

RC建物の耐震補強と固有周期調査結果

Aseismatic Strengthening of Existing R.C. Buildings and Value of Natural Period

中原 正夫* 阿世賀 宏**
 Masao Nakahara Hiroshi Asega
 小島 雅樹*** 長谷部 廣行****
 Masaki Kojima Hiroyuki Hasebe

要 約

本論文は、20年程前に建設されたピロティ式集合住宅の、1階ピロティ部分に、耐震壁を補強増設した工事の記録である。これは、新耐震設計法の方針に添って、建物の耐力を増加させることを主眼に計画されたものである。

耐震壁の施工に伴って、当建物の固有周期が、その前後でどの程度変化するかを実測した。その測定及び解析結果も併せて報告する。

この工事で特に配慮したことは、当集合住宅全3棟共、居住者が生活したままの状態で行うため、騒音、粉塵等の発生を極力抑え、作業時間を厳守し、工程通りに工事を進めることであった。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 建物概要
- § 3. 耐震補強
- § 4. 固有周期の測定
- § 5. まとめ

することで、地震に対する安全性を確保することにした。

ここにピロティ形式の建物における耐震補強の施工例を紹介する。

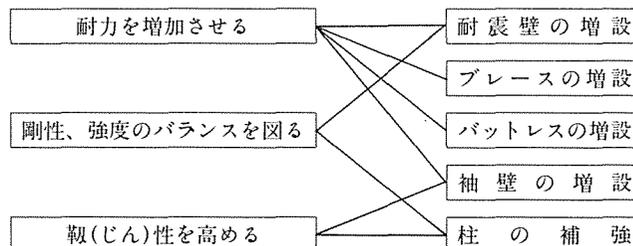
なお、建物の耐震補強方法についてはTable-1のように分類できる。

§ 1. はじめに

従来より集合住宅に限らず中低層RC建物では、1階部分を多目的に利用する関係から1階はラーメン構造としてピロティを設け、2階から上部を壁式構造とする当社のような例が多く見受けられた。しかし、最近の宮城県沖地震等による地震の被害が、こうしたピロティ形式の建物に多く発生し、地震に対する安全性が問題視されている。

昭和56年6月1日より新たに建てる建物は、地震力を十分配慮した新耐震設計法の適用を受けるが、当建物は企業が独自に、この新耐震設計法にのっとり自社社宅の耐震診断を行った結果、ピロティ部分に耐震壁を増設

Table-1 耐震補強方法の種類
 Types of aseismatic strengthening of existing R.C.buildings



§ 2. 建物概要

この建物は、昭和35年~28年にかけて建設されたRC造5階建の社宅で、1階はラーメン構造を採用した全面ピロティ一部C.B.造の倉庫があり、2階以上は壁式構造の住宅となっている。建物は敷地内に3棟あって、全て同形式の構造である。

