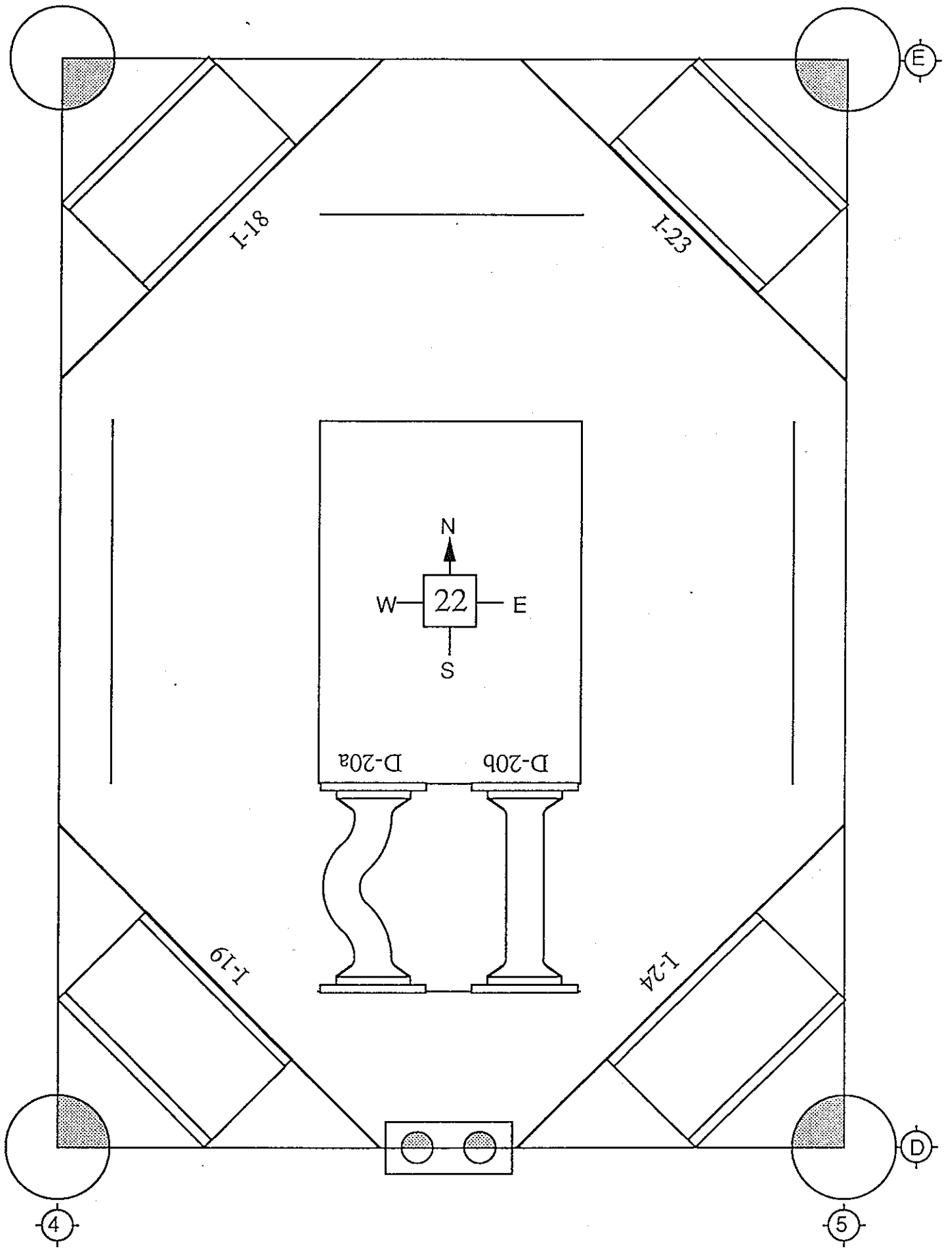


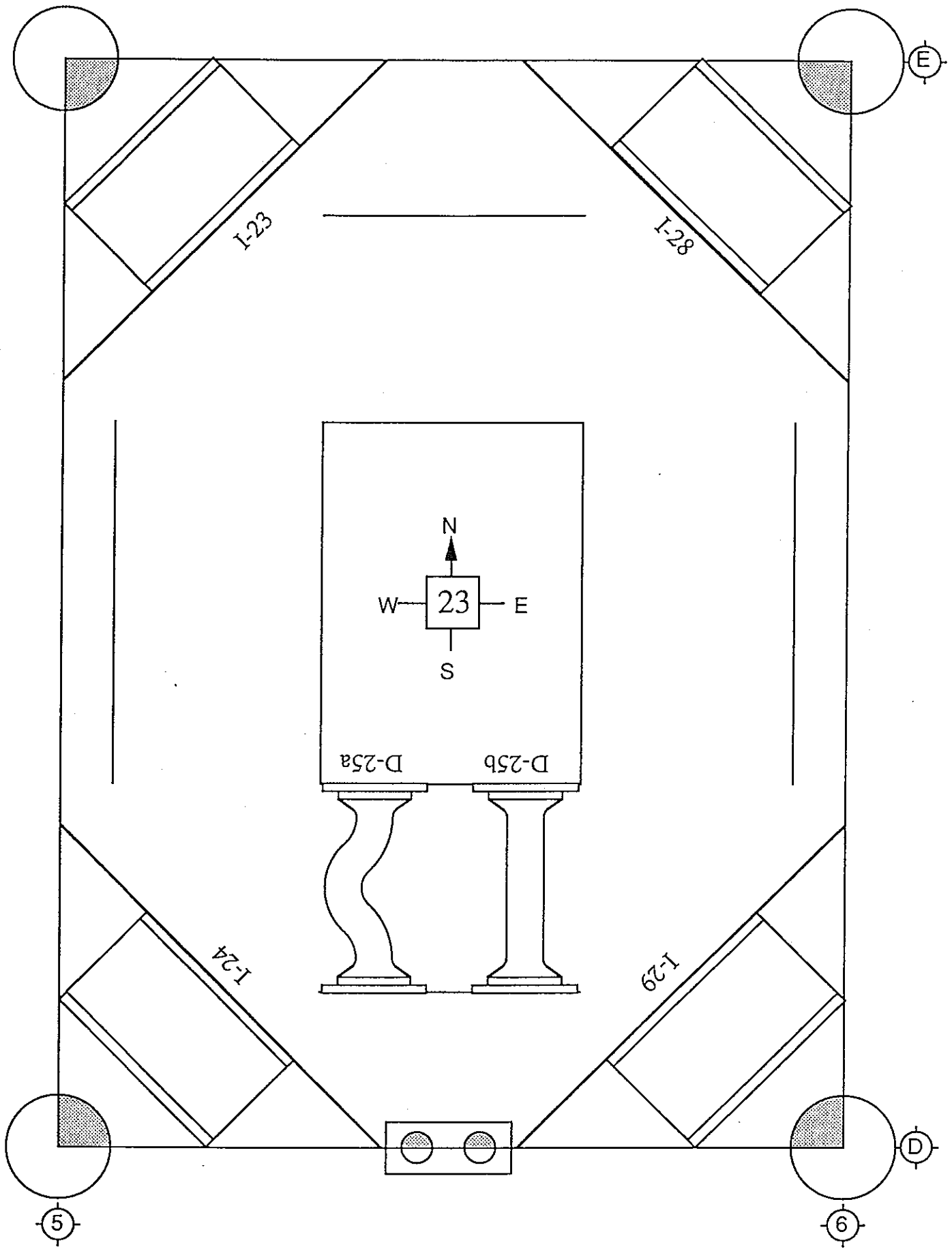




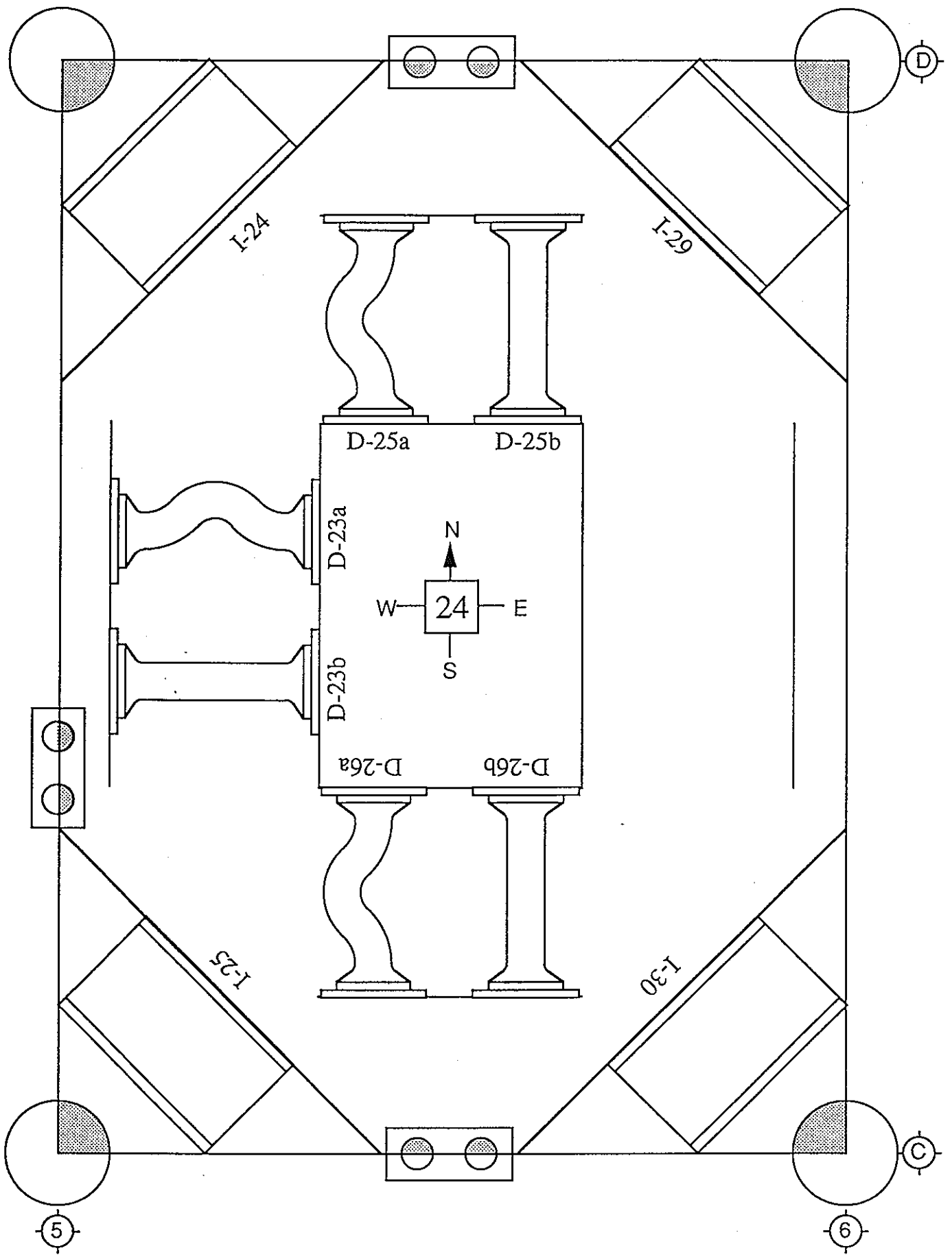


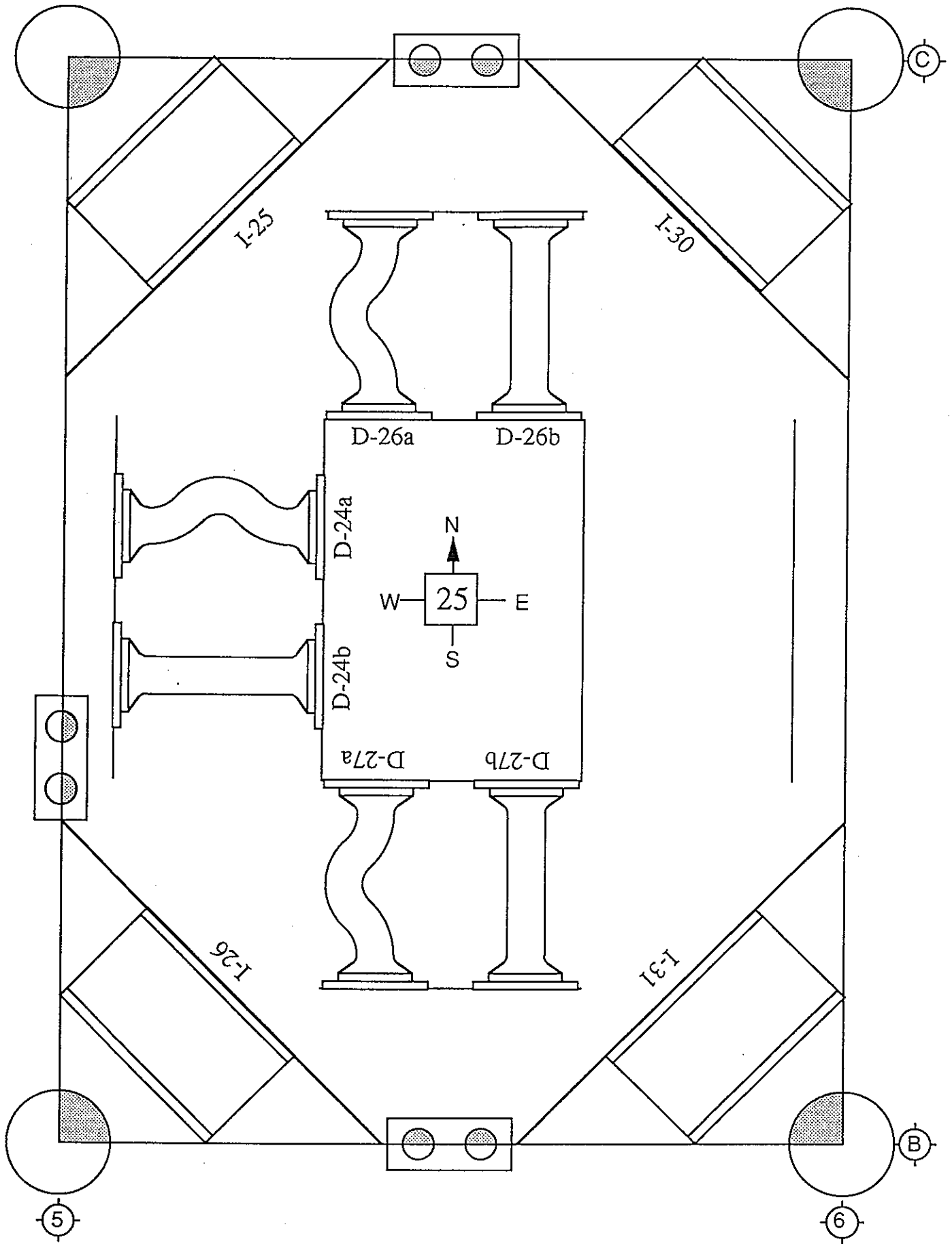


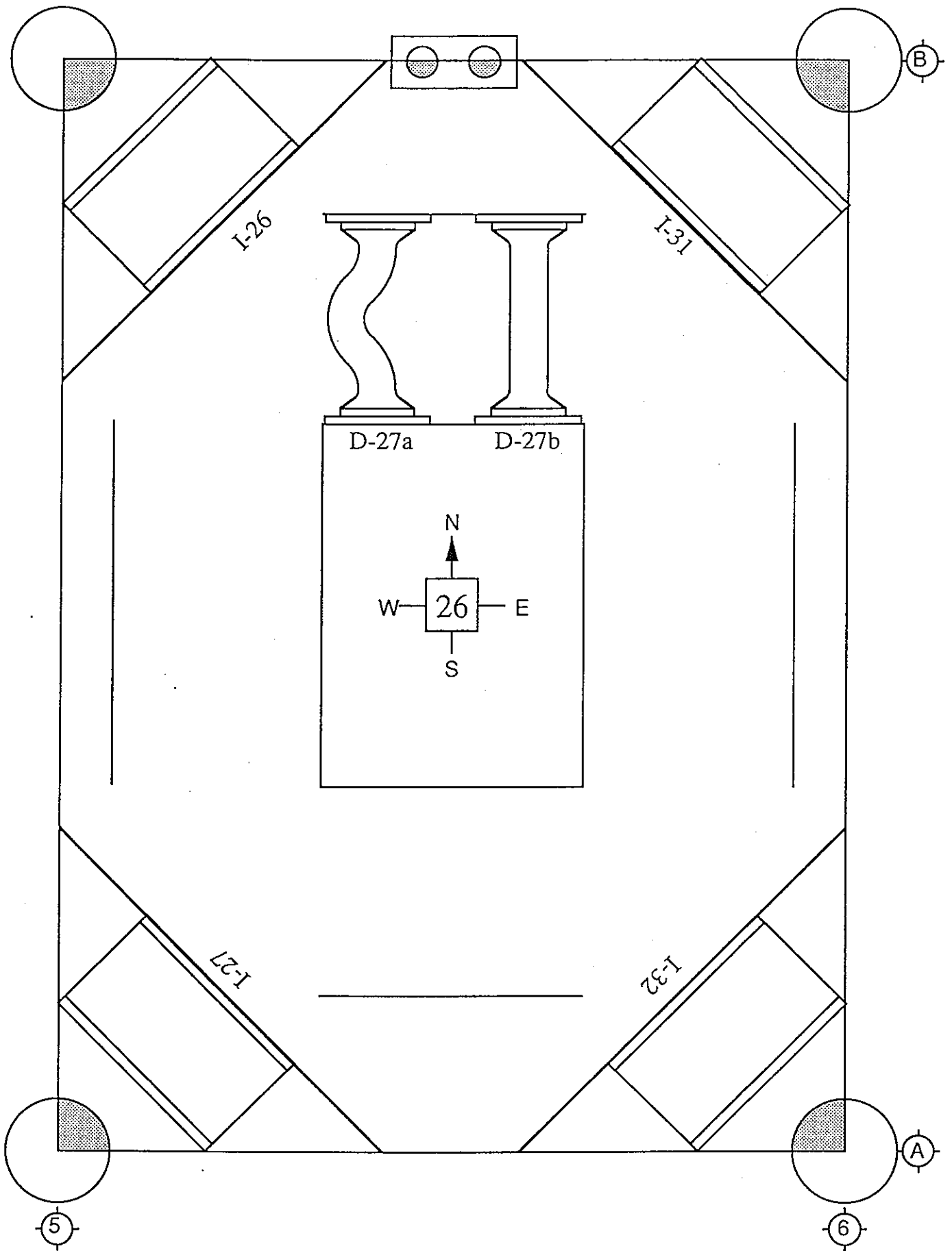












