

建家老朽調査（玉川大学工学部）

Decrepit Research of Building (Faculty of Engineering, Tamagawa University)

西山 直洋*	神谷 宏**
Naohiro Nishiyama	Hiroshi Kamiya
斉藤 顕次**	牧野 清***
Kenji Saitō	Kiyoshi Makino
増田 一雄****	江藤 保博*****
Kazuo Masuda	Yasuhiro Etō
古美門 利明*****	
Toshiaki Komikado	

要 約

本書は玉川大学工学部校舎の総合劣化診断調査報告であり、調査内容および結果の検討手法を紹介したものである。

調査結果によれば、材料および設備については経年と比べ比較的良好あるいは通常の劣化程度となっていたが、構造においては現行の設計基準と照し合せると、かなり低い指標値となり、現状のままでは耐震性上危険であることが判明し、大がかりな耐震補強を行う必要があると提言した。

目 次

- §1. はじめに
- §2. 建物概要
- §3. 基礎および地盤調査
- §4. 材料調査
- §5. 振動調査
- §6. 耐震診断
- §7. 補強および補修の検討
- §8. 給排水設備調査
- §9. 電気設備調査
- §10. 総合考察
- §11. おわりに

§1. はじめに

本書は、玉川大学工学部建家老朽調査の報告書である。当該建物は昭和38年に当社が建設した地上4階建、地下3階建の鉄筋コンクリート造建家で、今回、大規模な

改修工事を行うにあたり、材料・構造および設備の面から総合的な建家診断を行い、現状の建家劣化状況を確認し、その程度により補修および補強方法を検討したものである。

§2. 建物概要

建 家 名 称：玉川大学工学部
 所 在 地：東京都町田市玉川学園6-1-1
 竣 工 年：昭和39年
 設 計：蛭田研究室
 施 工：西松建設株
 敷 地 面 積：9,570m²
 建 築 面 積：約3,600m²
 延 床 面 積：約14,300m²
 構 造・規 模：鉄筋コンクリート造地上4階・地下3階
 基 礎：コンクリート既製杭およびベタ基礎
 外 壁 仕 上：柱・梁：モルタルの上リシン吹付
 腰 壁・壁：煉瓦色のタイル貼
 建物の平面図を Fig. 1 に、外観を Photo 1 に示す。

*技術研究部建築技術課係長
 **技術研究部技術研究所副所長
 ***技術研究部技術研究所係長
 ****設備部設備課長
 *****建築設計部構造課
 *****東京建築(支)玉川学園(出)所長

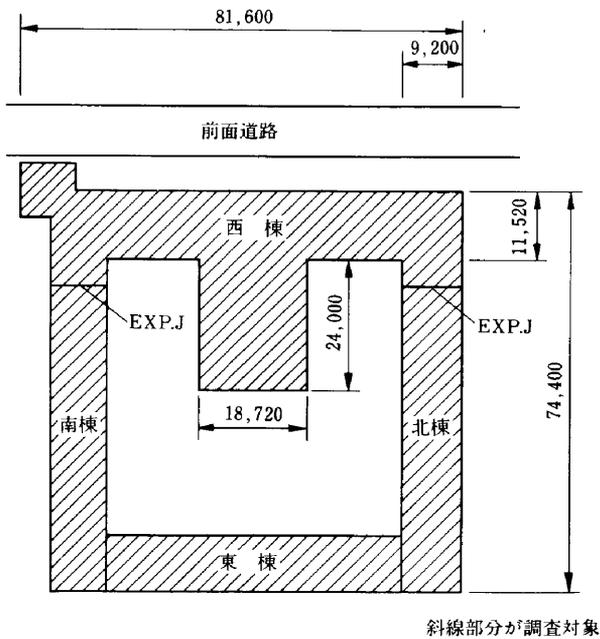


Fig.1 玉川大学工学部校舎配置図



Photo 1 玉川大学工学部外観

§ 3. 基礎および地盤調査

3-1 調査内容

建家老朽化調査における基礎調査は、建家基礎部の耐久性を、また、地盤調査は、基礎支持地盤の地耐力を明らかにすることを目的としている。

当建家は起伏の激しい丘陵地に建てられ、複雑な地層を持つ場所のため、建設時に基礎形状や深さが設計図書と大きく変更された経緯がある。しかし、当時の建家基礎と支持地盤との関係を示す書類が見当たらず、現在どのような状況にあるかが一切不明なため、まずこれを明らかにすることを主眼に、建家の不同沈下量の測定、地質ボーリング、一部基礎部分の掘削調査等を行った。

3-2 不同沈下の調査

建家基礎及び基礎地盤の異状は、一般に建家の不同沈

下という形で現われてくるため、建家の不同沈下の有無を調べることは基礎及び基礎地盤の状態を知る上できわめて重要なことである。

不同沈下の調査測点は、1階フロアーの柱位置床面、中央棟テラスコンクリート面、及び東棟屋上縁コンクリート面とした。

調査の結果、相対変位で傾斜が認められる区域が見られ、最大の相対変位量は西棟の測点3~4間の30mmであった。その他、南棟の測点4~6間、8~9間で18mmの相対変位量を示していた。

測点3~4間の相対変位量30mmというのは、変形角にすると $3.1 \times 10^{-3} \text{rad}$ に相当するが、建築基礎構造設計規準・同解説によれば、この数値は変形角の上限値を超え、多数のひび割れが生じ、障害が発生する値に該当する。しかし、上階の柱、梁、床面には全く異状が見られず、障害も発生していないことから、この値は単に施工不良による床面の凹凸、傾斜及び今回調査時の測定誤差等によるもので、基礎あるいは基礎地盤が異状を示しているものとは考えられない。従って、不同沈下の調査結果から、建家の基礎及び基礎支持地盤については現時点では何の異状もないと判断した。

3-3 基礎地盤の調査

玉川大学工学部の建家は多摩丘陵と称する丘陵に立地しており、文献(関東地質図)によると地質層序はFig.2のように表わされる。

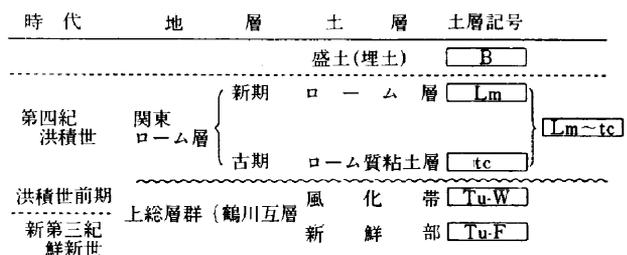


Fig.2 丘陵地地質層序

調査結果から当建家の基礎支持地盤は、Fig.2の鶴川互層の新鮮部、土層記号でTu-Fの良好な地盤に置かれているものと考えられる。Tu-F層は、 $N=30\sim50$ 以上の地盤で、ボーリング等の調査結果からTu-F層の上面深度の標高はFig.3のようになっていると推定できる。これを建物に当てはめてみると北棟は基礎地形の尾根筋に西棟、南棟は山腹に、東棟は谷筋を横断してそれぞれ建てられており、基礎支持地盤はかなり複雑な様相を呈している。