建物概要をFig-1に掲げる。

*四国(支)高松(出)
 **技術研究部原子力室係長
 ***技術研究部原子力室
 ****技術研究部技術研究所

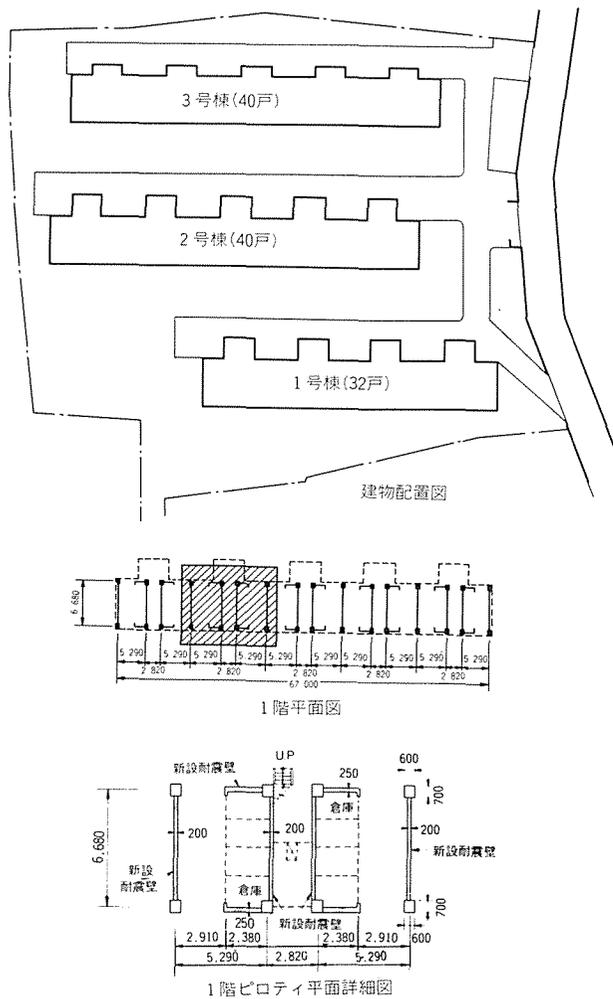


Fig-1 建物概要
Outline of buildings

§ 3. 耐震補強

1階ピロティ部分耐震壁補強工事の施工概要を以下に述べる。

3-1 ホールインアンカーの施工

増設する耐震壁の配筋は、縦、横ともD13-150mmピッチ(ダブル)となっているが、各鉄筋を夫々既設の躯体にアンカーすることは大変な手間と時間がかかるため、耐震壁の上下に差筋を設けて構造の一体化を図ることにした。

差筋は既設梁にD16をホールインアンカーにて150mmピッチに取付け、取合部にはD10のスパイラル筋を流した。

差筋の取付状況をPhoto-1に、耐震壁の配筋状況をPhoto-2, 3に示す。

差筋のアンカーには、ケミカルアンカー及びカットアンカーを採用した。施工に先立ち、アンカーの引抜耐力

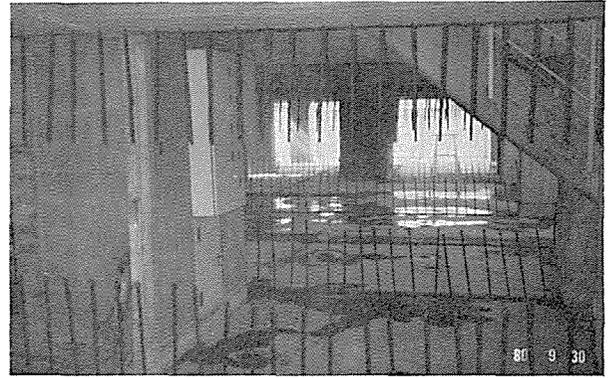


Photo-1 差筋の取付状況
Setting of reinforcing bars

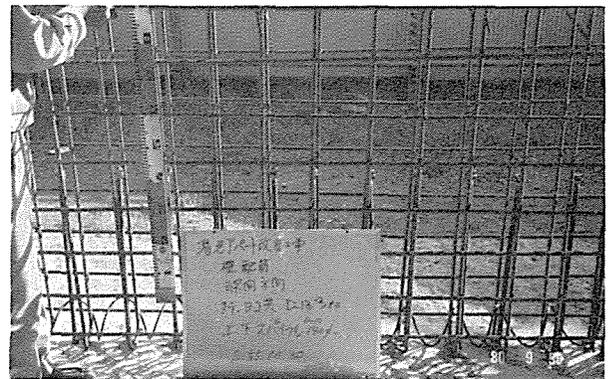


Photo-2 耐震壁配筋状況(壁下部)
Bar arrangement of R.C. wall

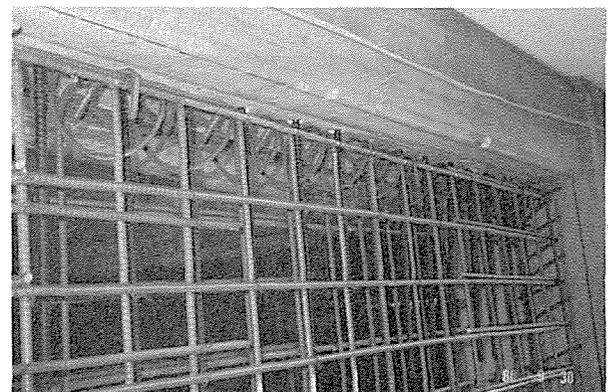


Photo-3 耐震壁配筋状況(壁上部)
Bar arrangement of R.C. wall

を確認するため、地中梁と土間コンクリートにテスト用アンカーを打込み引抜試験を行った。結果はケミカルアンカーが平均6.6tf/本(64.7KN/本)、カットアンカーでは平均4.8tf/本(47.0KN/本)の耐力が得られることが分った。(Photo-4, 5, 6参照)