## 添付 8 参考文献

免震構造に関する実物実験

(その18) Isolatorのクリープ実験

正会員 高山 峯夫<sup>1)</sup> 同 多田 英之<sup>2)</sup>  
同 安藤 勝利<sup>3)</sup> 同○森田 慶子<sup>4)</sup>

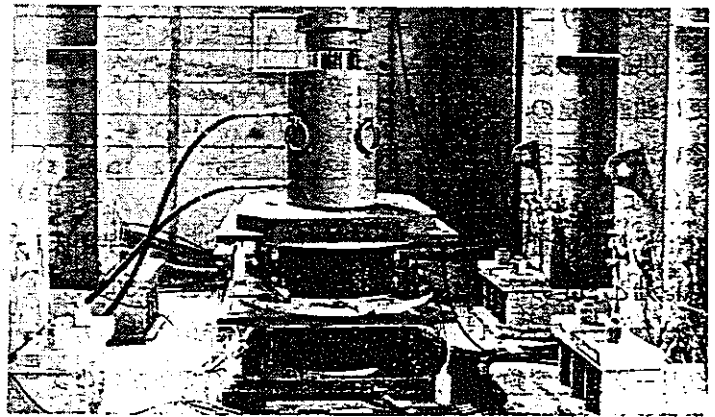
【1】はじめに 前年度、同題名(その14)に於てやや長期間(13週間)にわたるIsolatorのクリープ実験について報告した。2年以上の長期試験を目標としたクリープ実験が現在進行中である。本報では、実験開始から182日(半年:4368時間)までの結果について報告する。

【2】実験概要 使用した供試体はA<sub>40</sub>-440×4-25, A<sub>40</sub>-500×7-14の2種類でその概要を表-1に示す。クリープ試験前後の履歴性状を把握する目的で、まずクリープ実験開始前に圧縮実験, 圧縮せん断実験を行いそれぞれの供試体の鉛直バネ定数, 水平バネ定数を測定した。クリープ実験は、図-1及び写真に示すような加力装置を用い、上段にA<sub>40</sub>-440×4-25, 下段にA<sub>40</sub>-500×7-14を各1体ずつ設置し、同時に負荷をかけないA<sub>40</sub>-500×7-14供試体を含めて合計3体の計測を行な

