

資料 Report

既存鉄筋コンクリート造学校建築の耐震性能評価

—工学部校舎及び中・高等学校校舎について—

田中輝明*・田房義彦**

Valuations of Aseismic Capacity on the School of
Reinforced Concrete StructuresOn the School Buildings of the Faculty of Engineering
and the Junior and Senior High School

by Teruaki Tanaka and Yoshihiko Tabusa

Synopsis: In this report, valuations of aseismic capacity at the aseismic diagnosis on the school buildings of the faculty of engineering, the junior and senior high school are shown.

要旨: この資料は、本学工学部校舎及び中・高等学校校舎の耐震性能について、耐震診断を通して検討を加えたものである。

1. はじめに

我が国は、環太平洋地震帯に位置し、世界の地震エネルギーの約15%を貯えている。そして、過去に発生した幾つかの大地震によって、数多くの建物が崩壊あるいは傾くという被害を受けてきた。しかし、このような被害が地震国日本の耐震設計を常に進歩させてきたという事も事実である。

地震による被害は、概ね以下の二つに大別される。

- (1) 地震動による建物への衝撃・振動による被害
- (2) 建物を支持している基礎地盤の急激な変位・変動・沈下または破壊に起因する二次的被害

以上のうち、地震動そのものによる建物被害は、1891年の濃尾地震以来の研究課題であったが、基礎地盤の二次的被害は、1964年の新潟地震以後、見直されたものである。地震動による建物被害としては、1968年の十勝沖地震で注目された腰壁・垂れ壁を有する短柱（柱の内法高さ/柱せい ≤ 2 ）のX（エックス）字型のせん断破壊が最も代表的であり、その他エキスパンション部の破壊、不同沈下による破壊等がある。また、基礎地盤の二次的被害については、1964年新潟地震の際、砂質地盤の液状

化による被害がとりわけ大規模なものであった。最近では、1984年の長野県西部地震の土石流が、かなり大規模なものであった。そのような破壊原因を考慮に入れて改正されたのが、1981年6月1日に施行された新耐震設計法である。新耐震設計法は、地震時の建物の変形を制限する層間変形角の規定、偏心率等建物の構造計画に関する規定、及び保有水平耐力の規定といった、塑性域まで含めた終局的な構造計画であり全く新しい概念を盛り込んだものである。これにより、地震動に対して建物の損傷を防止するとともに、特に大きな地震動に対しては「建物を崩壊させず人命を保障する」という考え方が建物の安全性についての大原則として法令上明確化された。しかし、旧耐震設計法により設計・施工された既存建築物が多数存在し、大地震の際には、被害を受ける危険性がかかなり高いと考えられる。それらの建物については、耐震性能の評価を行い、必要に応じて耐震補強を行って、新しい建物の耐震設計と同じ耐力をもたせて、きたるべき地震に備えるよう対処しようとしている。以上の見地から本報告では、本学7号館（工学部校舎）及び8号館（中・高等学校校舎）について「耐震診断（1・2・3次）」という一側面から建物の耐震性能の評価を行った。

*建築学科 教授

**建築学科 技術職員

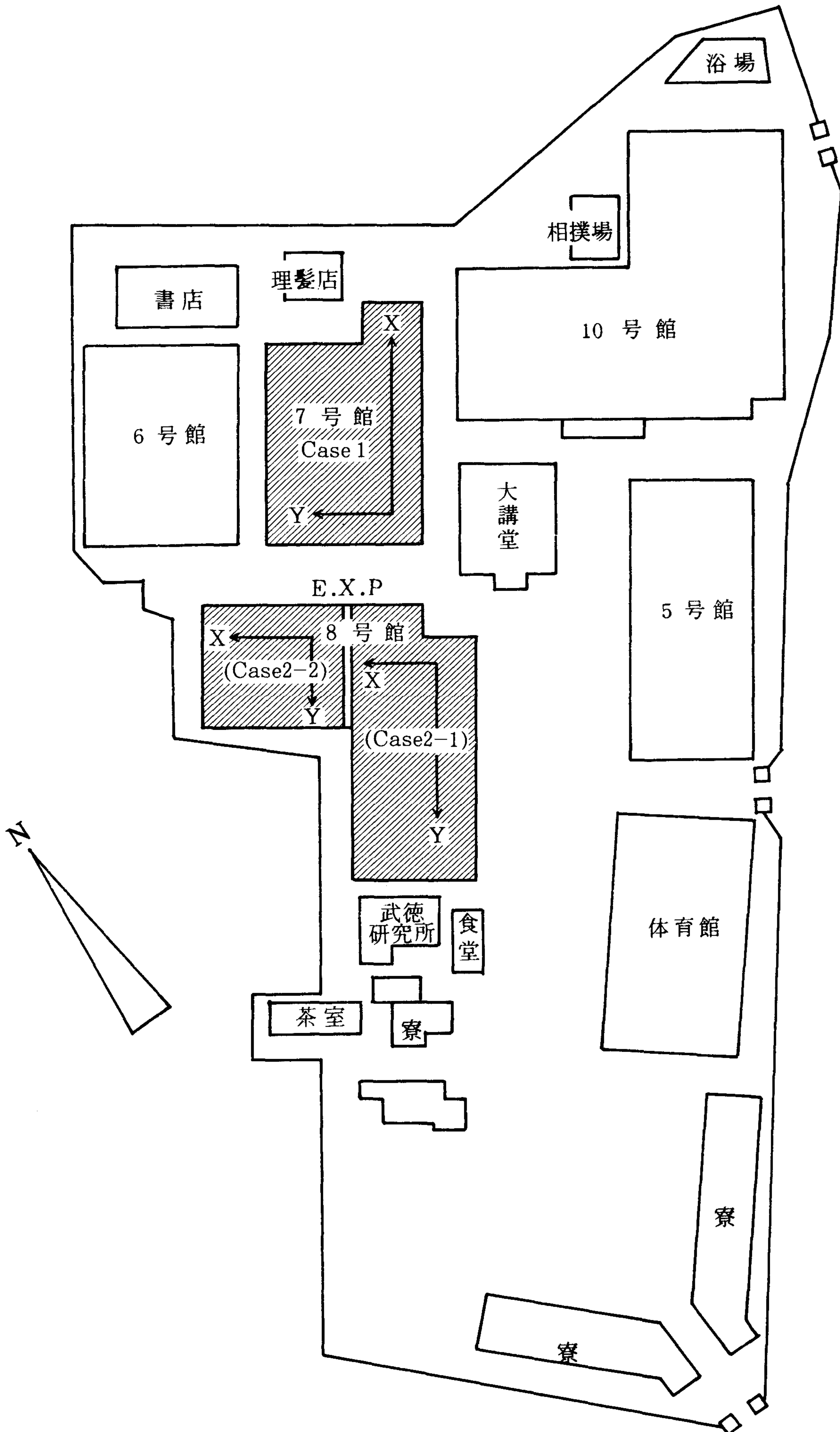
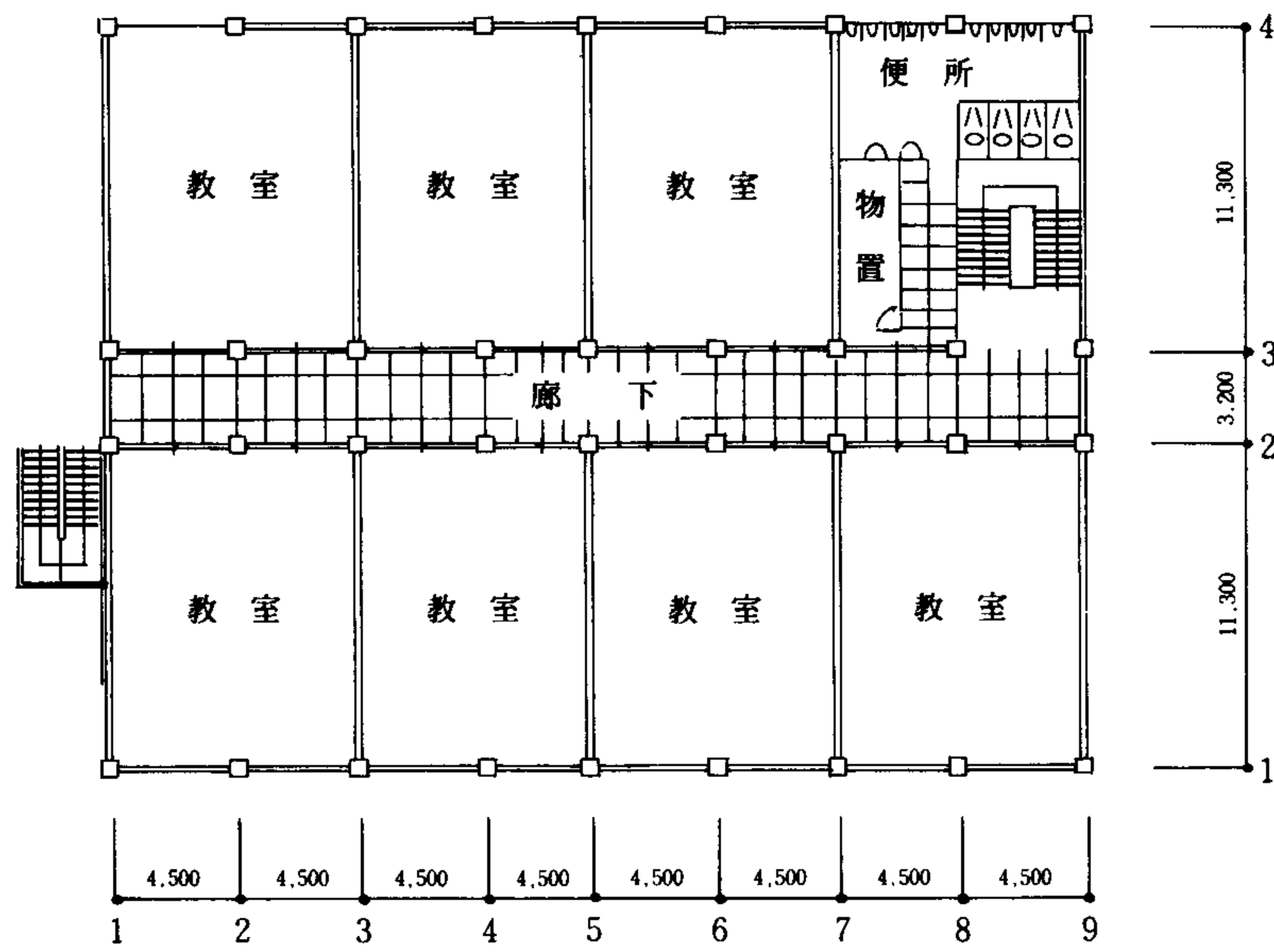
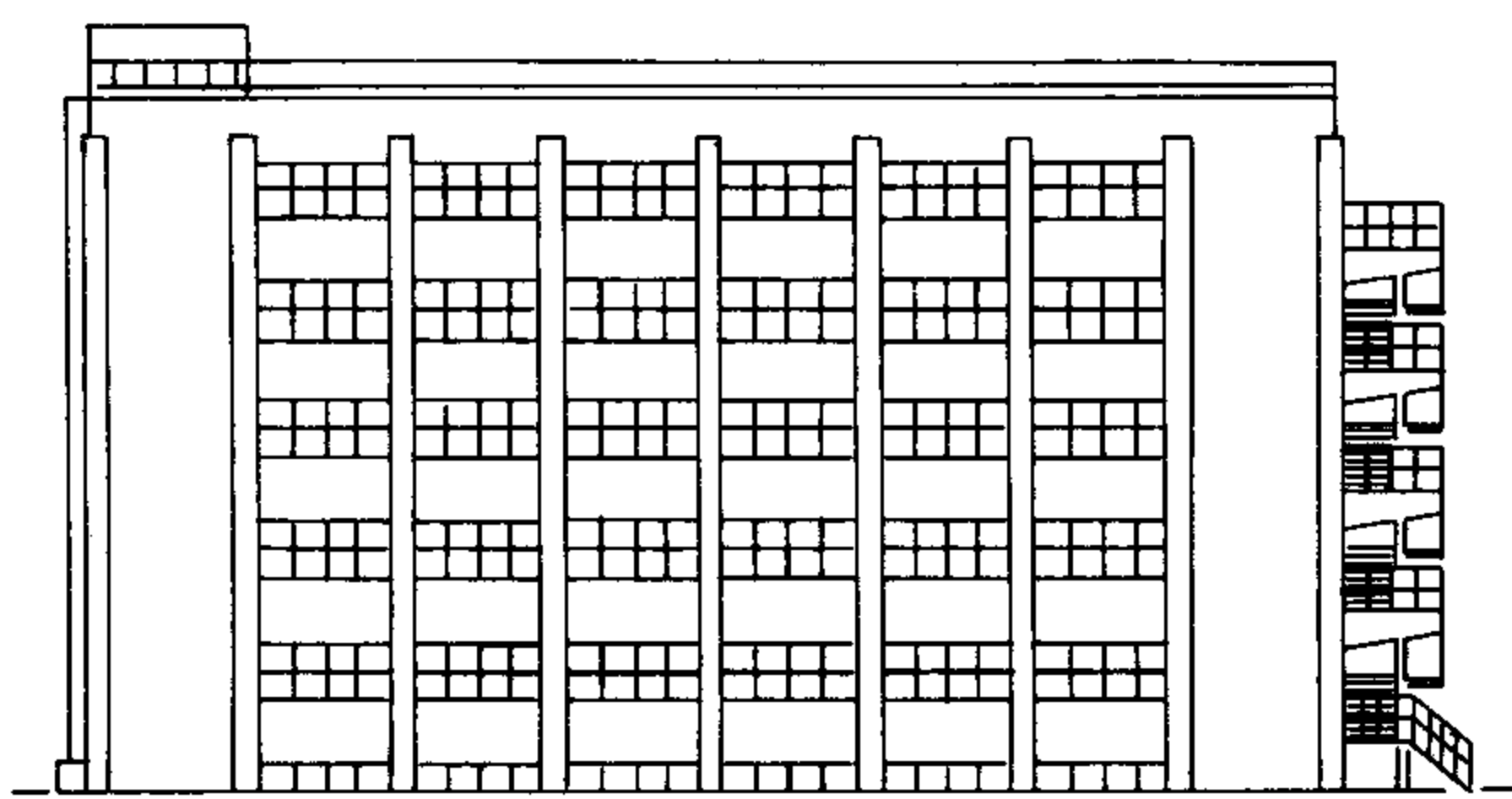