施工に際しては、アンカーの埋込み作業で多量の粉塵が発生するため、入居者へ迷惑をかけないように水撒きや



Photo-4 土間コンクリートが破壊した状況
Failure pattern of floor concrete on ground

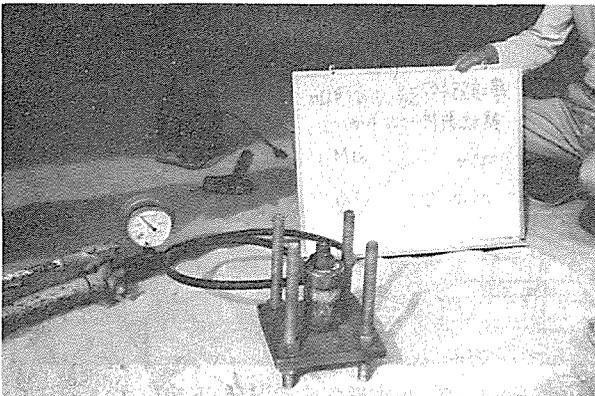


Photo-5 カットアンカー引張試験
Pull-out test of cut-anchor

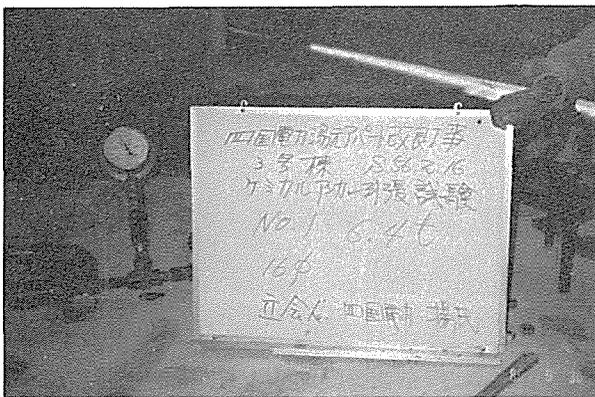


Photo-6 ケミカルアンカー引張実験
Pull-out test of chemical-anchor

養生シート張りなどの粉塵対策に特に気を配った。なお、アンカーの全数量は、3棟で約7,200本使用した。

アンカーの施工方法をFig-2, 3に掲げる。

3-2 コンクリート工事

コンクリートの打設方法は、天端に既設の梁があるため上部に投入口（アゴ型枠）を設けて横からの流し込み

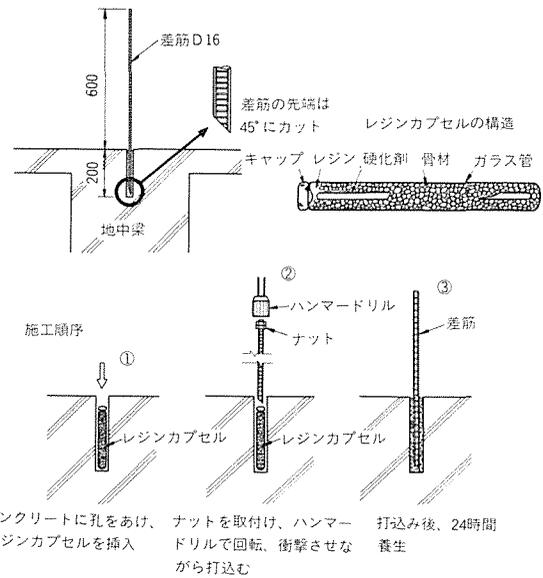


Fig-2 ケミカルアンカーの施工方法
Execution-work of chemical-anchor