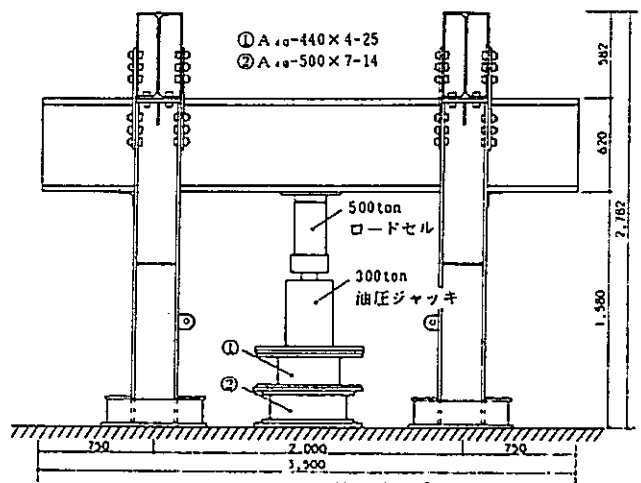
表-1 供試体の種類

供試体名	直径 (mm)	ゴム厚 (mm)	ゴム 総数	1次 形状係数	2次 形状係数
A <sub>40</sub> -500×7-14	500	7	14	17.9	5.1
A <sub>40</sub> -440×4-25	440	4	25	27.5	4.4

っている。圧縮力は一定荷重を保持するための油圧回路が内蔵された300ton油圧ジャッキ(大阪ジャッキ製)を使用し、一定荷重値225ton(圧縮力変動幅±3%)を保持させている。これは、A<sub>40</sub>-440×4-25供試体では $\sigma_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , A<sub>40</sub>-500×7-14供試体では $\sigma_c = 110 \text{ kg/cm}^2$ となる。圧縮力の計測には、500tonロードセル(CLP-500B)を用い、鉛直変位量は高感度型変位計(CDP-25, CDP-50)を用いて、各供試体それぞれ4点計測を行なっている。各供試体ゴム層の温度(表面から約1cm)及び外気温の測定には熱電対を用いている。更に湿度を算出するために湿球温度の計測も熱電対を用いて行なっている。又、加力装置の各柱4本に2軸ゲージを貼り、それぞれの柱にかかる軸歪の平均を計測し、更にその中の1本の柱の周りに1軸ゲージ36枚を貼りその柱の各部分の軸歪を計測している。記録は、静歪計(TDS-301)を用いてクリープ時間2時間までは2分毎に、2時間~500時間までは30分毎に、それ以降は1時間毎に計測を行ない、マイクロディスクレコーダ(RM-351)を用いて3.5インチフロッピーディスクに収録している。試験が長期に及ぶため計測器自体のドリフトを計測するために120Ωの固定抵抗(KOR)の抵抗値の変化も計測している。計測点数は計65chである。試験は昭和62年10月27日17時12分より開始した。



載荷状態



【3】実験結果 各供試体において鉛直荷重を225t

THE RESEARCH STUDY OF ASEISMIC ISOLATION SYSTEM

BY THE ENFORCEMENT CONSTRUCTION

18. CREEP TEST OF FULL SCALE LAMINATED RUBBER BEARING

MORITA Keiko et al.

に設定した時からの鉛直変位 (mm) の変化量各4点の平均、無負荷の供試体の変化量及び鉛直荷重の変動を図-2に、外気温の変動を図-3に示す。尚、本報では図-2に示す鉛直変位の変化量を見かけのクリープ量と呼ぶことにする。見かけのクリープ量及び無負荷の供試体の変化量は、同じ周期で小刻みに変動している。これは気温

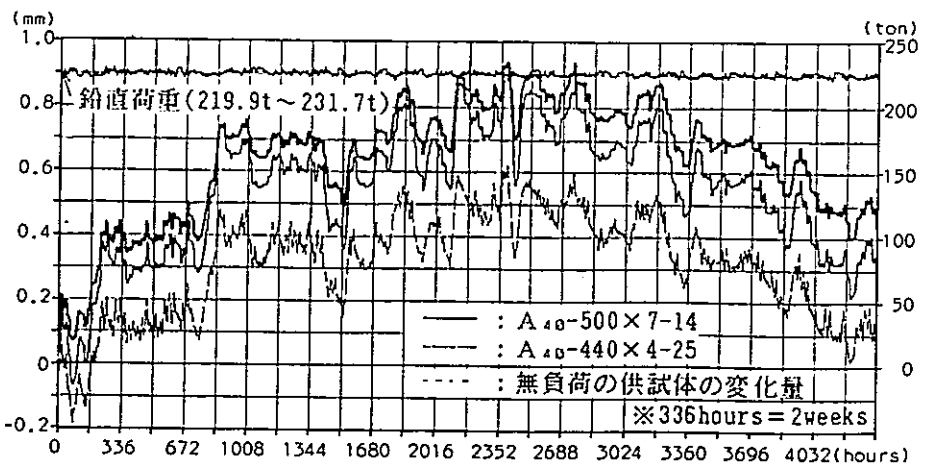


図-2 見かけのクリープ量と鉛直荷重の変化

の変動と一致しており、気温の変化によるゴムの膨張収縮の繰返しによるものと考えられる。そこで、温度の変動の影響を除くために各供試体の見かけのクリープ量から無負荷の供試体の変化量を除き、更に鉛直荷重の変動の影響を除いたものを図-4に示す。図-4(a)より、最初の200時間