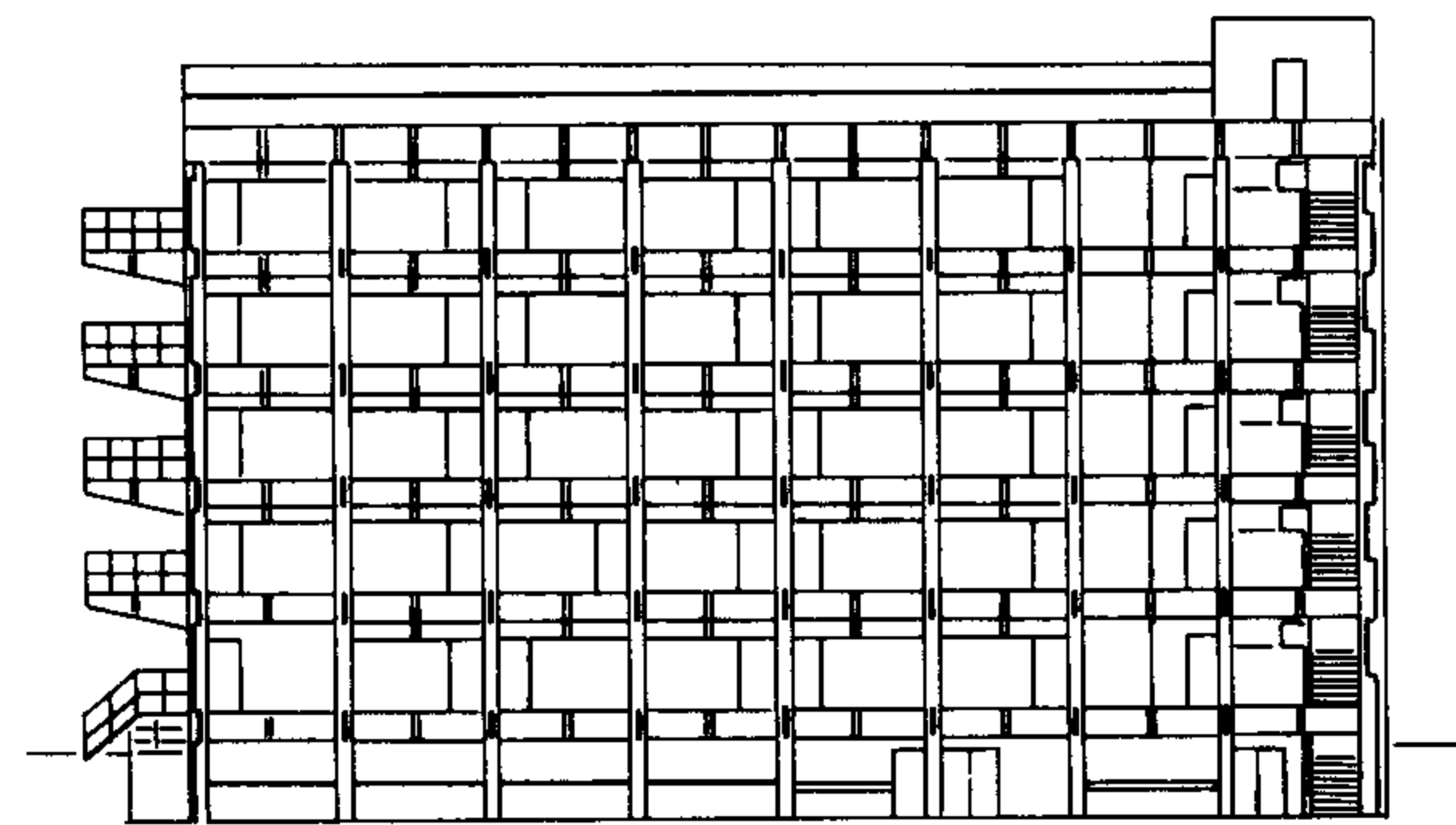
図 3.1 配置図



平面図



西側立面図



断面図

梁リスト

● 25φ ○ 22φ ● 19φ ∅ 16φ ● 9φ

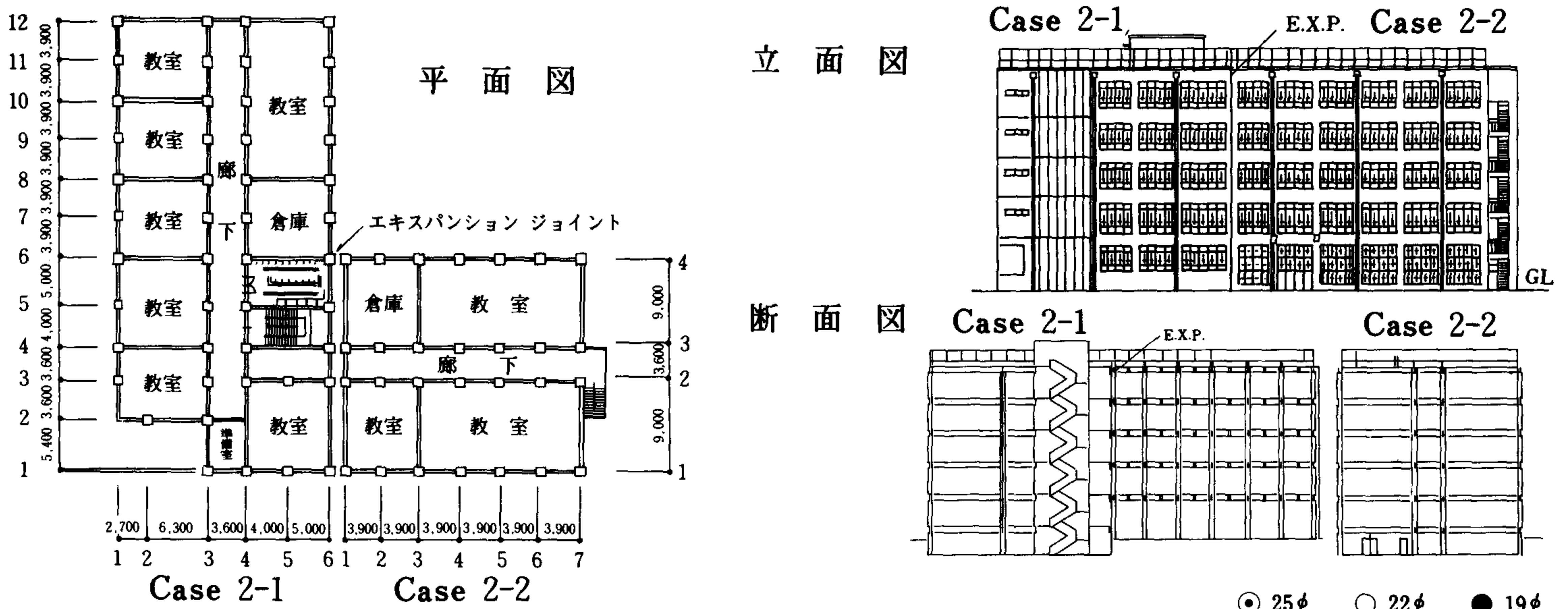
	1階	2階	3階	4階	5階	R階
断面図						
上端	8-22φ	4-25φ 3-19φ	7-22φ	4-19φ 3-22φ	3-19φ 2-22φ	5-16φ
下端	2-25φ 3-22φ	4-25φ	5-22φ	4-22φ	3-19φ	2-19φ
腹筋	2-9φ	2-9φ	2-9φ	2-9φ	2-9φ	2-9φ
スタラップ	2-9φ @300	2-9φ @300	2-9φ @300	2-9φ @300	2-9φ @300	2-9φ @300