既存設計資料(S. 37. 8)の「玉川学園大学工学部新

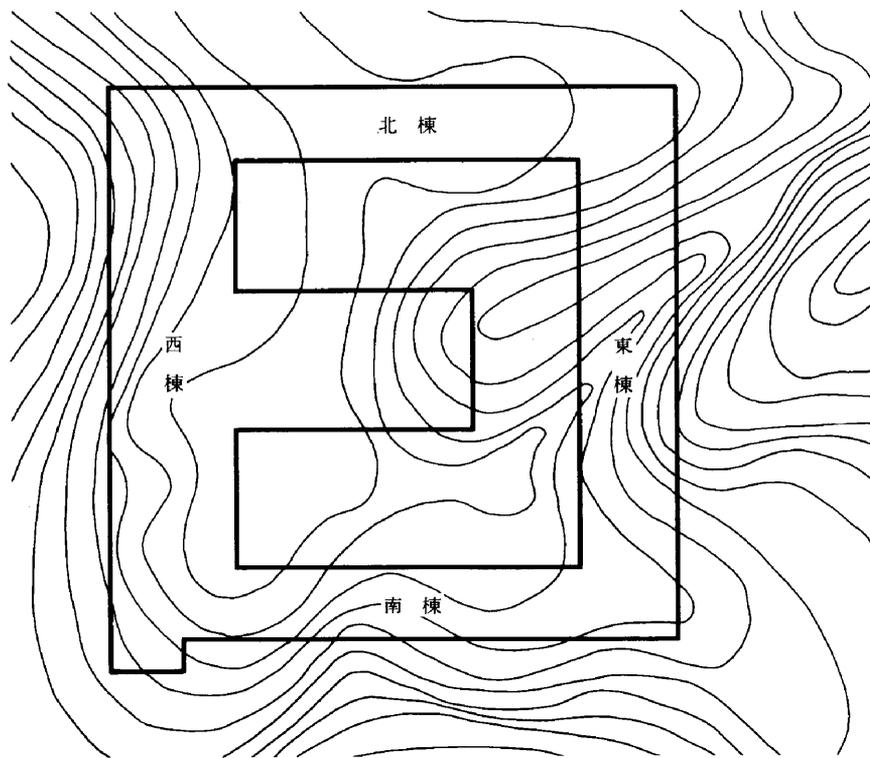


Fig.3 Fu-F層(支持地盤層)の上面標高図

築工事設計図」と地質調査の結果から、建家基礎と基礎支持地盤の関係を推定すれば、基礎形式は直接基礎と杭基礎の異種複合基礎となっており、基礎支持地盤(Tu-F層)に根入れが達していない所も見られる。なお、東棟の基礎については既存の設計資料がないため、基礎形状等が不明であるが、前記と同様に杭基礎を主体とした直接基礎との複合基礎と考えられる。

Fig. 2の地質層序に示す各地盤の支持力を建設省告示111号に基づいて推定すると次のようになる。

盛土B(N=1~3)	長期許容支持力度2t/m ²
関東ローム層 $L_m(N=4\sim6)$	5t/m ²
関東ローム質粘土層 $t_c(N=2\sim10)$	10t/m ²
鶴川互層(風化帯)Tu-W(N=10~30)	10t/m ²
鶴川互層(新鮮部)Tu-F(N=30~50以上)	30t/m ²

杭基礎について杭1本当りの支持力を、先端支持力のみを期待するものとして建設省告示111号に基づいて求めると次のようになる。

杭の有効断面積は直径30cmのコンクリート杭として $A_p = \pi/4 \times 0.3^2 = 0.0707\text{m}^2$ 、基礎地盤の平均N値はTu-F層(鶴川互層新鮮部、 $N=30\sim50$ 以上)として $\bar{N}=40$ とする。

打込み杭の場合の長期許容支持力

$$Ra = \frac{30}{3} \bar{N} \times A_p = \frac{30 \times 40}{3} \times 0.0707 = 28.3\text{t/本}$$

埋込み杭の場合の長期許容支持力

$$Ra = \frac{20}{3} \bar{N} \times A_p = \frac{20 \times 40}{3} \times 0.0707 = 18.9\text{t/本}$$

既存の設計資料によれば、直接基礎は長期地耐力40t/m²、杭基礎はコンクリート既製杭($D=300\text{mm}$ 、 $l=500\text{cm}$)で長期杭支持力25t/本となっている。

現時点でこの設計値を評価すると、直接基礎については過大であり、杭基礎については埋込み杭と同等であるとするならば、同じく過大であると判断される。

しかし、3-2不同沈下の調査で述べたように、建家の基礎に係わる異状が認められないことから、建家の荷重と基礎地盤の支持力との対応関係は、安全率が計算上3.0から2.25(直接基礎の場合)に低下するものの、構造耐力上は、問題ないと考えて良い。

同一建家に異種基礎が混在することは、地震力などの水平力に対する基礎の水平耐力に相違を生じ、地震時には上部構造は破壊されないものの、下部構造の変形などによって建家の機能が損なわれる可能性がある。

3-4 基礎部の調査

建家基礎部の状況を明らかにするために、H~18通りの柱基礎部を掘削した。

H~18通りの柱基礎部は、既存の設計図書によれば、1階フロー面より約1.0m下がりて基礎のフーチングが露出するようになっており、約1.2~1.4mの深さ、一

部1.8mの深さまで人力で掘削した。

掘削の状況を Photo 2 に示す。しかし現状は、この掘削深度において基礎フーチングは確認できず、実際の基礎の形状は、この柱基礎において既存の設計図書と相違していた。



Photo 2 基礎掘削状況

また、補強コンクリートのハンチ部は124cm掘削しても見当たらず、柱コンクリート面とつなぎ梁補強コンクリート面との段差が35mmもあり、いずれも既存設計図書と大きく違っていることが判明した。