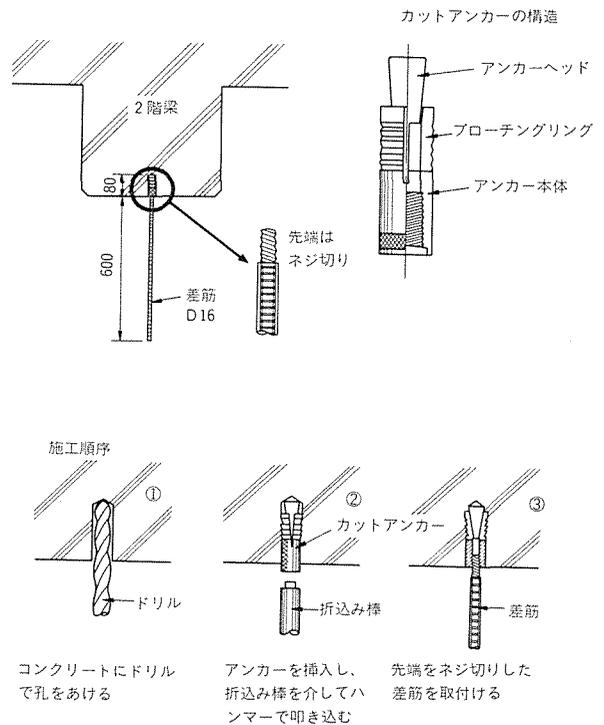


Fig-3 カットアンカーの施工方法
Execution-work of cut-anchor

とした。打設はポンプで周囲を廻し打ちしながら一旦梁下20cmぐらいの所で止め、バイブレーター等で締め固めた後、更に上部を打ち足した。

打設したコンクリートは必ず沈降し、どうしても既設の梁底との間に隙間ができるため、当初、コンクリートに膨張性混和材の混入を検討したが、施工的に梁との密

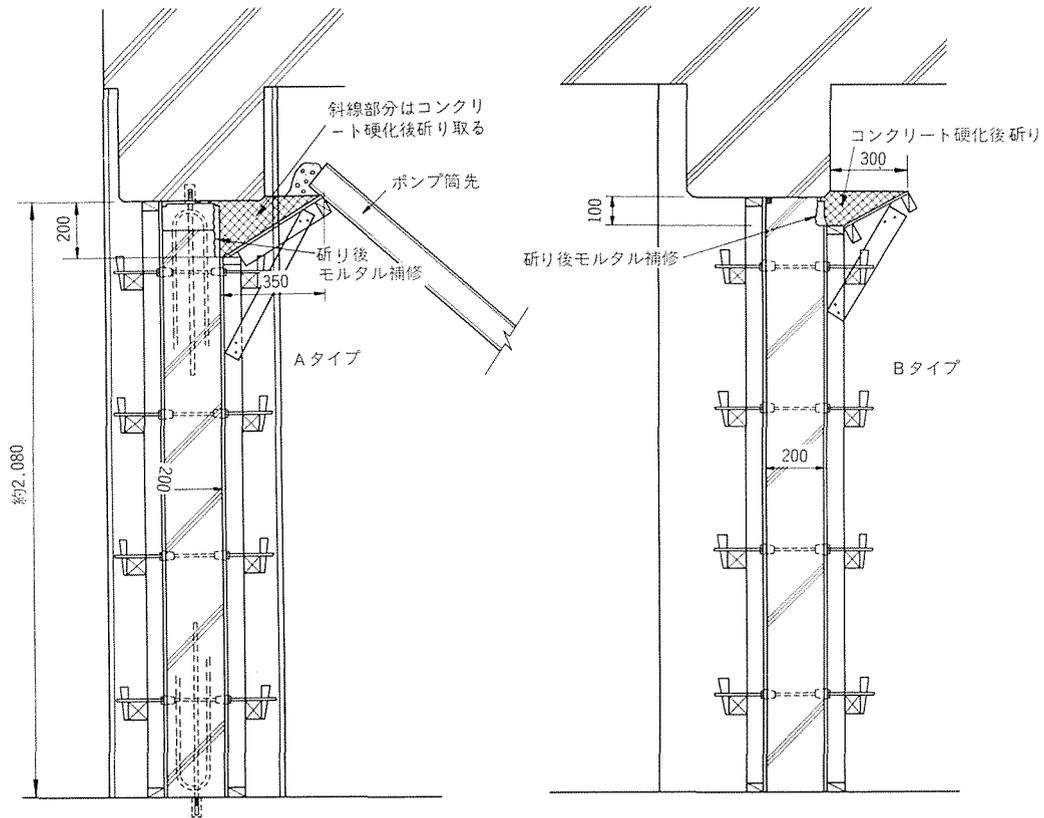


Fig-4 型枠組立姿図
Setting elevation of form

着が不確実と判断し、型枠脱型後の梁との隙間はモルタル圧入で処理することにした。

なお、コンクリートはできるだけ梁下まで廻るように投入口（アゴ型枠）天端まで打設し、硬化後、その部分を研り取るようにした。

型枠の組立状況を Fig-4 に示す。

3-3 グラウトモルタルの施工

型枠を脱型したところ、当初の予想通り梁底と新設壁との取合部には10mm～15mm程度の隙間が発生していた。