柱リスト

● 25φ ○ 22φ ● 19φ ∅ 16φ

	1階	2階	3階	4階	5階
断面図					
X	6-25φ	X 3-22φ T 6-22φ 4-19φ	X 2-22φ T 4-22φ 2-16φ	X 2-22φ T 4-22φ 2-16φ	X 2-22φ T 4-22φ 2-16φ
Y	2-25φ 2-19φ	Y 2-22φ H 9φ@200 2-19φ	Y 2-22φ H 9φ@200 1-19φ	Y 2-22φ H 9φ@200 1-19φ	Y 2-22φ H 9φ@200 5-19φ

図 3.2 Case 1 の略平面・断面・立面図及び梁・柱リスト



梁リスト Case 2-1

	1階	2階	3階	4階	5階	R階
断面図						
上端	9-25φ	9-25φ	6-22φ 3-25φ	8-22φ	2-19φ 4-22φ	4-19φ
下端	5-25φ	5-25φ	5-22φ	2-19φ 2-22φ	2-19φ 2-22φ	2-19φ
腹筋						
スタップ	4-13φ @200	2-9φ @200	2-9φ @200	2-9φ @250	2-9φ @250	2-9φ @250

Case 2-2

	1階	2階	3階	4階	5階	R階
断面図						
上端	6-19φ	10-25φ	5-22φ 3-25φ	7-22φ	3-19φ 4-22φ	4-19φ
下端	14-19φ	8-25φ	5-22φ	2-19φ 2-22φ	2-19φ 2-22φ	2-19φ
腹筋						
スタップ	2-13φ @100	4-13φ @150	2-9φ @200	2-9φ @250	2-9φ @250	2-9φ @250

柱リスト Case 2-1

	1階	2階	3階	4階	5階
断面図					
X	3-22φ T 16-22φ	X 3-22φ T 10-22φ	X 3-22φ T 8-22φ	X 3-19φ T 2-22φ 6-19φ	X 3-19φ T 8-19φ
Y	7-22φ H 9φ@250	Y 4-22φ H 9φ@250	Y 3-22φ H 9φ@250	Y 1-22φ 2-19φ H 9φ@250	Y 3-19φ H 9φ@250

Case 2-2

	1階	2階	3階	4階	5階
断面図					
X	11-22φ T 30-22φ	X 4-22φ T 10-22φ	X 4-22φ T 10-22φ	X 2-22φ 1-19φ T 4-22φ 6-19φ	X 3-19φ T 2-22φ 6-19φ
Y	6-22φ H 9φ@250	Y 3-22φ H 9φ@250	Y 3-22φ H 9φ@250	Y 2-22φ 2-19φ H 9φ@250	Y 1-22φ 2-19φ H 9φ@250

図3.3 Case 2-1, Case 2-2 の略平面・断面・立面図及び梁・柱リスト

2. 耐震診断

耐震診断は「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準」¹⁾ ((財)日本建築防災協会)に基づき、「鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断プログラム SCREEN Edition-2」²⁾ 及び「鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断プログラム SCRND3」³⁾ ((財)日本建築防災協会, SPRC 委員会) を用いて行った。この内容の詳細については著者らが本学工学部紀要第18号「既存鉄筋コンクリート造学校建築の耐震性能評価」⁵⁾ で述べている。

3. 建物の概要

本学7号館(工学部校舎)及び8号館(中・高等学校校舎)は、鉄筋コンクリート造、地上5階、地下1階建て、それぞれ昭和37年、38年に竣工した建物である。両校舎の外見上では、梁及び壁に部分的に亀裂が見られるが、耐震性能の低下の原因となるような損傷、亀裂等は見られない。基礎はPC杭を用いた杭打独立基礎(杭φ=300, 杭長ℓ=6000, 杭耐力=15T/本)である。図3.1～図3.3に配置図及び各建物基準階平面図、断面図、立面図、

表 4.1 偏心率・剛重比変化率・保有剪断力及び保有剪断力係数

Case 1

方向	階	各階重量(t)	偏 心 率	剛重比変化率	保有剪断力(t)		保有剪断力係数	
					2 次	3 次	2 次	3 次
X	5	1077.8	0.09	0.93	1293.3	1168.7	1.20	1.08
	4	1077.8	0.09	0.96	1486.0	1330.6	1.38	1.24
	3	1077.8	0.09	0.99	1570.7	1491.3	1.46	1.38
	2	1077.8	0.08	0.98	1789.6	1778.4	1.66	1.65
	1	1099.9	0.07	1.02	2209.3	2255.3	2.01	2.09
Y	5	1077.8	0.09	1.30	2248.2	2714.6	2.09	2.52
	4	1077.8	0.09	0.86	2860.7	2939.3	2.65	2.73
	3	1077.8	0.12	1.06	3004.9	3120.8	2.79	2.90
	2	1077.8	0.11	0.98	2956.8	3739.7	2.74	3.47
	1	1099.9	0.13	1.02	3406.2	3324.5	3.10	3.02

表 4.2 偏心率・剛重比変化率・保有剪断力及び保有剪断力係数

Case 2-1

方向	階	各階重量(t)	偏 心 率	剛重比変化率	保有剪断力(t)		保有剪断力係数	
					2 次	3 次	2 次	3 次
X	5	1146.0	0.07	0.94	2059.1	1838.6	1.80	1.60
	4	1146.0	0.06	0.97	2334.7	2009.4	2.04	1.75
	3	1146.0	0.05	0.94	2719.2	2419.1	2.37	2.11
	2	1146.0	0.10	0.93	3073.8	2580.9	2.68	2.25
	1	1143.4	0.07	1.08	3357.1	2837.7	2.94	2.48
Y	5	1146.0	0.06	0.90	1001.2	536.0	0.87	0.47
	4	1146.0	0.06	0.94	1339.7	850.5	1.17	0.74
	3	1146.0	0.05	0.89	1833.6	1276.4	1.60	1.11
	2	1146.0	0.04	0.87	2218.1	1617.2	1.94	1.41
	1	1143.4	0.05	1.14	2689.8	2174.9	2.35	1.90

表 4.3 偏心率・剛重比変化率・保有剪断力及び保有剪断力係数

Case 2-2

方向	階	各階重量(t)	偏 心 率	剛重比変化率	保有剪断力(t)		保有剪断力係数	
					2 次	3 次	2 次	3 次
X	5	606.5	0.00	1.18	376.2	348.4	0.62	0.57
	4	606.5	0.00	0.92	564.9	528.1	0.93	0.87
	3	606.5	0.00	0.85	822.0	757.2	1.36	1.25
	2	606.5	0.00	0.84	961.4	885.6	1.59	1.46
	1	596.5	0.00	1.19	1247.2	1192.3	2.09	2.00
Y	5	606.5	0.12	1.11	527.8	568.0	0.87	0.93
	4	606.5	0.10	0.95	751.7	784.8	1.24	1.29
	3	606.5	0.09	0.90	908.4	941.1	1.50	1.55
	2	606.5	0.09	0.90	1142.9	1171.3	1.88	1.93
	1	596.5	0.09	1.11	1315.2	1757.8	2.20	2.95

柱リスト，梁リストを示す。尚，耐震診断を行うにあたり，7号館をCase1，8号館をエキスパンション部で分けそれぞれCase2-1，Case2-2として取り扱う。

4. 耐震性能評価

4.1 偏心率と剛重比変化率

偏心率は，建物の重心と剛心の偏心距離と建物巾との割合であり建物の平面形状の不整形及び耐震壁の偏った配置に起因し，建物の振り，変形の割合を評価する。また剛重比は，建物の水平剛性を建物重量で除した値であり剛重比変化率は，立・断面形状の不整形に起因し，建物の特定の階へのエネルギーの集中度を評価する。偏心率と剛重比変化率は，過去の災害データから安全域を決めグレード（グレードは1.0を良好として表わす）で評価する。偏心率は，0.15以上¹⁾⁴⁾ 剛重比変化率は，0.6以下及び1.7以上¹⁾では耐震性能に疑問があるとされている。表4.1～表4.3に偏心率と剛重比変化率，また図4.1にX方向とY方向の偏心率と剛重比変化率の調査結果を示した。これらから全建物の各階各方向で，偏心率は0.15以下，剛重比変化率は0.6以上1.7以下となり，偏心や剛重比変化による問題はない。

4.2 強度指標 (C)とじん性指標 (F)と保有せん断力 (Q)

図4.2は，せん断強度指標 (C)・じん性指標 (F)・保有せん断力 (Q)の一般的な関係図である。この図は，建物の吸収エネルギーが，C-F-Qの関係で示されることを表わしており，部材の耐力と変形能力の平面及び立面上のバランスと力の流れがどの様になっているか等

を知ることができる。これにより建物性状は，せん断部材支配型，ぜい性部材支配型，曲げ部材支配型の三つに分類される⁵⁾。図4.3に調査したCase1，Case2-1及びCase2-2の1階 (X・Y両方向)の2・3次診断におけるせん断強度指標 (C)とじん性指標 (F)を示す。これらの図から何れの建物も最大強度に達する以前にぜい性部材の破壊を生じ，じん性が小さくなるものと考えられ，地震時の建物性状は全建物共ぜい性部材支配型であり建物の粘性が不足している。