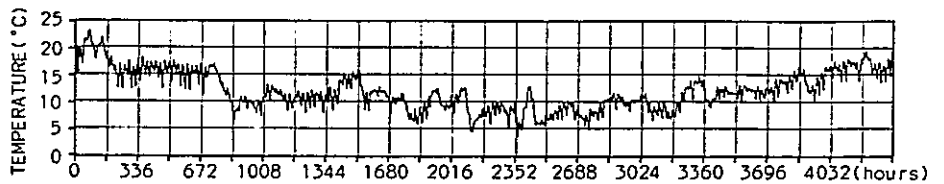


図-3 外気温の変化

ではクリープ量は増加の傾向にあり、それ以後から半年ま

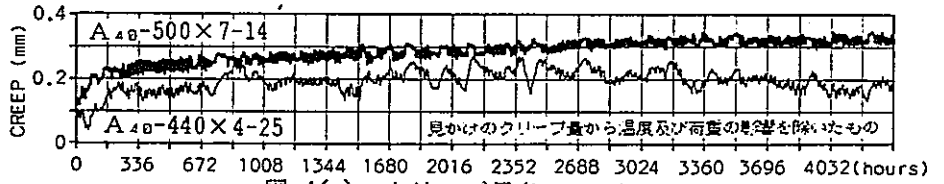


図-4(a) クリープ量(Linear表示)

では殆ど一定の値、A<sub>40</sub>-440×4-25は0.2mm、A<sub>40</sub>-500×7-14は0.3mmを保っている。尚、A<sub>40</sub>-440×4-25供試体の方がクリープ量の変動が大きい、これは無負荷の供試体の変化量として差し引かれる値がA<sub>40</sub>-500×7-14供試体のものであり、温度による影響が供試体によって多少異なるための誤差によるものと考えられる。このことに対する対策として、無負荷のA<sub>40</sub>-440×4-25供試体を増設することを計画している。又、図-4(b)に於て両対数グラフ上でクリープ量の増加が一様となっていることから、A<sub>40</sub>-500×7-14供試体の216時間(9日)以降のデータを6時間間隔で採取し、最小自乗法により以下の近似式を求めた。

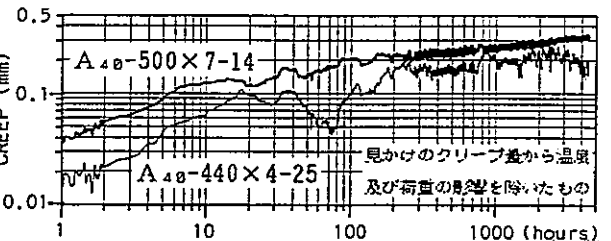


図-4(b) クリープ量(両対数表示)

$$\log(\text{クリープ量}) = -1.018 + 0.1458 \times \log(\text{時間})$$

この式より、50年(438,000時間)後のクリープ量を推定すると0.64mm、100年(876,000時間)後では0.71mmとなる。(その14)に於てA<sub>40</sub>-500×7-14供試体の100年後のクリープ量を2.4mmと推定したが、この時のデータでは、本報のように外気温及び鉛直荷重の変動の影響を考慮しておらず、これらの影響を除いた上で100年後のクリープ量を推定すれば、本報と同様な結果が得られたと考えられる。

【4】まとめ 本実験研究から、本報で採用した様な形状係数をもつ Isolatorのクリープ性状は設計上無視できるものであると予想される。

《謝辞》本研究は免震構造小委員会 アイソレータ・ダンパー グループからの依頼された実験研究であり、定荷重装置付き油圧ジャッキ、500tonロードセル及び供試体を提供して頂きました。ここに感謝の意を表します。

1)福岡大学助手 工修 2)同大学教授 工博 3)同大学技師補 4)同大学助手

## 免震構造に関する実物実験

正会員○森田 慶子<sup>1)</sup>

(その19) Isolatorのクリープ実験II

同 高山 峯夫<sup>2)</sup>同 多田 英之<sup>3)</sup>同 安藤 勝利<sup>4)</sup>

【1】はじめに 積層ゴムアイソレータのクリープ性状に関する気温変動の影響が、在来行われている実験方法で確認されるかどうかは甚だ疑問である。そこで、1987年10月27日より2年以上の長期試験を設定してクリープ実験を行っている。前年度、同題名(その18)に於ては半年までの経過を報告した。本報では前年度に引き続き、実験開始から546日(1年半:13104時間)までの結果について報告する。

【2】実験概要 クリープ実験は、2種類の供試体を重ねて設置し、油圧ジャッキにより圧縮荷重を載荷している。上段にA<sub>40</sub>-440×4-25供試体、下段にA<sub>40</sub>-500×7-14供試体を各1体ずつ設置し、同時に荷重をかけない供試体を各々設置し、合計4体の計測を行っている。圧縮力は、設定値225tを変動幅±3%(217.5t~231.7t)の範囲内で保持している。これはA<sub>40</sub>-440×4-25供試体では $\sigma_c = 150\text{kg/cm}^2$ 、A<sub>40</sub>-500×7-14供試体では $\sigma_c = 110\text{kg/cm}^2$ に相当する。尚、無負荷のA<sub>40</sub>-440×4-25供試体は、1988年9月2日より増設されたものである。これは、供試体形状が熱によるゴムの膨張収縮に及ぼす影響を確認するために設けたものである。