グラウトモルタルの施工方法は、先ず最初に隙間の両側へ急結材入りモルタルを充填し、同時に50cm間隔に透明のビニールパイプ（径10mm）を埋込んでおく。このビニールパイプから手押しポンプでグラウト用のモルタルを圧入し、次のビニールパイプより漏出するのを見計らって両方のビニールパイプの先端を番線等で結束した。続いて次のビニールパイプよりこれを順次繰返し、モルタル充填を行った。（Fig-5）

なお、グラウト用モルタルのセメントには膨張性と早強性を兼ね備えたアルミナセメントを採用した。

モルタルの圧入状況を Photo-7, 8 に、配合及び圧縮強度試験の成績表を Table-2 に掲げる。

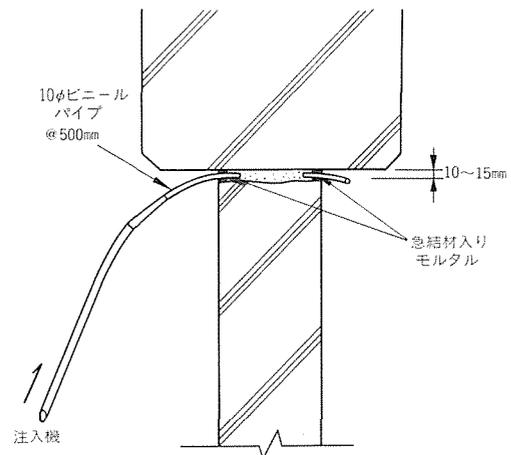


Fig-5 グラウトモルタル圧入方法
Execution-work of grouting under pressure

Table-2 グラウト用モルタルの配合と圧縮強度
Mix-proportions of grouting mortar and compressive strength

材 料	容 積 比
アルミナセメント	1.0
硅砂（8号）	1.5
水	1.5

圧縮強度試験結果 平均466kgf/cm² (45.7Mpa)