4.3 平均せん断応力度と壁率

表4.4～表4.6に調査建物の壁率，柱率等の耐震要素の基となる諸量の調査結果を示した。図4.4は，志賀マップに今回の調査結果をプロットしたものである。志賀マップは1968年の十勝沖地震の際，志賀博士らが鉄筋コンクリート3～4階建建物を対象とし，被害建物及び無被害建物を整理し，壁率，平均せん断応力度等から危険性，安全性の目安を判断するために作製された図表である。⁵⁾⁷⁾横軸に延床面積壁率 ($\Sigma A_w / \Sigma A_f$)，縦軸に水平せん断力係数を1.0とした時の柱及び壁の平均せん断応力度 ($W / \Sigma (A_c + A_w)$)をとる。図より表4.7のような結果を得た。調査した各階X・Y方向で， $\frac{2}{3}$ が危険領域に含まれている。また調査建物の1階の平均せん断応力度の平均値は26.15 kg/cm²である。

4.4 2次・3次診断の構造耐震指標値 (I_s)と柱壁率耐震診断基準において，構造体の耐震性能を表わす指標 (Seismic Index of Structure)を構造耐震指標 (I_s)という。この指標値は，水平力に対する建物の終局強度，あるいはじん性性能が大きい程大きくなる。表4.8～表