地中梁の補強コンクリートの状態はきわめて良好な状態を示しており、シュミットハンマーによる圧縮強度の非破壊試験結果に示すように強度上の問題は見られなかった。

しかし、左右両側の補強コンクリートに挟まれた柱のコンクリート面にはかなりの大きさの豆板が幅16cmにわたって現われており、表面的に見ても良いコンクリートとはいえない。

設計図書と実際の基礎形状との相違は、建家基礎の支持力評価の変動に結びつくものであるが、全部の基礎が実際にどのような形状に作られているかを調査することは現時点では事実上不可能である。

3-5 まとめ

調査の結果、次のことがいえる。

- 1) 建家には不同沈下は発生していない。
- 2) 既存設計資料による建家基礎面と、地盤調査の結果より推定した基礎支持地盤面とを照合すると、一部の建家基礎の基礎支持地盤に根入れされていないと思われるものが見られる。

- 3) 現時点における独立基礎、杭基礎の許容支持力を算定すると、既存設計資料の設計値より若干低めの値となる。
- 4) 現在まで建家に変状が見られないことから、建家基礎の支持力には問題ではなく、現状のままで推移するならば将来的にも問題はない。
- 5) 基礎支持地盤面の複雑な形状と、それに伴う同一建家における異種基礎の混在は、地震力などの水平耐力にアンバランスを発生させる可能性があり、基礎部の変状によって建家の機能が損なわれることが懸念される。
- 6) 基礎部の地中梁補強コンクリートは良好な状態で、中性化も見られず耐久性は問題ない。

§4. 材料調査

4-1 調査内容

材料調査の目的は、構造体としての鉄筋およびコンクリートの保有強度を確認し、部材寸法の実測、実荷重調査など構造計算のための基礎データを作成すること、および材料的見地から、当該建家の現在の老朽がどの程度進んでいるかを把握するとともに、補修および補強方法の検討資料とすることにある。

調査は、構造上支障のない箇所を選んで試料を採取し、コンクリート及び鉄筋の強度、中性化状態、化学分析による配合推定や塩分分析等を実施した。

4-2 コンクリート強度試験

コンクリートコア採取による圧縮強度試験とシュミットハンマーによる圧縮強度の非破壊試験を実施し、建家全体の平均強度の確認を行った。結果を Table 1, Table 2 に示す。

4-3 鉄筋強度試験

試験は4試料について JIS G 3112 および JIS Z 2241 にしたがって実施した。試験結果を Table 3 に示す。

4-4 コンクリートの中性化試験

試験位置の仕上材およびコンクリートをはつり取り、そこにフェノールフタレインの1%エチルアルコール溶液を噴霧した時のアルカリ呈色反応から、コンクリートの中性化深さを求め、その劣化状況を確認した。結果を Table 4 に示す。

4-5 コンクリートの配合推定

コンクリートの圧縮強度試験片を用い(社)セメント協会のコンクリート専門委員会報告 F18「硬化コンクリートの配合推定に関する共同試験報告」による方法にしたがって配合推定を行った。結果を Table 5 に示す。

Table 1 コンクリートコアによる圧縮強度試験結果

棟名	供試体番号	平均直径 (cm)	平均高さ (cm)	補正係数	圧縮強度 (kgf/cm ²)	ヤング係数 (×10 ³ kgf/cm ²)
東棟	①	10	12.7	0.94	264	2.87(2.41)
	②	10	10.9	0.85	247	2.69(2.33)
	③	10	13.1	0.94	235	2.13(2.28)
	平均				249	2.56(2.34)
西棟	①	10	13.9	0.95	137	0.99(1.74)
	②	10	16.9	0.97	134	2.01(1.72)
	③	10	17.3	0.98	215	2.61(2.18)
	平均				162	1.87(1.88)
南棟	①	10	15.7	0.96	213	2.23(2.17)
	②	10	17.0	0.97	271	2.86(2.44)
	③	10	16.9	0.97	250	2.33(2.35)
	平均				245	2.47(2.32)
北棟	①	10	13.6	0.95	234	2.71(2.27)
	②	10	12.9	0.94	293	3.01(2.54)
	③	10	19.0	0.99	290	2.48(2.53)
	平均				272	2.73(2.45)

注：ヤング係数のカッコ内はRC標準の計算値

Table 2 シュミットハンマーによる圧縮強度一覧表

棟	測点No.	F 1	F 2	棟	測点No.	F 1	F 2
東棟	①	219	188	西棟	①	-	-
	②	212	183		②	190	166
	③	206	178		③	274	231
	④	173	153		④	174	154
	⑤	165	147		⑤	230	197
	⑥	181	159		⑥	264	222
	⑦	161	144		⑦	241	205
	⑧	185	162		⑧	199	173
	⑨	166	147				
	平均	185	162		平均	224	192
	標準偏差	21	16		標準偏差	35	27

F 1：日本材料学会式による推定強度(kgf/cm²)
 F 2：東京都材料検査所式による推定強度(kgf/cm²)

Table 3 鉄筋の引張試験結果

供試体番号	直径 (mm)	降伏点 (kgf/mm ²)	引張強さ (kgf/mm ²)	伸び (%)	破断位置
①	8.7	44	77	13	標点内破断
②	15.6	34	48	31	同上
③	12.1	33	43	36	同上
④	8.5	46	80	14	同上

Table 4 中性化試験結果

棟名	試験番号	環境	部材名	仕上材種	中性化深さ (mm)
東棟	①	屋内内	柱	モルタル	0
	②	屋内内	柱	モルタル	0
	③	屋内内	柱	モルタル	0
	④	屋内内	柱	モルタル	0
西棟	①	屋内内	柱	モルタル	0
	②	屋内内	柱	モルタル	10
	③	屋内内	壁	モルタル	5
南棟	①	屋内内	柱	モルタル	0
	②	屋内内	柱	モルタル	0
	③	屋内内	柱	モルタル	25
	④	屋外	柱	モルタル	0
	⑤	屋外	壁	モルタル	0
	⑥	屋外	壁	モルタル	0
	⑦	屋外	壁	モルタル	7
	⑧	屋外	壁	モルタル	15
	⑨	屋外	壁	モルタル	0
北棟	①	屋内内	柱	モルタル	0
	②	屋内内	柱	モルタル	15
	③	屋内内	柱	モルタル	8
	④	屋外	壁	モルタル	3
	⑤	屋外	壁	モルタル	3
	⑥	屋外	壁	モルタル	2
	⑦	屋外	壁	モルタル	0