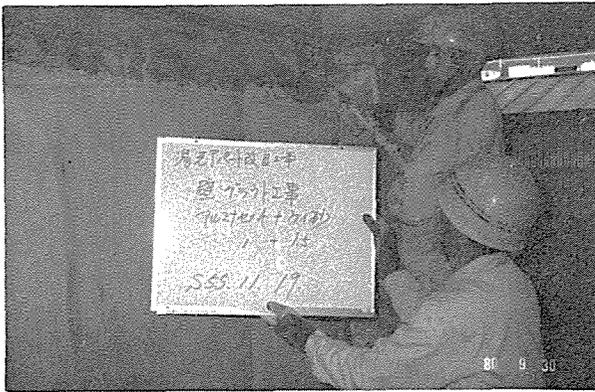


Photo-7 グラウト圧入状況
Execution-work of grouting under pressure

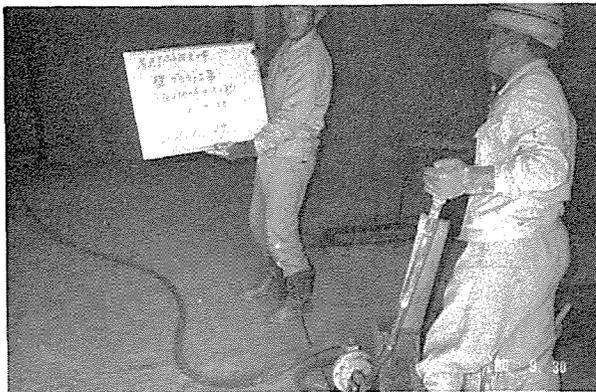


Photo-8 グラウト圧入状況
Execution-work of grouting under pressure

§ 4 . 固有周期の測定

耐震壁の補強による建物固有周期の相違を調査するため、建物屋上において常時微動を測定した。以下に測定仕様及び測定結果について述べる。

4-1 測定仕様

測定位置及び測定機器等の仕様を Table-3, Fig-6 に掲げる。

4-2 測定結果

耐震壁補強前後における常時微動の値を高速フーリエスペクトル変換し、そのピーク値を Table-4 に掲げる。

Table-3 測定仕様
Specification of measurement

測定日	昭和55年10月7日 (補強前) 昭和56年4月2日 (補強後)
測定場所	四国電力(株)湯元アパート 1~3号棟屋上
測定器	振動計: 6 V06 (三栄測器) ピックアップ: MTK・H-1 C (保坂振動) MTK・V-1 C (") 記録計: 5 M21 (三栄測器) データレコーダ: UN-61430 (SONY) 分析器: TR-9305 (タケダ理研)

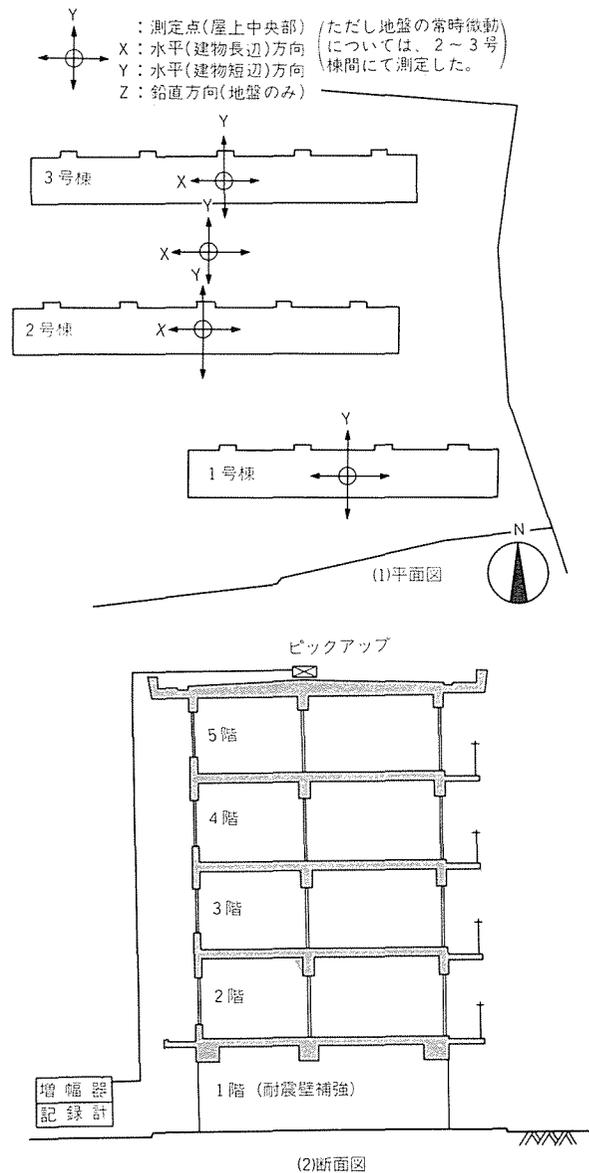


Fig-6 測定位置図
Observation points

Table-4 固有周期の測定結果
Value of natural period

棟番号	摘要	X 方向		Y 方向	
		S	Hz	S	Hz
1号棟	補強前	0.3531	2.83202	0.2626	3.80859
	補強後	0.2857	3.5000	0.2424	4.1250
2号棟	補強前	0.2275	4.39453	0.2438	4.10156
	補強後	0.2424	4.1250	0.2424	4.1250
3号棟	補強前	0.5389	1.85547	0.2768	3.61328
	補強後	0.4395	2.2750	0.2666	3.7500

4-3 測定結果の検討

測定結果によると、Table-4に示したように1号棟のX方向と3号棟の固有周期については補強前後で大きな変化が見られるものの、他ではそれほど顕著な変化を示

していない。

そこでFig.-7に示すような簡易な振動モデルを設定し、建物の剛性を高める（耐震壁による補強）ことによる1次固有周期の変化を K_1/m_1 、 $K\theta/m_0$ 、 $K\theta/I\theta$ をパラメーターとして計算してみた。