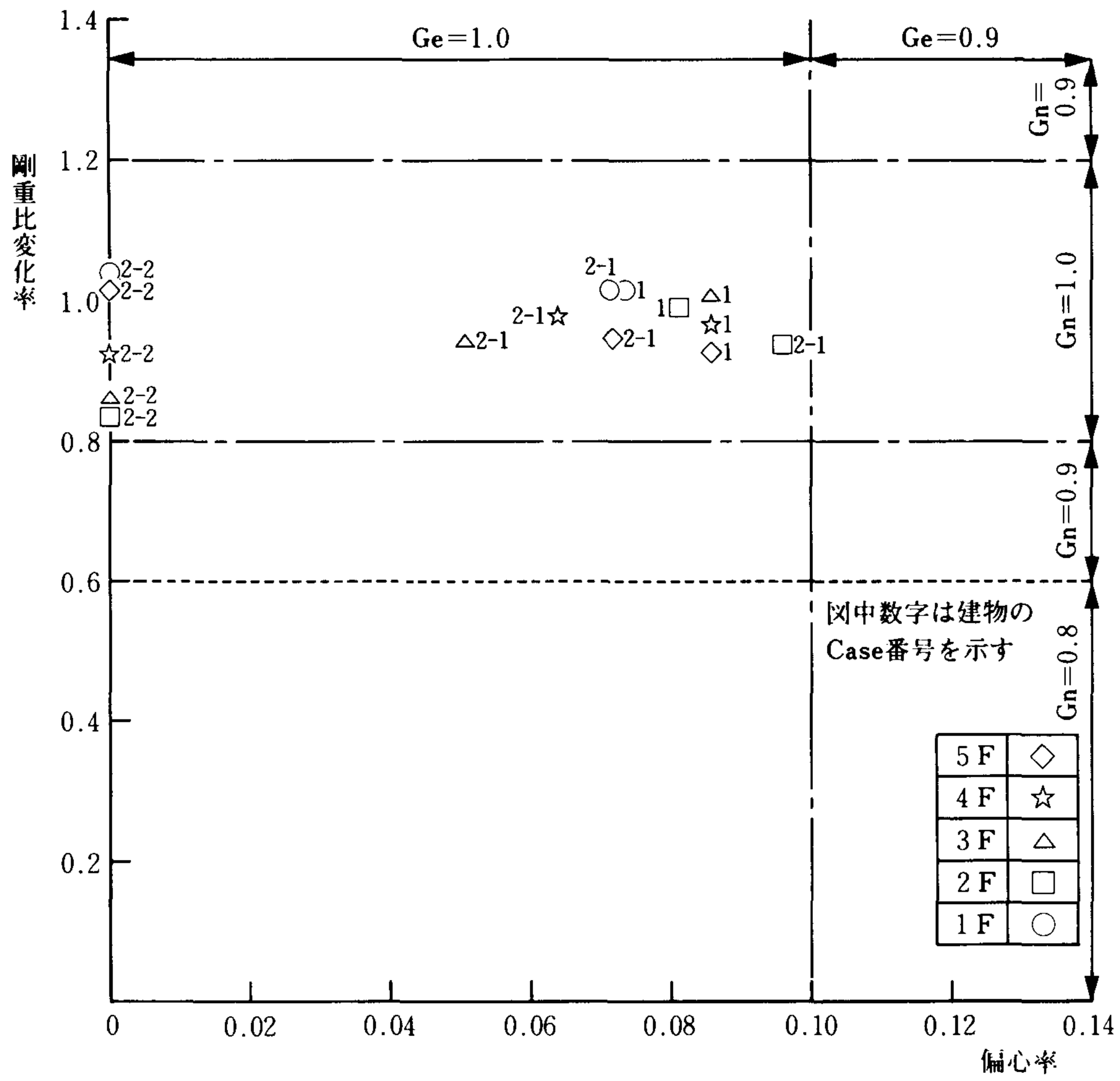


図 4.1 a X方向の偏心率と剛重比変化率

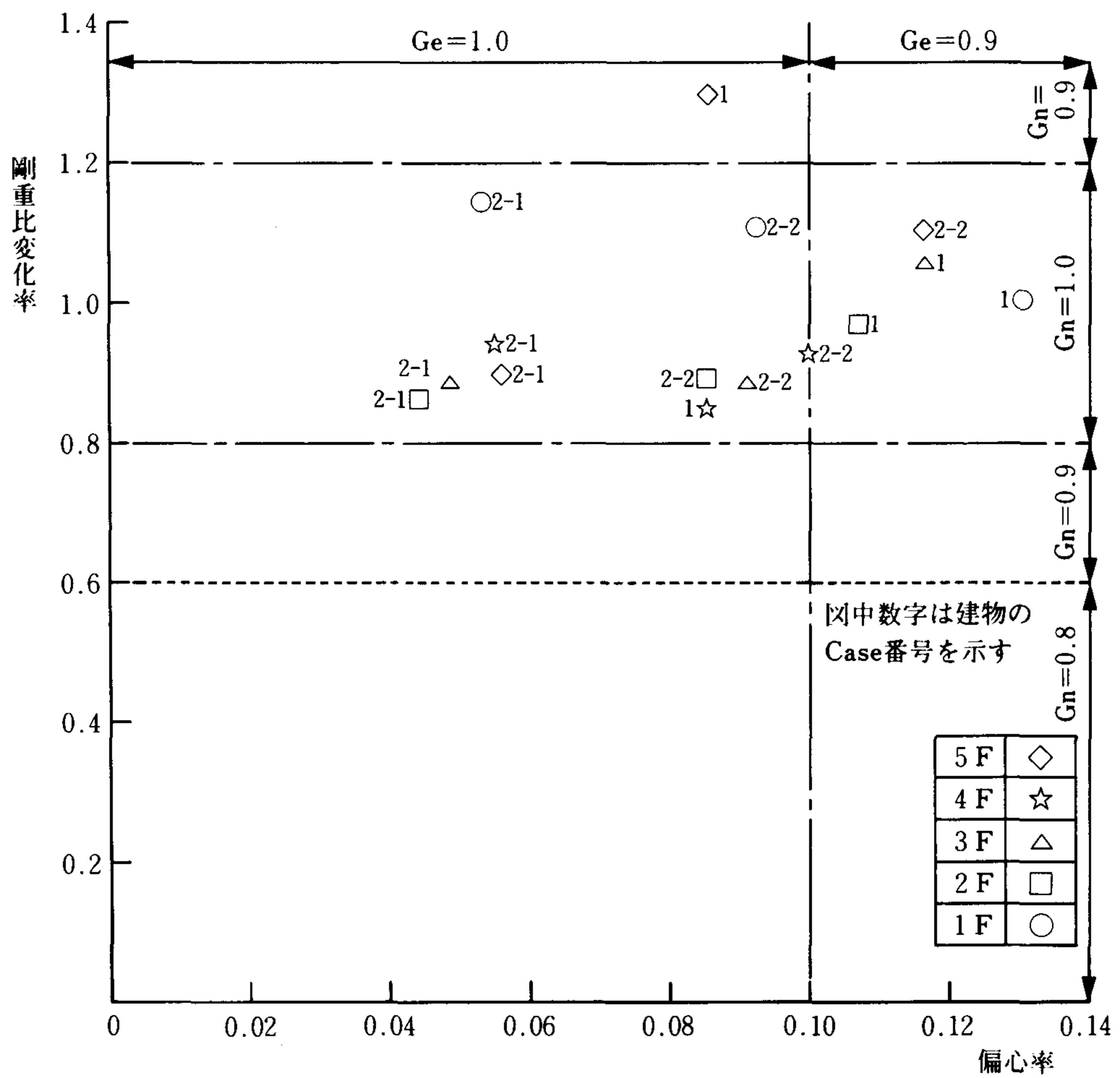


図 4.1 b Y方向の偏心率と剛重比変化率

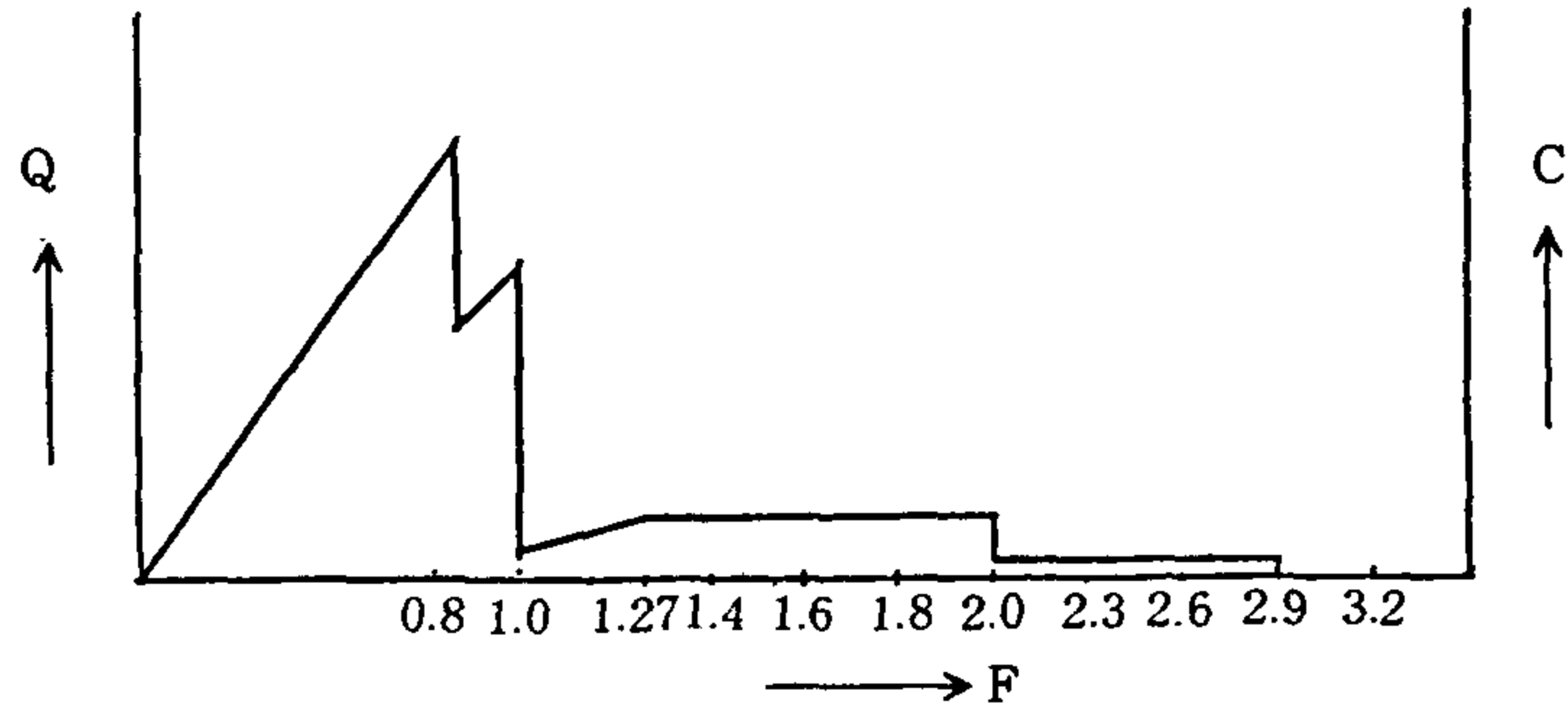


図 4.2 強度指標 (C) とじん性指標 (F) の概略図

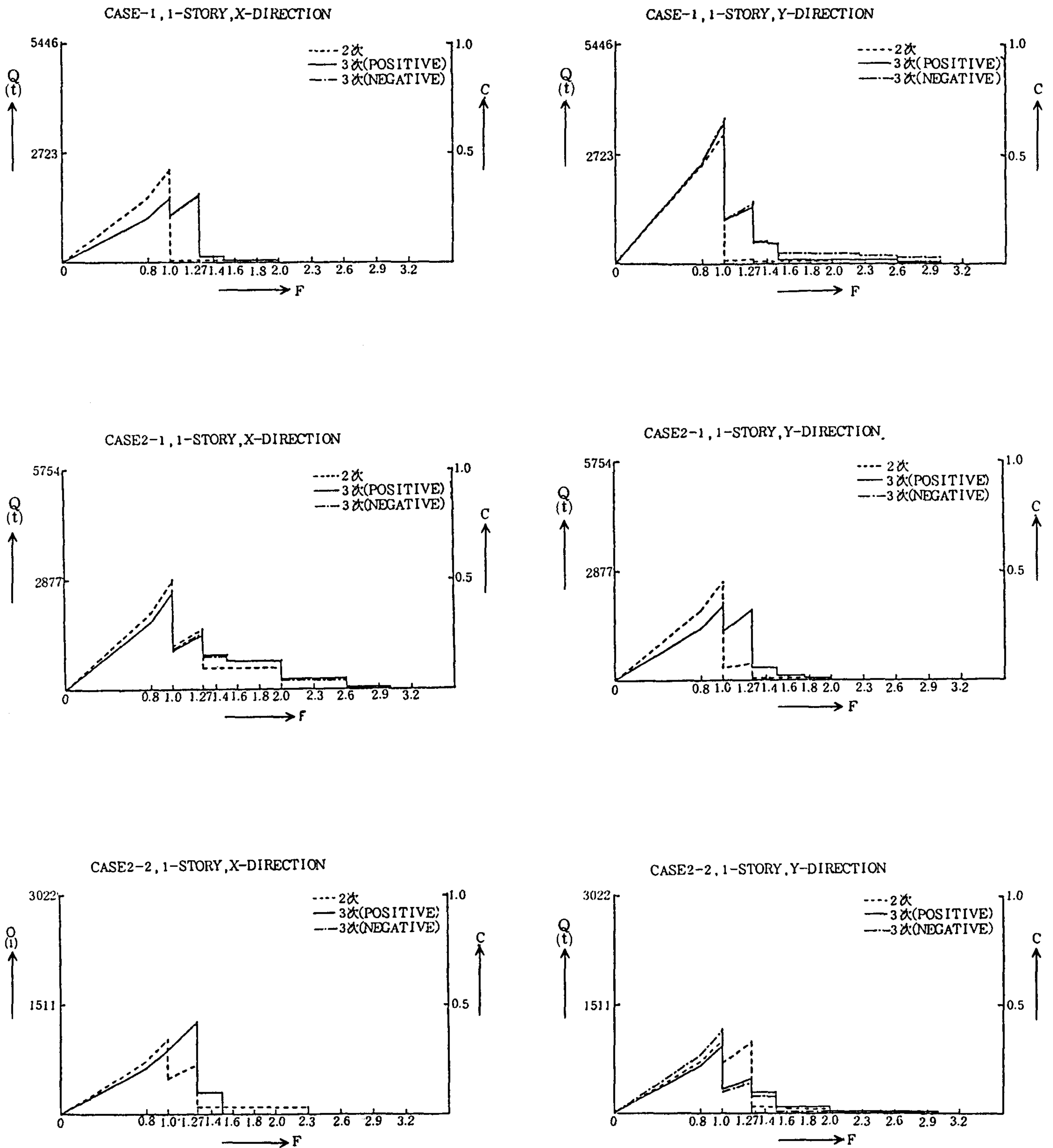


図 4.3 2・3次診断に於ける強度指標 (C) とじん性指標 (F) (1階について)

表 4.4 壁率・壁量・柱率・柱量・柱壁率・柱壁量と平均剪断応力度

Case 1

方向	階	延床面積 (㎡)	総重量 (t)	全断面柱 面積 (cm ²)	全断面壁 面積 (cm ²)	柱率 (cm ² /㎡)	壁率 (cm ² /㎡)	柱量 (cm/t)	壁量 (cm/t)	柱壁率 (cm ² /㎡)	柱壁量 (cm/t)	平均剪断 応力度 (kg/cm ²)
X	5	928.1	1077.8	110200.0	33300.0	118.7	35.9	102.2	30.9	154.6	133.1	7.5
	4	1826.3	2155.7	108900.0	32700.0	59.7	17.9	50.5	15.2	77.6	65.7	15.2
	3	2724.5	3233.5	108300.0	32500.0	39.8	12.0	33.5	10.1	51.7	43.6	23.0
	2	3622.7	4311.4	116100.0	32400.0	32.1	9.0	26.9	7.5	41.0	34.5	29.0
	1	4539.3	5411.3	130400.0	32400.0	28.7	7.1	24.1	6.0	35.9	30.1	33.2
Y	5	928.1	1077.8	82700.0	115300.0	89.2	124.2	76.7	106.7	213.4	183.7	5.4
	4	1826.3	2155.7	82000.0	113400.0	44.9	62.1	38.0	52.6	107.0	90.6	11.0
	3	2724.5	3233.5	82000.0	105200.0	29.3	38.6	25.2	32.5	68.6	57.8	17.3
	2	3622.7	4311.4	83500.0	123200.0	23.1	34.0	19.4	28.6	57.1	48.0	20.9
	1	4539.3	5411.3	106800.0	84200.0	23.5	18.5	19.7	15.6	42.1	35.3	28.3

表 4.5 壁率・壁量・柱率・柱量・柱壁率・柱壁量と平均剪断応力度

Case 2-1

方向	階	延床面積 (㎡)	総重量 (t)	全断面柱 面積 (cm ²)	全断面壁 面積 (cm ²)	柱率 (cm ² /㎡)	壁率 (cm ² /㎡)	柱量 (cm/t)	壁量 (cm/t)	柱壁率 (cm ² /㎡)	柱壁量 (cm/t)	平均剪断 応力度 (kg/cm ²)
X	5	977.2	1146.0	99700.0	66300.0	102.1	76.9	78.1	57.9	170.0	144.9	6.9
	4	1932.2	2292.0	119000.0	65500.0	61.6	33.9	52.0	28.6	95.6	80.6	12.4
	3	2887.2	3438.0	140300.0	65300.0	48.6	22.6	40.8	19.0	71.2	59.8	16.7
	2	3842.3	4584.0	151700.0	65200.0	39.5	17.0	33.1	14.2	56.4	47.3	21.1
	1	4795.1	5727.4	173700.0	65100.0	36.2	13.6	30.3	11.4	49.8	41.7	24.0
Y	5	977.2	1146.0	112600.0	27800.0	115.2	28.5	98.2	24.3	143.7	122.5	8.2
	4	1932.2	2292.0	134300.0	28000.0	69.5	14.5	58.6	12.2	84.0	70.8	14.1
	3	2887.2	3438.0	158400.0	28300.0	54.9	9.8	46.1	8.3	64.7	54.3	18.4
	2	3842.3	4584.0	171300.0	28700.0	44.6	7.5	37.4	6.3	52.0	43.6	22.9
	1	4795.1	5727.4	196900.0	29000.0	41.1	6.0	34.4	5.1	47.1	39.4	25.4

4.10に調査建物の構造耐震指標値を示す。図 4.5 は、柱壁率 $(\Sigma(A_c + A_w)/\Sigma A_f)$ と構造耐震指標値 (I_s) との関係である。1968年十勝沖地震に於いて被害にあった建物の調査から、柱壁率についての危険領域は、 $63.3\text{cm}^2/\text{m}^2$ 以内である。また、2次診断及び3次診断における I_s 値疑問領域は、 ${}_2I_s < 0.7$ 、 ${}_3I_s < 0.6$ である¹⁾。耐震的に最も劣ると思われる1階について柱壁率及び I_s 値を調べてみると、柱壁率では、全建物の X・Y 両方向のすべてが危険領域に含まれる。3次診断の I_s 値疑問領域及び柱壁率の危険領域には、Case1 の張間方向をのぞく全建物が含まれる。又、2次診断の I_s 値疑問領域及び柱