【3】実験結果 各供試体において鉛直荷重を225tに設定した時からの鉛直変位の変化量各4点の平均(見かけのクリープ量)、無負荷のA<sub>40</sub>-500×7-14供試体の鉛直変位の変化量の変動を図-1に、外気温の変化を図-2に示す。尚、供試体ゴム層の表面から約1cm位置での温度(ゴム表面温度)は外気温の変動にほぼ一致している。見かけのクリープ量は外気温及びゴム表面温度に反比例して変動している。見かけのクリープ量とゴム表面温度の関係を図-3に示す。同図では履歴勾配が2つ見られるが、これは外気温が20°Cを越える時期を過ぎた後に勾配が変化したものである。見かけのクリープ量とゴム表面温度の関係から算出した履歴勾配(De:図-3参照)と鉛直ばね定数を用いて、次式より見かけのクリープ量の補正を行った。この結果を図-4に示す。

$$Y = Y' + (T' - T_0) / De - (P' - P_0) / Kv$$

ここで、Y:クリープ量(mm)、Y':見かけのクリープ量(mm)、T':ゴム表面温度(°C)、P':鉛直荷重(t)

T<sub>0</sub>:ゴム表面温度初期値(20°C)、P<sub>0</sub>:鉛直荷重初期値(225t)

Kv:アイソレータの鉛直ばね定数(A<sub>40</sub>-440×4-25:1303.3t/cm、A<sub>40</sub>-500×7-14:1194.1t/cm)

8週間から36週間までのクリープ量は徐々に増加し安定の傾向にあるが、36週間から50週間までのクリープ量は増加の傾向に変化がみられる。この時期は、外気温がちょうど20°C以上に上がる時期にあたり、外気温がクリープ性状に何等かの影響を与えていると考えられる。50週間以降は、A<sub>40</sub>-440×4-25供試体では約0.2mm、A<sub>40</sub>-500×7-14供試体では約0.4mmの一定値を保っており、クリープ量の顕著な増加は見られない。外気温20°Cを境としてそれ以上を高温期、それ以下を低温期とすれば、1年半の実験の結果からクリープ量の増加のモードとして図-5の様な階段状モデルが想定できる。この様なモデルの正当性は、相当長期の観測が必要であると考えられる。参考までに50週間(8400時間)以降のデータを6時間間隔で採取し、最小自乗法によって1次式で近似して長期クリープを推定すれば、次式よりA<sub>40</sub>-440×4-25供試体は50年後(438,000時間)で4.0mm、100年後(876,000時間)で7.8mm、A<sub>40</sub>-500×7-14供試体は50年後に5.6mm、100年後に10.9mmとなる。

$$A_{40}-440 \times 4-25 \text{ 供試体} \quad Y = 0.00000878 \times (\text{時間}) + 0.1517$$

$$A_{40}-500 \times 7-14 \text{ 供試体} \quad Y = 0.00001214 \times (\text{時間}) + 0.2904$$

【4】まとめ 本実験研究1年半の経過からみても、本報で採用した様な形状をもつアイソレータのクリープ量は設計上無視できるものであると考える。又、使用状態に近い状態で長期に観測データを得ることは、免震用積層ゴムアイソレータの設計に関する知見を深め、より信頼性の高い資料を提供するものであると考えている。

THE RESEARCH STUDY OF ASEISMIC ISOLATION SYSTEM

2242

BY THE ENFORCEMENT CONSTRUCTION

19. CREEP TEST OF FULL SCALE LAMINATED RUBBER BEARING II

MORITA Keiko et al.