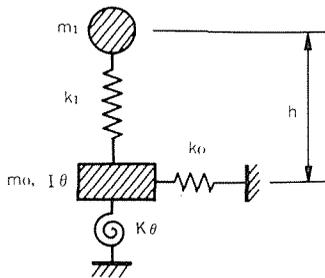


Fig-7 モデル図 Model

- ただし、 K_1 ：建物の剛性
- m_1 ：建物の質量
- K_0 ：スウェイバネ定数
- m_0 ：基礎質量
- $K\theta$ ：ロッキングバネ定数
- $I\theta$ ：基礎回転質量

とする。

パラメーターの範囲は、京都大学小堀研究室による当建物の「耐震診断報告書」を参考にして設定した。

計算結果のうち建物の剛性変化と1次固有周期の変化をFig.-8に掲げる。また、Fig.-9には $K_1/m_1 = 500 (S^{-2})$ を基準としてノルマライズしたものを掲げる。

この図よりX方向については、地盤定数による変化は少なく、建物の剛性による固有周期への影響が大きい。また、Y方向については、地盤定数のうち特に回転成分の影響が大きいので、建物の剛性を高めても1次固有周期の変化に対する影響が少ないことが分る。

以上のことは、測定結果で1号棟と3号棟のX方向固有周期の変化が大きく、Y方向では変化が少なかったことと符合する。なお、2号棟のX方向については、Table-4の補強前の値を見ても分かるように、もともと建物自体の剛性が高く、耐震補強による固有周期への影響が少なかったものと考えられる。

§ 5. まとめ

当建物の耐震補強工事から、建物の剛性を高めても、地盤との関連で1次固有周期の値が大きく変化する場合と変化しない場合があることが判明した。この他、数多くの貴重なデータも得られ、また、測定に際して四国電

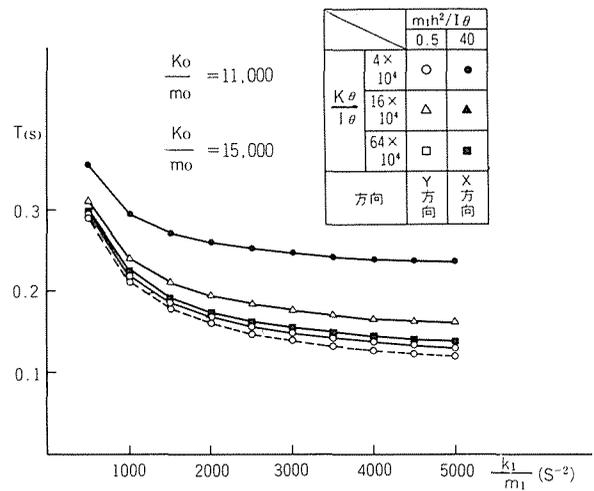


Fig-8 1次固有周期と剛性の変化
Primary natural period and stiffness value

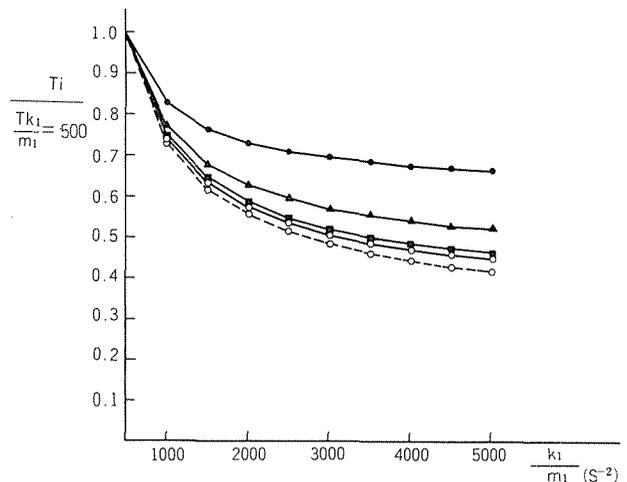


Fig-9 1次固有周期と剛性の変化
Primary natural period and stiffness value

力(株)建設技術部の方々に種々御協力頂き、改めて感謝の意を表する次第です。

参考文献

- 1) 「四国電力かたもとアパート(第3号)耐震診断報告」昭和54年3月京大小堀研究室
- 2) 「竹中技術研究所報告」No.21 (昭和54年)