壁率の危険領域には、全建物が含まれる。

4.5 構造耐震指標値 (I_s)

図 4.6 に、各建物の方向別に ${}_1I_s$ 値、 ${}_2I_s$ 値、 ${}_3I_s$ 値をまとめた。 ${}_1I_s < 0.9$ 、 ${}_2I_s < 0.7$ 、 ${}_3I_s < 0.6$ では耐震安全性に疑問がもたれるとされている。今回の調査の結果、全ての建物について I_s 値が小さく5階の一部を除いては全て疑問領域に含まれる。図 4.7⁵⁾ は、それぞれ X 方向及び Y 方向の ${}_3I_s$ 値と ${}_2I_s$ 値を表わしたものである。この図からもわかるように I_s 値のほとんどが不明域及び疑問領域に含まれている。

表 4.6 壁率・壁量・柱率・柱量・柱壁率・柱壁量と平均剪断応力度

Case 2-2

方向	階	延床面積 (m ²)	総重量 (t)	全断面柱積 (cm ³)	全断面壁積 (cm ³)	柱率 (cm ³ /m ²)	壁率 (cm ³ /m ²)	柱量 (cm ³ /t)	壁量 (cm ³ /t)	柱壁率 (cm ³ /m ²)	柱壁量 (cm ³ /t)	平均剪断応力度 (kg/cm ²)
X	5	505.4	606.5	70000.0	0.0	138.5	0.0	115.4	0.0	138.5	115.4	8.7
	4	1010.9	1213.1	83600.0	0.0	82.7	0.0	68.9	0.0	82.7	68.9	14.5
	3	1516.3	1819.6	98400.0	0.0	64.9	0.0	54.1	0.0	64.9	54.1	18.5
	2	2021.8	2426.1	106600.0	0.0	52.7	0.0	43.9	0.0	52.7	43.9	22.8
	1	2519.0	3022.7	125200.0	0.0	49.7	0.0	41.5	0.0	41.5	41.5	24.1
Y	5	505.4	606.5	65000.0	14200.0	128.6	28.2	107.2	23.5	156.8	130.7	7.7
	4	1010.9	1213.1	77600.0	14300.0	76.7	14.1	63.9	11.8	90.9	75.7	13.2
	3	1516.3	1819.6	91200.0	14300.0	60.2	9.5	50.1	7.9	69.6	58.0	17.2
	2	2021.8	2426.1	98800.0	14400.0	48.9	7.1	40.7	5.9	56.0	46.7	21.4
	1	2519.0	3022.7	121100.0	16600.0	48.1	6.6	40.1	5.5	54.7	45.6	21.9

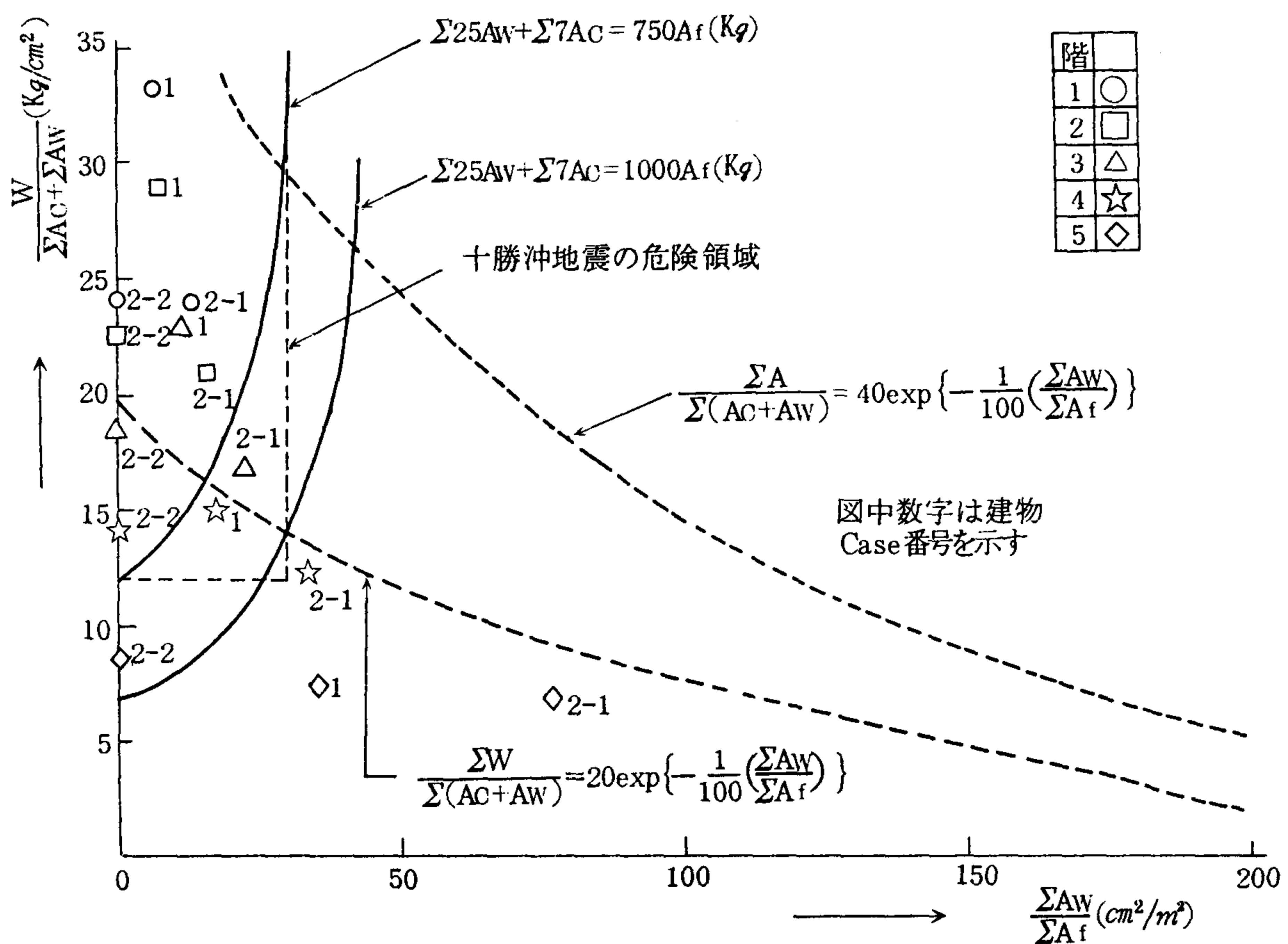


図 4.4 a X方向の平均せん断応力度と壁率 (志賀マップ)

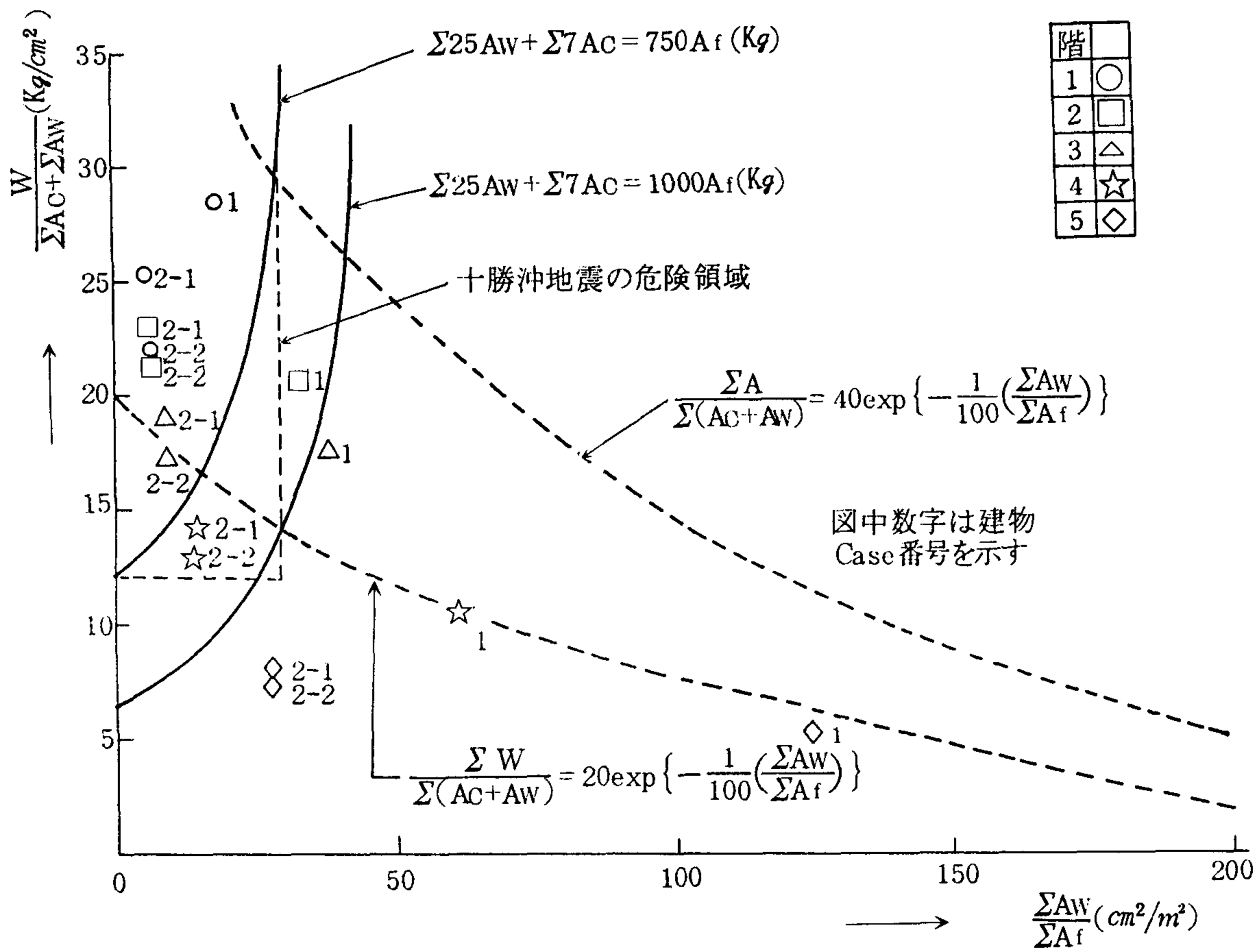


図 4.4 b Y方向の平均せん断応力度と壁率（志賀マップ）

表 4.7 志賀マップによる評価

方向	階	Case 1	Case 2-1	Case 2-2
X	5	○	○	○
	4	●	○	●
	3	●	●	●
	2	●	●	●
	1	●	●	●
Y	5	○	○	○
	4	○	●	●
	3	○	●	●
	2	○	●	●
	1	●	●	●