Table 5 コンクリートの配合推定結果

棟名	供試体番号	セメント量 (%)	水量 (%)	骨材量 (%)	水セメント比 (%)
東棟	①	18.6	8.9	72.5	47.8
	②	17.3	9.8	72.9	56.6
西棟	①	15.6	8.5	75.9	54.5
	②	16.6	9.4	74.0	56.7
南棟	①	15.7	9.8	74.5	62.4
	②	19.5	9.6	70.9	49.2
北棟	①	14.1	8.5	77.4	60.3
	②	12.6	8.7	78.7	69.0

4-6 コンクリートの塩分試験

コンクリート中の含有塩分量を推定するために、コンクリート工学協会の「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法(案)」による分析試験を実施した。試験結果を Table 6 に示す。

4-7 仕上材・その他調査

1) ひび割れ調査

目視観察による仕上げモルタルのひび割れ調査を行っ

Table 6 コンクリート中の含有塩分量

試料番号	塩分量 (g/m ³)
①	1.0以下
②	1.0以下
③	1.0以下
④	1.0以下

た。なお外壁については、漏水を起こしている箇所のひび割れ調査を行うとともに、併せてその箇所のひび割れ原因を推定した。

2) 外壁の剝離調査

外壁タイルやモルタル表面をハンマーで打撃し、音の違いにより剝離部を見つける打撃調査と、赤外線放射温度計による調査を実施した。赤外線放射温度計による調査とは、外壁の表面温度を地上部においたセンサーで測定し、その温度差から剝離箇所を検知する方法で、地上部において調査が可能であり、広範囲な面積を比較的短時間で調査ができる利点を持っている。

3) 防水層の調査

屋上防水層の劣化状況を目視観察で行った。

4) エキスパンションジョイント調査

2箇所あるエキスパンションジョイント部の保護プレートを外し、目視観察を行った。

4-8 変形調査

1) 建物の倒れ調査

建物の倒れの有無を確認するため、建物の出隅部6箇所においてX方向、Y方向それぞれについて光学式トランシットを用いて傾きを測定した。

2) 梁およびスラブのたわみ調査

各棟について大梁で囲まれた小梁を含む床スラブのたわみ量を光学式レベルにより測定し、振動測定と併せてスラブの健全度を確認した。

4-9 まとめ

材料調査により以下のことが判明した。

1) 構造体コンクリートの平均的圧縮強度は250kgf/cm²である。しかし、部分的に豆板・ジャンカ等が見られ、極端に強度の低い部分が存在する。

2) 鉄筋の引張強度は、現在のJIS規格相当品と同程度である。ただし、9φについては規格外となる。

3) コンクリートの中酸化深さは0～25mmの範囲で、平均10mmである。

また、豆板付近のコンクリートでは、一部中性化が進んでいるところも見られるが、鉄筋の被り厚さが十分確保されていたため、鉄筋はいたって健全状態にあ

る。

4) コンクリートの配合推定を行った結果、圧縮強度が極端に低かった西棟の2供試体とその他の供試体の配合推定値では特に大きな違いは見られなかった。このことから、西棟の供試体が低強度であった原因は、配合によるものではなく、豆板の影響と考えられる。

5) コンクリートの塩分試験の結果、当校舎のコンクリートは建設省通達の規定値である300g/m³を大きく下まわっており、塩分を含まない健全なコンクリートといえる。

6) 内壁のひび割れは階段室に多く見られた。このひび割れは、仕上材であるモルタルの乾燥収縮によるものではなく、躯体コンクリートのひび割れによるものである。

外壁のひび割れは窓まわりに多く見られ、一部のものは壁体まで貫通して漏水の原因となっている。こうしたひび割れは仕上材の剥落や構造体コンクリートの劣化を促進するため、補修する必要がある。その他一般的に外壁の変色、白華による汚れが目立つ。

7) 屋上には、ウレタン系の塗膜防水が施されているが、経年劣化が著しくひび割れや剝離した箇所が多くみられ、防水層としての性能がほとんど失われている。現在のところ問題となるような漏水等はまだ発生していないが、劣化状態からこれらの防水層については早急に補修する必要がある。

8) 建物の倒れ、不同沈下および床スラブのたわみについては特に問題はない。

9) 屋上の水切り鉄板を撤去して、エキスパンションジョイントの状況を観察したところ、この部分は施工上の工区分けを目的に設けられたジョイントと思われる。

このジョイント部は、建物の形状から応力集中や若干の挙動が考えられるため、エキスパンションジョイントとしての役目も果たしている。部分的ではあるが、このジョイント付近で比較的幅の大きいひび割れがみられるなどの問題が発生しているので、なんらかの補修が必要である。

§ 5. 振動調査

5-1 調査内容

建家の構造的健全性を評価するため、建物の固有周期や床スラブの減衰定数等の振動調査を実施した。調査は建物の1次固有周期については地上1階から4階まで各階の柱付近の柱脚部と地下2階及び地上3、4階の床ス

ラブ上で、減衰定数については地下2階及び地上3, 4階の床スラブ上でそれぞれの振動性状を測定した。

5-2 測定方法

床スラブ及び建物の固有周期の測定は、床スラブ上の所定の位置に受振用のセンサーを設置し、その点における常時微動を計測した。受振用のセンサーは水平2方向(X及びY方向)とし、振動の特性は変位振幅(mm)とした。

床スラブの減衰定数の測定は、床スラブ上の所定の位置にセンサーを設置し、約5kgのタイヤを80cmの位置より自然落下させた時に発生する床スラブの強制振動を計測した。この場合のセンサーの方向は鉛直方向(Z方向)のみとした。

5-3 測定機器構成

測定に使用した機器の構成を Fig. 4 に示す。

5-4 測定結果

(1) 床スラブの固有振動数

地下2階及び地上3階, 4階の大梁, 小梁と床スラブの各中央における1次固有振動数を Table 7 に示す。

各階の床スラブ固有振動数は3~4 HZの範囲にあり、1次固有周期は0.25~0.3secと考えられる。また、水平方向の固有周期はX方向が0.32secで、Y方向が0.29secでわずかにX方向が長い周期をもっている。

(2) 建物の固有振動数

各階の支柱付近における建物の1次固有振動数を Table 8 および Fig. 5 に示す。

Table 7 床スラブ中央の一次固有振動数

測定場所		振動数	
		1次固有振動数(Hz)	
		X方向	Y方向
地下2階	小梁中央	2.6	2.6
"	スラブ中央	2.7	2.8
3階	大梁中央	3.3	3.7
"	小梁中央	3.3	3.7
"	スラブ中央	3.2	3.7
4階	大梁中央	2.9	3.7
"	大梁中央	3.4	3.5
"	小梁中央	3.4	3.5
"	スラブ中央	3.4	3.4