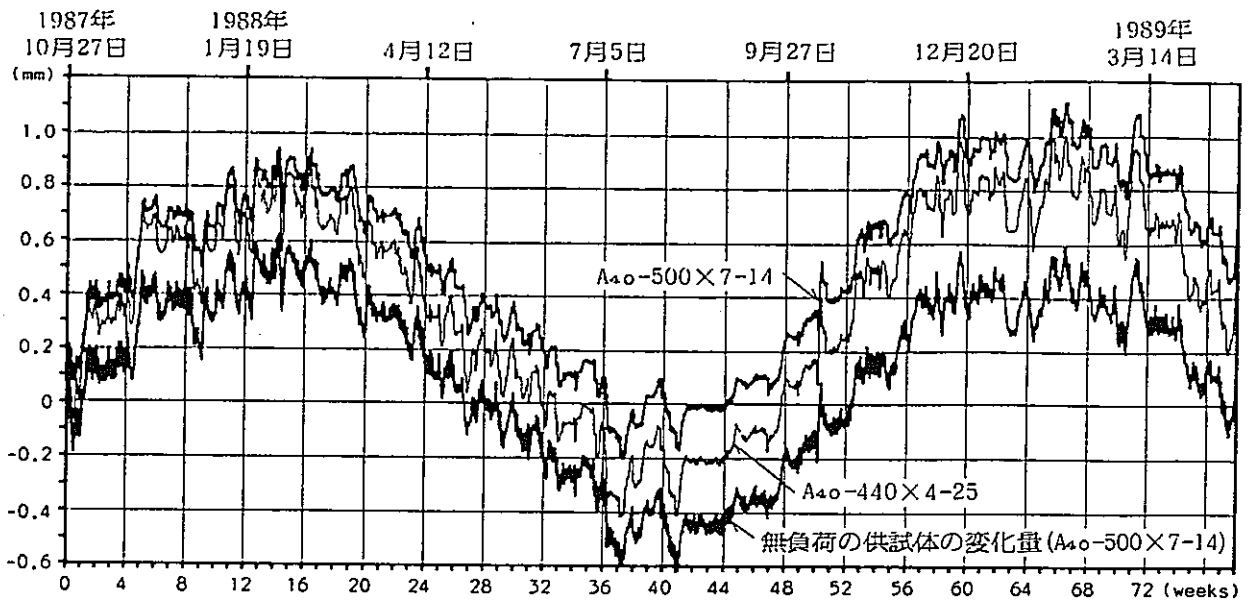


図-1 見かけのクリープ量と無負荷の供試体の変化

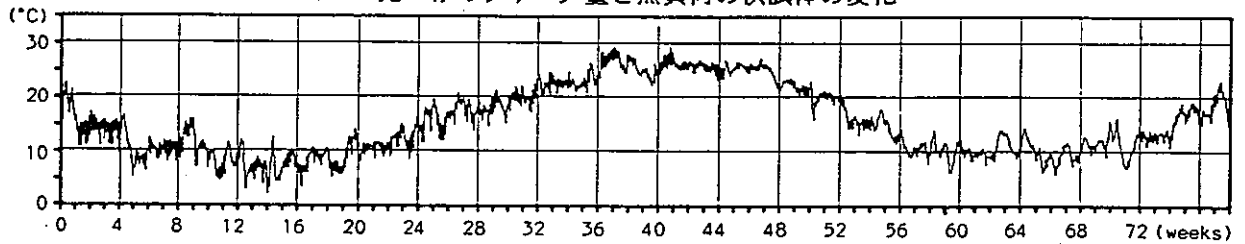


図-2 外気温の変化

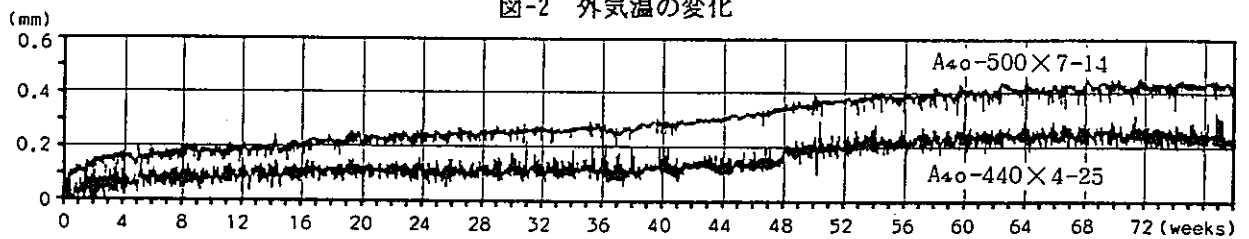


図-4(a) クリープ量の変化 (Linear表示)

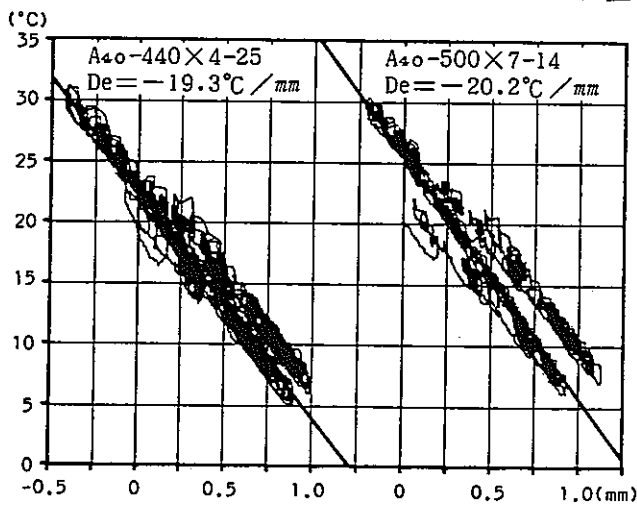


図-3 見かけのクリープ量とゴム表面温度の関係

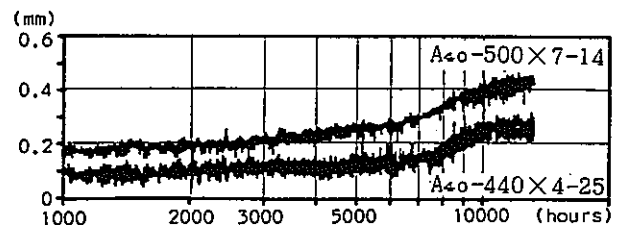


図-4(b) クリープ量の変化 (片対数表示)

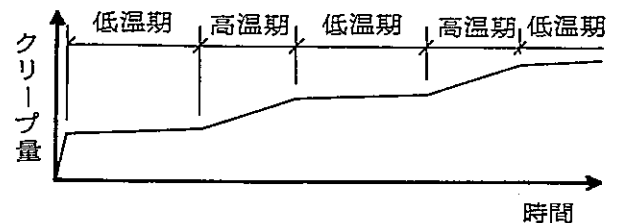


図-5 クリープ量の増加のモデル

《謝 辞》 本研究は日本建築学会 免震構造小委員会 アイソレータ・ダンパー グループの協力により行われた実験研究であり、加力装置及び供試体を提供して頂きました。ここに感謝の意を表します。

1)福岡大学 助手 2)同大学 助手工修 3)同大学 教授 工博 4)同大学 技師補