5. まとめ

本学7号館及び8号館について、耐震診断を通じて耐震性能の検討を加えた。何れも昭和37年及び38年に建てられたもので20数年を経ているため梁、壁などにひび割れが目立ち始めている。耐震診断の結果は、各建物共偏心率及び剛重比変化率に関しては問題はない。しかし構造耐震指標値（ I_s ）は、各建物共1次、2次、3次診

断についてほとんどの階が低い値となっている。これは建物が旧設計法で設計されていることにもよるが、耐震壁が少く、柱の断面も小さいためである。そのために柱壁率等が小さくなり良好な耐震性能を有する結果とはなっていない。今回、耐震診断という一手法だけで耐震性能の評価をおこなったので、これのみで結論を下すのは問題であるが、耐震性能の向上をはかる必要があると考える。耐震性能の向上には、有効な耐震要素の増設⁶⁾が

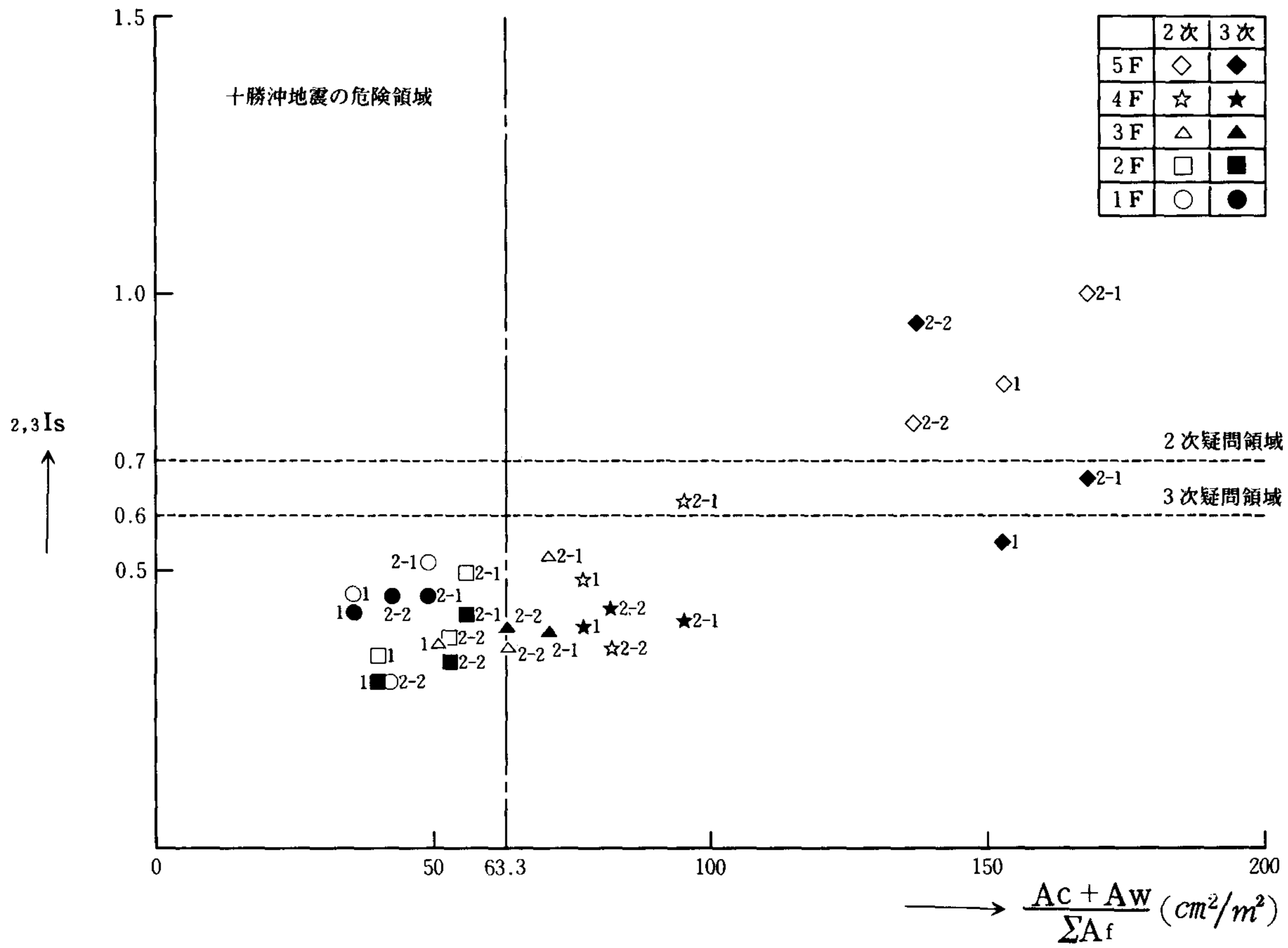


図 4.5 a X方向の構造耐震指標 (I_s) と柱壁率

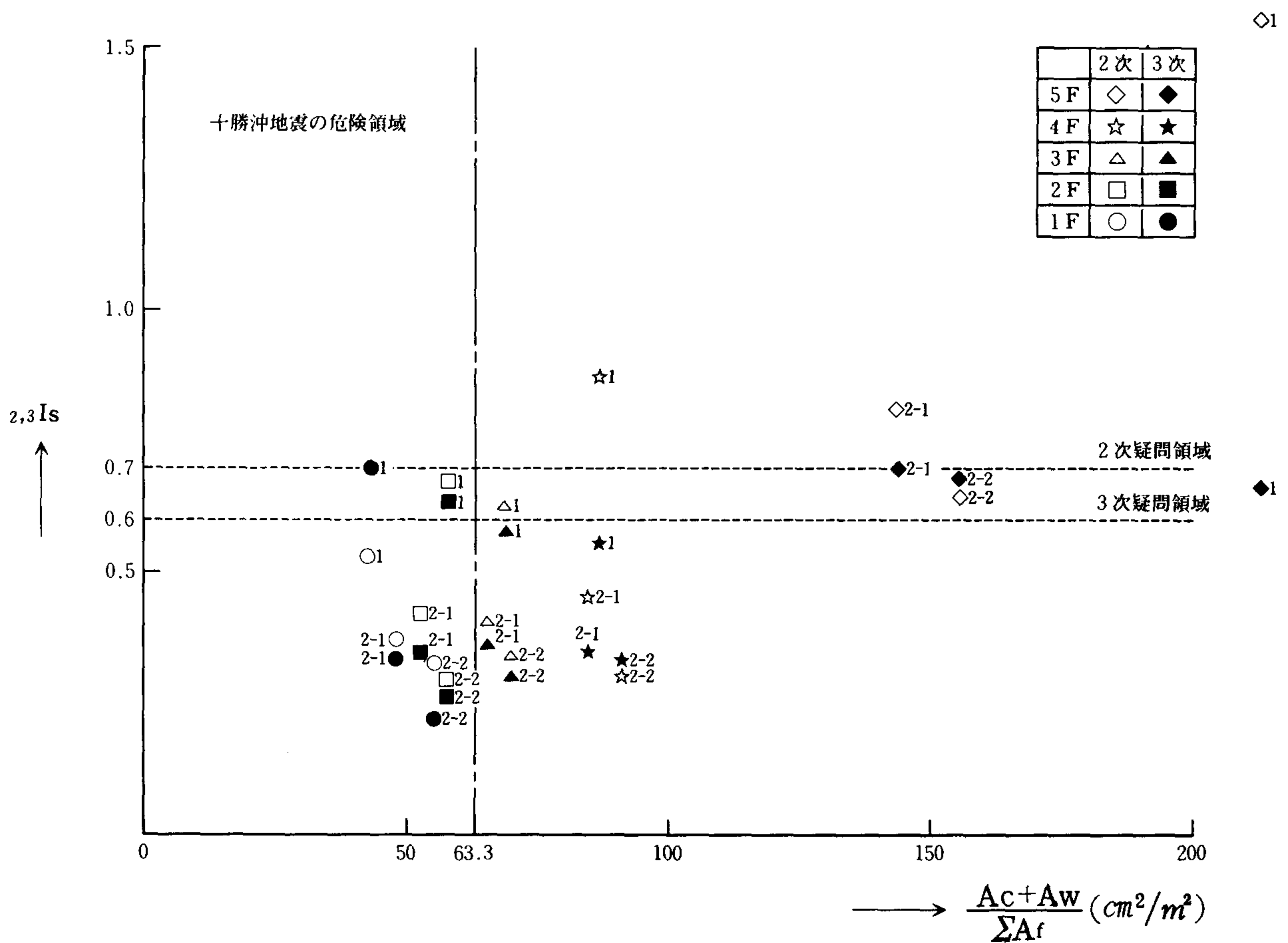


図 4.5 b Y方向の構造耐震指標 (I_s) と柱壁率

表 4.8 保有性能基本指標 (E_o) と構造耐震指標 (I_s)

Case 1

方向	階	保有性能基本指標 (E_o)			構造耐震指標 (I_s)		
		1 次	2 次	3 次	1 次	2 次	3 次
X	5	0.67	0.76	0.51 0.51	0.54	0.83	0.55 0.55
	4	0.38	0.44	0.37 0.37	0.32	0.48	0.40 0.40
	3	0.29	0.34	0.35 0.35	0.24	0.37	0.37 0.37
	2	0.26	0.33	0.28 0.28	0.22	0.35	0.30 0.30
	1	0.26	0.42	0.39 0.39	0.22	0.45	0.43 0.43
Y	5	1.57	1.44	0.61 0.62	1.32	1.55	0.66 0.67
	4	0.89	0.80	0.51 0.52	0.75	0.87	0.55 0.57
	3	0.64	0.64 (0.371)	0.54 0.55	0.54	0.62 (0.36)	0.58 0.59
	2	0.64	0.69	0.60 0.61	0.54	0.67	0.64 0.66
	1	0.47	0.60 (0.35)	0.65 0.67	0.39	0.53 (0.31)	0.70 0.72