Table 8 建物の一次固有振動数

	測点1		測点2	
	X方向	Y方向	X方向	Y方向
1階	3.2	3.2	2.8	2.9
2階	3.2	3.6	3.3	2.9
3階	3.2	3.6	3.3	3.8
4階	3.2	3.6	3.4	3.6

建物全体の1次固有振動数は3~4 Hzの範囲にあり、その固有周期は0.25~0.33secと考えられる。水平方向はX方向が2.8~3.4Hz, Y方向が2.9~3.8Hzで

計器名称	形式	備考
受振器	VP-9254	IMV
増幅器	VM-5122	IMV
データレコーダ	MR-30	TEAC
フィルター	BPF-05	IMV
ビジュグラフ	5M-21	三栄測器
分析器	SA-73	RION
ハードコピー	SC-70	RION

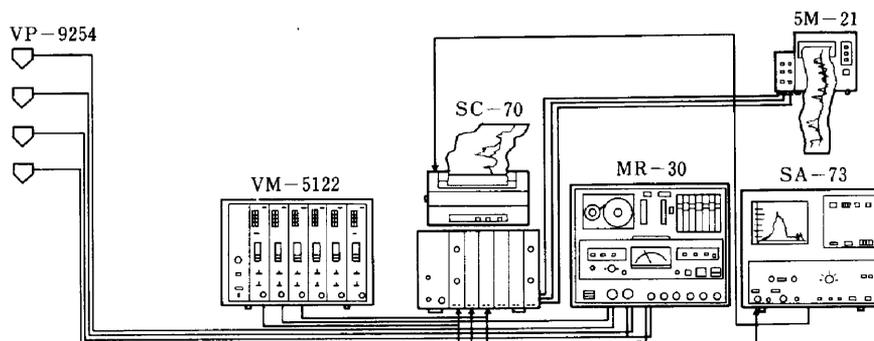


Fig.4 機器構成

わずかに X 方向が長い周期をもっている。

(3) スラブの減衰定数

大梁・小梁及び床スラブ中央における減衰定数を Table 9 に示す。また、振動の減衰波形の例を Fig. 6 に示す。

床スラブの減衰定数は5.4~22.4%の範囲にあり、鉛直方向の固有振動数は16.7~22.7Hz、その周期は0.06~0.045secである。

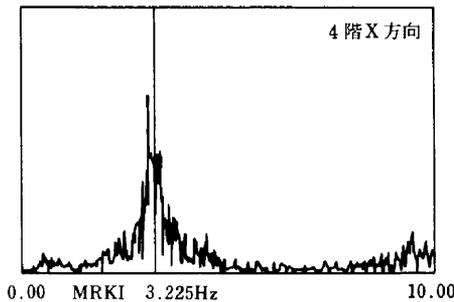


Fig.5 周波数分析

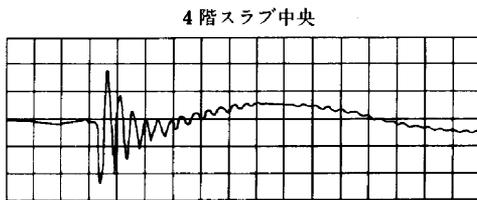


Fig.6 減衰波形

Table 9 減衰定数

		振動数 (Hz)	減衰定数 (%)
地下 2 階	小梁中央	21.3	5.4
"	スラブ中央	21.0	5.4
3 階	大梁中央	22.2	22.4
"	小梁中央	22.7	12.2
"	スラブ中央	22.2	16.0
4 階	大梁中央	18.9	11.1
"	小梁中央	20.0	11.1
"	スラブ中央	18.2	13.1
"	大梁中央	16.7	5.1
"	小梁中央	16.7	9.6
"	スラブ中央	16.1	8.6

5-5 まとめ

(1) 当建家の 1 次固有周期は実測の結果 0.25~0.33sec の範囲にあることがわかった。当建物のような中低層

建物がもつ 1 次固有周期は、多くの実測例から次のような相関関係が導き出されている。

(a) 基本周期 T (s) と建物の軒高 H (m) との関係は SRC, RC 造の場合 $T=0.015H$ で示される。

(b) また、基本周期 T (s) と建物の階数 N との関係は $T=0.045N$ で示される。

今回の測定結果を Fig. 7, Fig. 8 に示す相関図に対比させてみると、両方とも実測値が相関直線に近い位置にあり、当建物の剛性としては平均的なものを保有していると思なすことができる。

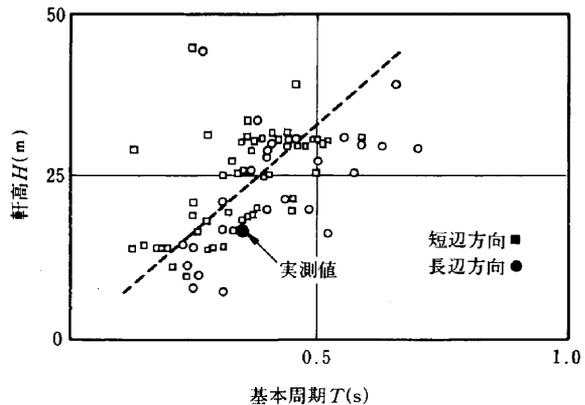


Fig.7 基本周期-軒高 (SRC, RC 造)

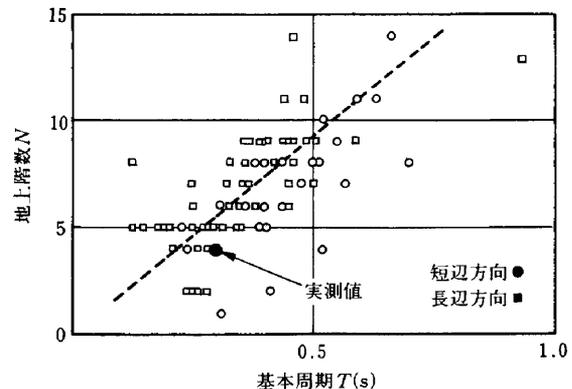


Fig.8 基本周期-地上階数 (SRC, RC 造)

(2) 床スラブの減衰定数は実測結果から 5.4~16.0% の範囲にあることがわかった。減衰定数は、床スラブの構造及び固有振動数によって大きく変化する。多くの実測例とこの関係を表わしたものが Fig. 9 である。この図に実測値をプロットしてみると、当建家の床スラブの減衰定数はほぼ実測例の分布中にあり、平均的な減衰定数を持つ床スラブといえる。

(3) 以上の結果から当建家は通常の建物が備えている剛性とほぼ同程度のものを保有しており、構造的に振動障害が発生するおそれはない。

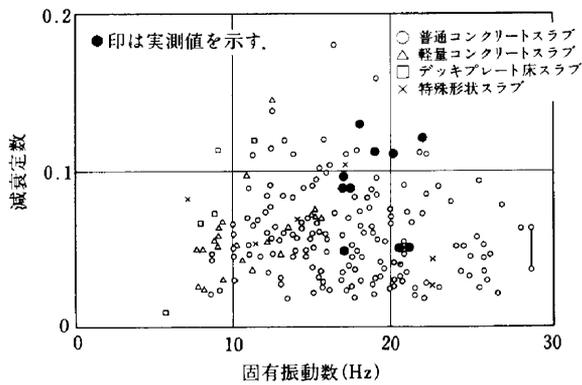


Fig.9 固有振動数と減衰定数

§ 6 . 耐震診断

6-1 検討内容

現地調査及び各種材料試験結果をもとに、当建家の耐震性について日本建築学会の耐震診断基準に基づいて検

討を行った。検討内容は次の通り。

- 1) 「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準」による1次診断及び2次診断を行う。
- 2) 保有水平耐力を算定する。
- 3) 上記の結果により耐震判定を行い、補強案を示す。
(改修設計は補強位置等決定後、別途行うものとする。)

耐震診断手順の流れを Fig. 10 に示す。

6-2 検討結果

検討結果を Fig. 11~Fig. 14 に示す。

6-3 まとめ

耐震診断及び保有水平耐力の算定結果によると当建物は各棟共、耐震性に優れた建物とは言えないと判断される。

耐震診断においては、特に3階以下で I_s 指標値がやや疑問あり~疑問ありのランクに位置し、保有水平耐力においては、全階において必要保有水平耐力を大中に下廻

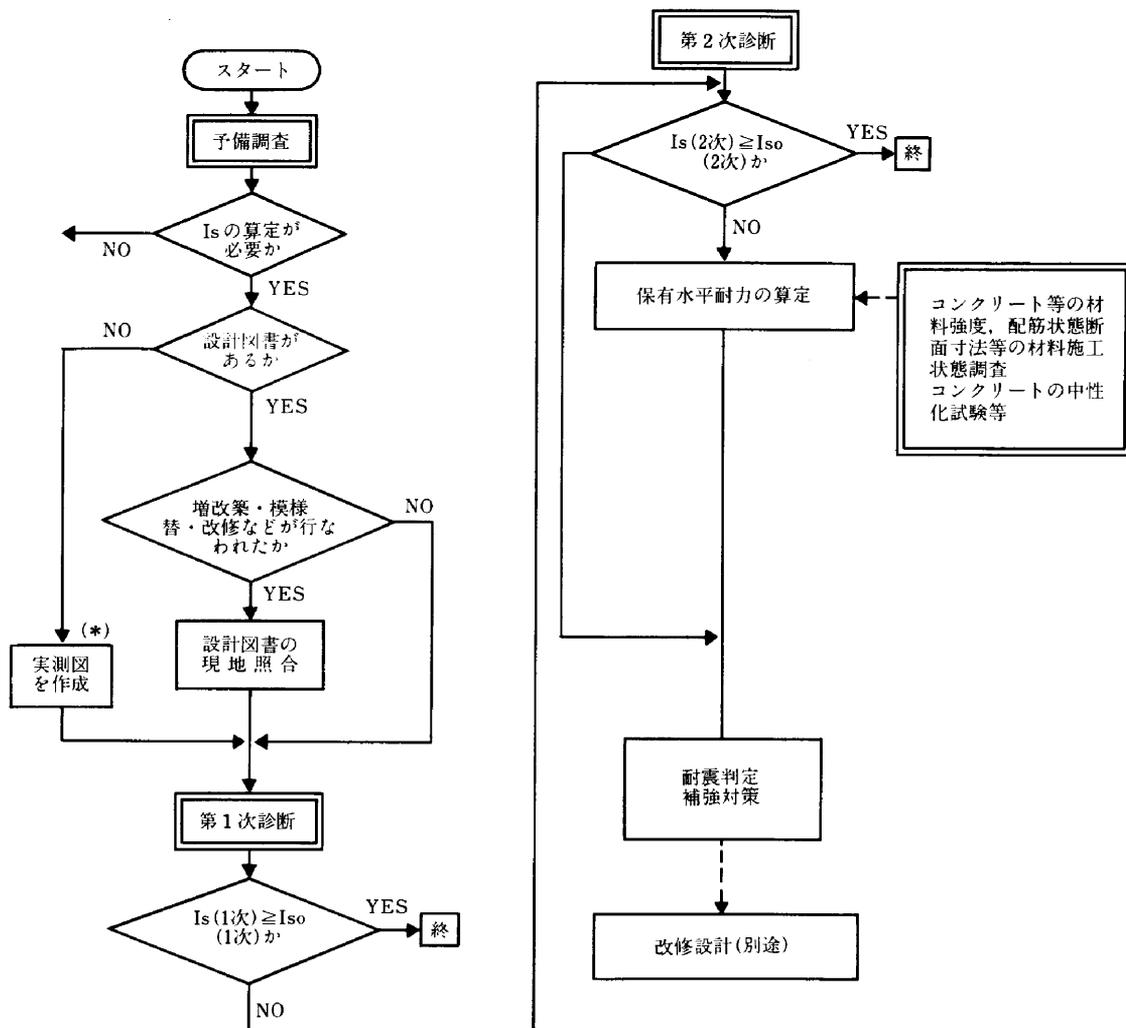


Fig.10 耐震診断手法

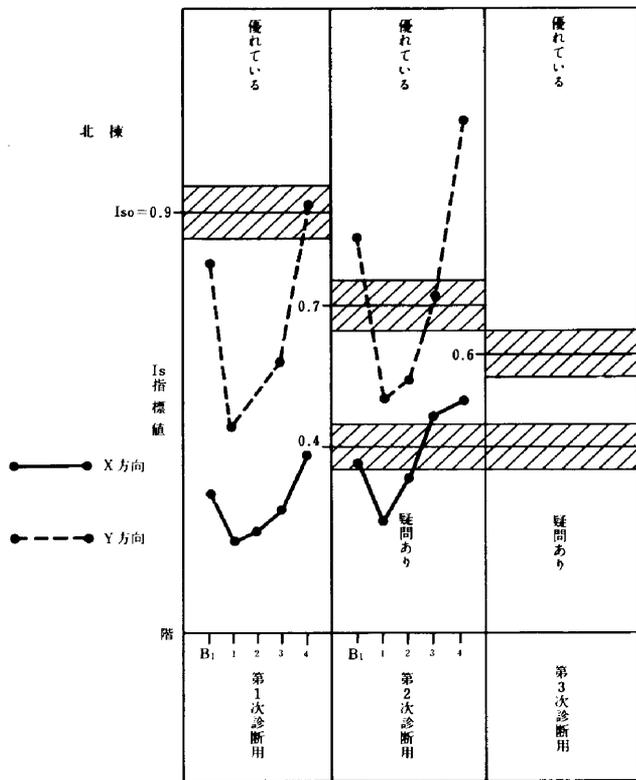


Fig.11 耐震診断基準による第1次,第2次診断結果(北棟)

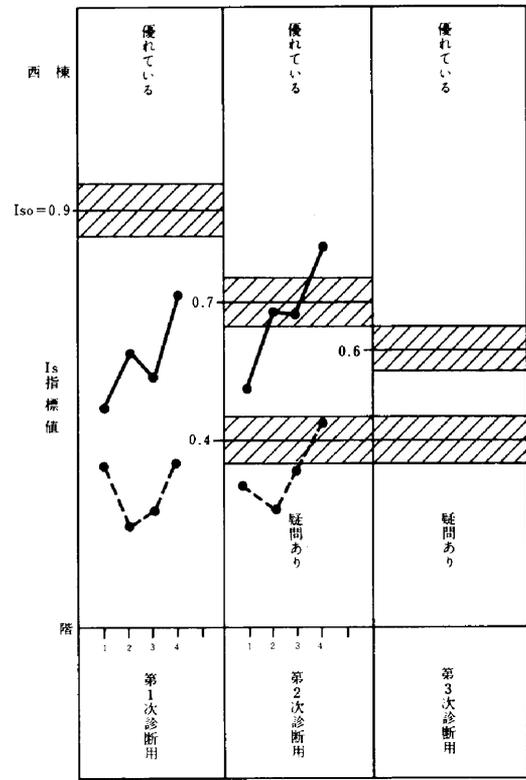


Fig.13 耐震診断基準による第1次,第2次診断結果(西棟)

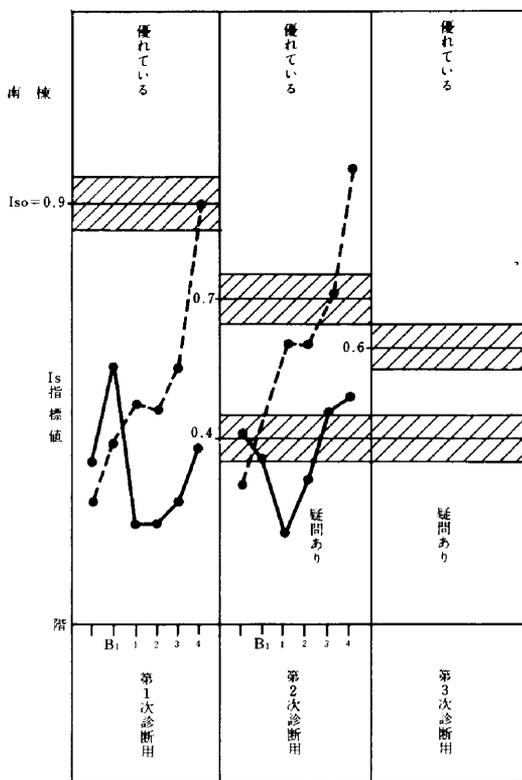


Fig.12 耐震診断基準による第1次,第2次診断結果(南棟)

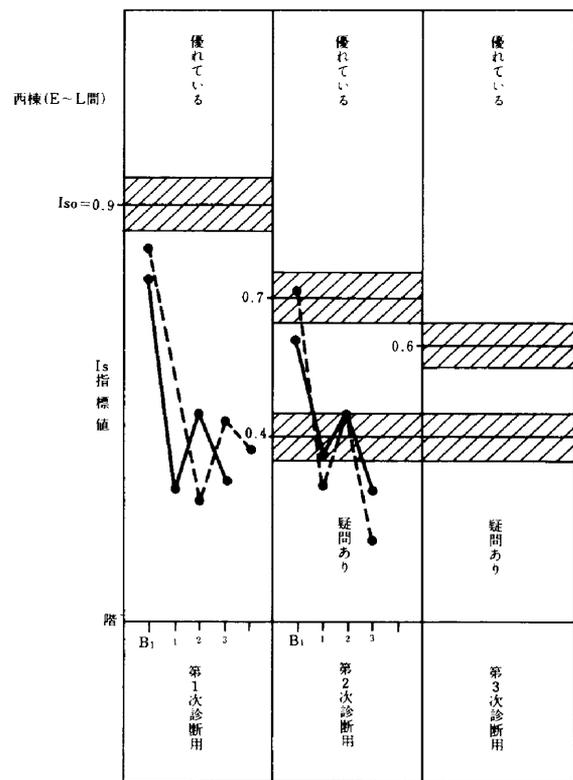


Fig.14 耐震診断基準による第1次,第2次診断結果(北棟)

る結果となっている。

補強案として、3階以下に耐震壁を設ける対策を考えたが、これは37年に補強設計された建物への再度の補強でもあり、耐震診断でのIs指標にして、疑問在りのランクから、やや疑問ありのランクに上がる程度の補強でしかなりえない。

§ 7. 補修および補強の検討

仕上げ関係では、外壁窓廻りの貫通しているひび割れは、エポキシ樹脂注入工法による補修を、また、外壁タイル及びモルタルの浮き個所にはピンニング工法による補修を提案した。構造関係では、大がかりな補強対策は早急に実現することが難しいため、暫定的に何箇所かの耐震補強壁を設置するよう提案したが、これは以前に補強された個所の再度の補強でもあり、耐震診断でのIs指標にして疑問ありのランクから、やや疑問ありのランクに上る程度の補強にしかかなり得ないものである。

§ 8. 給排水設備調査

8-1 調査内容

近年、建築設備の維持保全に対する関心が高まってきたが、建築設備は経年と共に確実に劣化進行して行くものであり、建物内にある配管においては、その損耗が具現化される形で発見され補修に至る場合もあるが、たとえ表面化しない場合においても、配管内部においてはその損耗は確実に進行しているものと考えなければならぬ。そこで今回の調査は推測される配管の損耗の実態を把握するため、何箇所かの配管を切断してサンプリングし、その損耗状態から全体を推察することにした。

8-2 調査結果

工学部校舎は建築後24年を経ているが、今調査の結果では埋設配管及び汚水管を除いた他の配管については、際立った劣化進行は確認されなかった。しかし、配管の劣化は、建物の立地や使用頻度等の各種環境の違いによって異なるため、当該校舎の調査結果のみで大学内の他建物全てを類推することは危険である。

今調査における水質分析の結果、総鉄量が高置水槽において0.4ppmと飲料水の適否基準(0.3ppm)をオーバーしている。当該施設は井水を使用しており、更に給水管内に発錆があまり確認されていない等の理由で、0.4ppmの総鉄量は井水の源水中に含まれている可能性があるため、受水槽における水質検査(総鉄量)の実施が望まれる。

また、埋設管の外表面腐食が発見されたが、土壤測定を行ったところ腐食性の強い土壤であるという結果を得た。

更に、汚水の鋳鉄管のサンプリング材に偏肉が確認されたが、偏肉管の寿命については定量的な推定が困難なため他の建物における偏肉管の数量及び現状調査をいくつか実施し、それらの結果から推察するしかない。

個々の設備における所見は次の通り。

①衛生設備

衛生器具の老朽化が進んでおり、排水不良を起こしている器具も発見されている。

②給水配管

井水使用の給水管においては、一般に配管劣化の進行速度は市水使用の配管に比して少ないと考えられている。今調査においても各調査結果から推測すると、管内における発錆も少なく、管内面の劣化進行はほとんどないと考えて良い。しかし、埋設管外面の腐食劣化が確認され、土壤測定の結果腐食性の強い土壤であることから埋設部分については何等かの防食対策が必要であると考ええる。

③排水管

SGP管については、特に際立った劣化は確認されていないが、CIP管については配管の片側に極端な肉薄部分が発見され、漏水に至る危険性を秘めているといえる。

④蒸気管

露出管部分は特に際立った内面劣化は確認されなかったが、ピット内の配管に激しい外面腐食が確認された。当該土壤の測定結果等を考慮すると埋設配管部分については何らかの対策が必要であると考ええる。

⑤消火設備

元来、露出部の消火管については水の移動がない等の理由により配管劣化は少ないが、当該消火配管についても今調査の結果では特に際立った劣化は確認されなかった。しかし、屋内消火栓については消火栓箱等に不備な点もあり、これについては早急な対策を必要とする。

⑥暖房設備

ベースボードヒーターに老朽化が目立っている。蒸気の噴出箇所も発見されており、それらの箇所については早急な対策が必要と考える。

§ 9. 電気設備調査

9-1 調査内容

当該建家は建築後20数年を経過しており、電気設備全般における劣化損傷度は相当のものと推定される。今回の調査においては、電気設備各部位の1次診断を基本的に行い、現時点で発生している問題点や将来問題になると思われる事項についても検討を行う。電気設備診断の対象設備は下記の設備とした。ただし、自家用受変電設備及び主幹線設備等は対象外とした。

9-2 調査結果

全般的に見て各設備共に一般的な使用のされかたで、とくに負荷設備の使用が各種の盤類や電線等に対して過重でなく、適正な負荷使用である。また、経年に伴う負荷設備容量の増量に対して、適切に幹線増設工事を其の都度行っていることが、設備の早期損傷等を未然に防止しその延命が考慮されている。

個々の設備における所見は次の通り。

電灯・動力分電盤（含む制御盤）

取り扱いが良好なので今後10～15年程度は使用可能である。

実験盤

取り扱いがやや良好なので5～10年程度は使用可能である。

埋込コンセント及び埋込スイッチ

使用頻度が少ないため良好で7～15程度は使用可能である。

照明（非常口誘導灯・一般蛍光灯）

非常口誘導灯の一部にプルスイッチの紐のないものがある。一般蛍光灯で特に廊下の器具に錆の発生が認められる。他の蛍光灯にも部分的ではあるが錆の発生が少々認められる。廊下の器具5～10年程度、その他の器具は7～15年程度使用可能である。

自動火災報知設備

消防設備は法的に6ヶ月毎の点検が義務化されているので機器・器具等は良好で7～15年程度は使用可能である。

時計設備

特に不備な点はなく良好で7～15年程度は使用可能である。

放送設備

特に不備な点はなく良好で7～15年程度は使用可能である。

電話設備

経年中途にて増設された端子盤が身受けられるが、全般的にみて盤内の束線も良好で10～15年程度は使用可能である。

電話端子盤

経年中途にて増設された端子盤が身受けられるが、全般的にみて盤内の束線も良好で10～15年程度は使用可能である。

避雷設備（避雷針）

避雷設備（避雷針）は全部で5基設置されているが、一部を除いては良好である。正面右側階段室屋上の避雷設備の接地試験端子函内では、接地試験用端子が未施工のため、銅線の接続がなされていない。よって、避雷設備として役立っていないので、早急に補修が必要である。

また、正面左側階段室屋上の避雷設備の接地試験端子函には蓋がない。

その他、錆の発生が身受けられるので、錆の発生部分に塗料のタッチアップをほどこすことが望ましい。

§10. 総合考察

調査結果によると、材料的な面においては、鉄筋のかぶり不足や豆板などを部分的にみられるがおおむね良好であり、今後20年間の延命に関しては、若干の補修を行うことにより十分目的にかなうものと判断する。

また、基礎においては地盤面の複雑な形状や異種基礎の混在などによって多少の問題はあるが、現状のままで推移するならば、将来的には問題ないものと判断する。

つぎに、耐震診断および保有水平耐力については「既存鉄筋コンクリート造建物の耐震診断基準」および「新耐震設計法」による検討では、すべての棟が耐震的に問題ありという結果となり、早急に耐震壁などによる補強が必要であると判断された。また、耐震診断の判断指標値は現行の設計基準と照し合せるとかなり低いものであり、十分安全であるといえるまでに耐力を向上させるためには、大がかりな耐震補強を行う必要がある。学校建築物という重要度の高い建物であることを考えた場合、近い将来建て替えということも検討すべきである。

§11. おわりに

今回の建家老朽調査に際しまして、玉川学園管財部営繕課の皆様御協力をいただき、ここに深く感謝の意を表します。