注. () は、極ぜい性柱を考慮に入れたものである。
3次は、上段に Positive, 下段に Negative とする。

表 4.9 保有性能基本指標 (E_o) と構造耐震指標 (I_s)

Case 2-1

方向	階	保有性能基本指標 (E_o)			構造耐震指標 (I_s)		
		1 次	2 次	3 次	1 次	2 次	3 次
X	5	1.21	1.02	0.67 0.65	0.91	1.05	0.68 0.67
	4	0.72	0.61	0.40 0.41	0.54	0.62	0.41 0.42
	3	0.57	0.50	0.38 0.38	0.43	0.52	0.39 0.39
	2	0.50	0.48	0.41 0.42	0.30	0.49	0.42 0.43
	1	0.49	0.50	0.44 0.44	0.37	0.51	0.45 0.45
Y	5	0.66	0.80	0.68 0.67	0.50	0.802	0.70 0.69
	4	0.41	0.44	0.34 0.33	0.31	0.45	0.35 0.34
	3	0.35	0.39	0.36 0.35	0.26	0.40	0.37 0.36
	2	0.32	0.40	0.33 0.33	0.24	0.41	0.34 0.34
	1	0.32	0.45	0.42 0.42	0.25	0.46	0.43 0.43

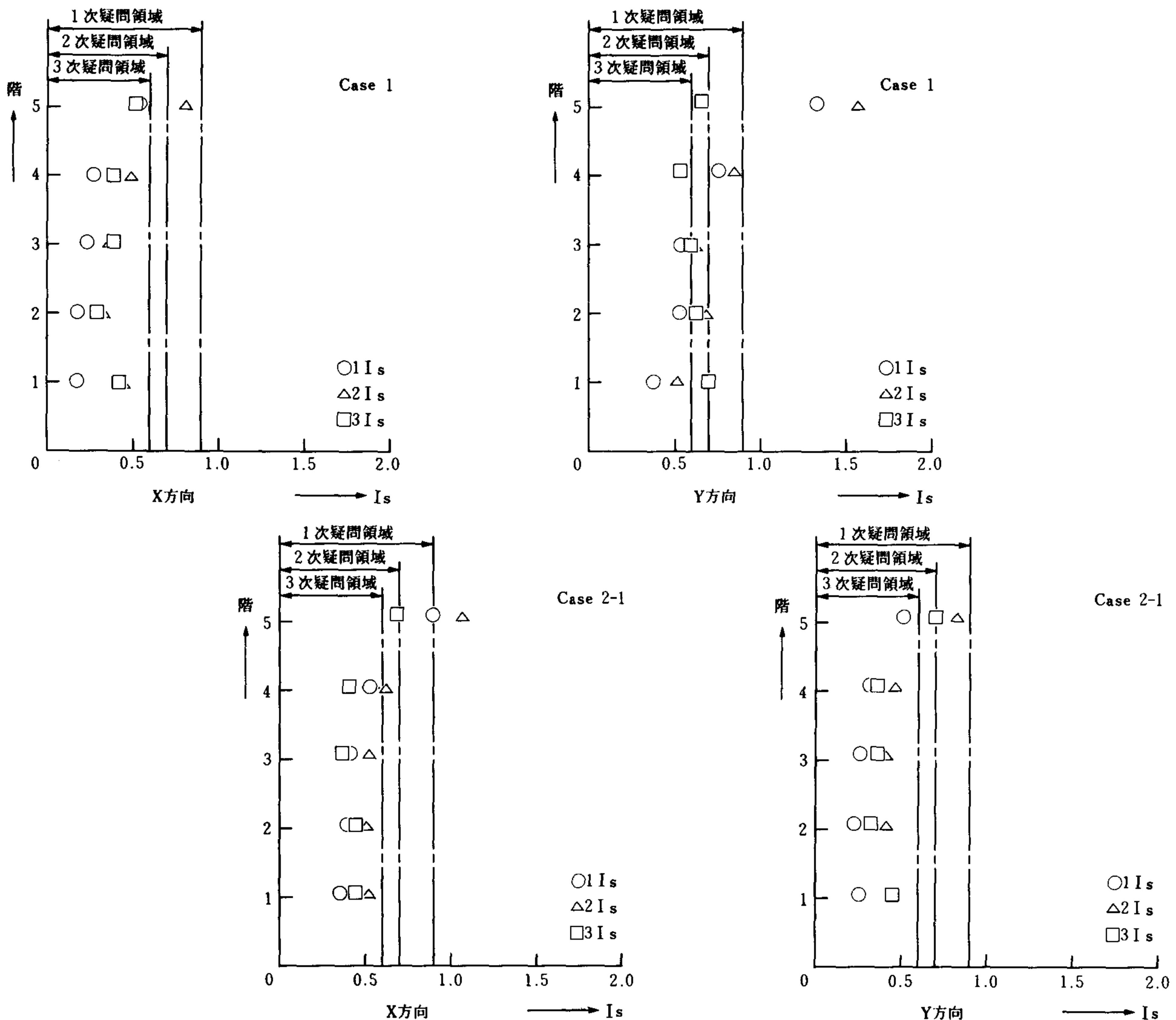
注. () は、極ぜい性柱を考慮に入れたものである。
3次は、上段に Positive, 下段に Negative とする。

表 4.10 保有性能基本指標 (E_o) と構造耐震指標 (I_s)

Case 2-2

方向	階	保有性能基本指標 (E_o)			構造耐震指標 (I_s)		
		1 次	2 次	3 次	1 次	2 次	3 次
X	5	0.62	0.89	1.10 1.10	0.51	0.76	0.94 0.94
	4	0.41	0.43	0.51 0.53	0.34	0.37	0.43 0.45
	3	0.37	0.43	0.46 0.45	0.30	0.37	0.39 0.39
	2	0.34	0.44	0.40 0.40	0.28	0.38	0.35 0.34
	1	0.36	0.34	0.53 0.53	0.29	0.30	0.45 0.45
Y	5	0.66	0.83 (0.25)	0.78 0.78	0.54	0.64 (0.19)	0.66 0.66
	4	0.41	0.39 (0.19)	0.36 0.34	0.33	0.30 (0.15)	0.31 0.29
	3	0.34	0.38 (0.17)	0.34 0.32	0.28	0.33 (0.14)	0.29 0.27
	2	0.31	0.33 (0.20)	0.29 0.32	0.25	0.29 (0.18)	0.25 0.27
	1	0.35	0.43	0.31 0.38	0.29	0.37	0.27 0.33

注. () は、極ぜい性柱を考慮に入れたものである。
3次は、上段に Positive, 下段に Negative とする。



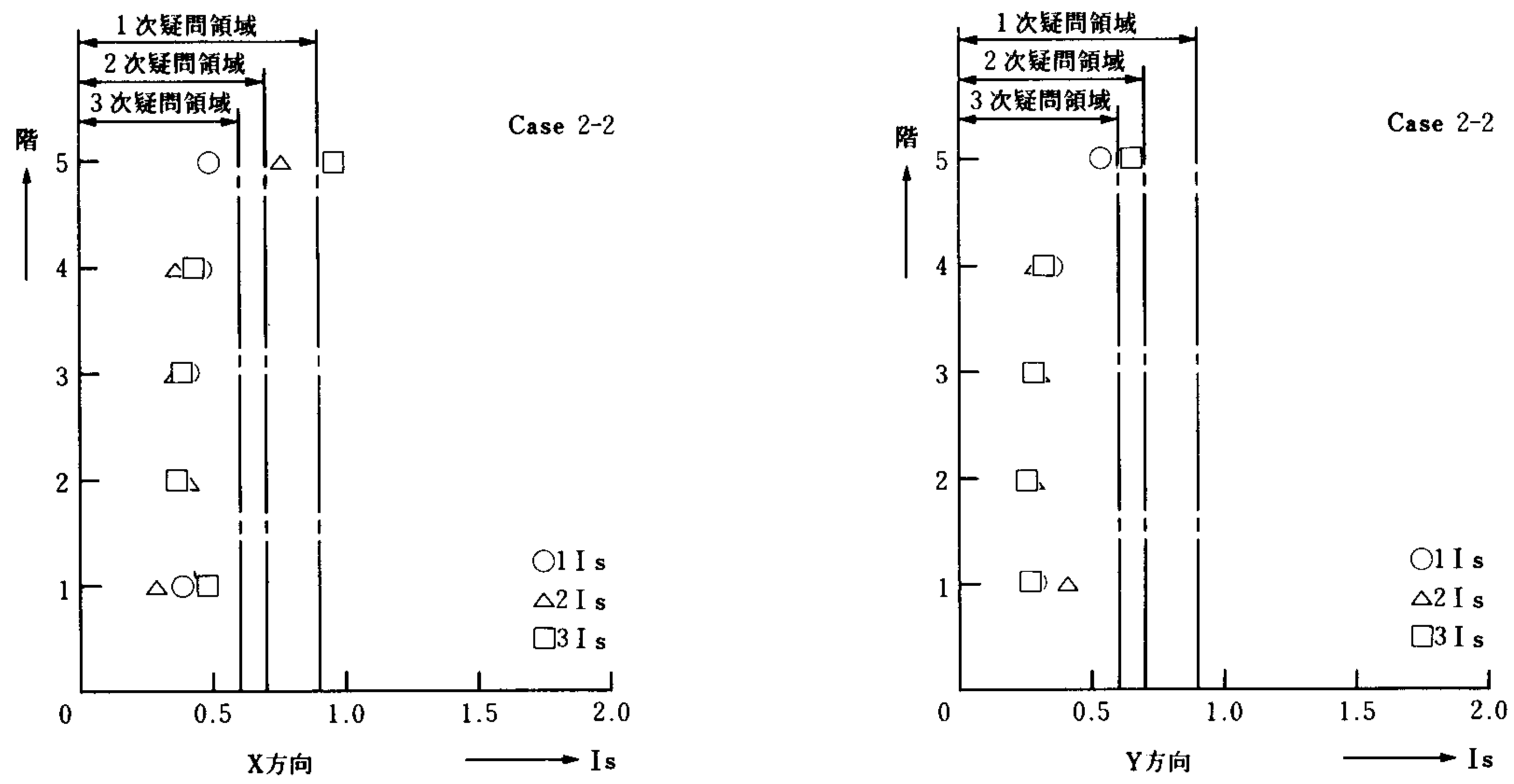


図 4.6 各方向別の各次構造耐震指標 (I_s) の比較

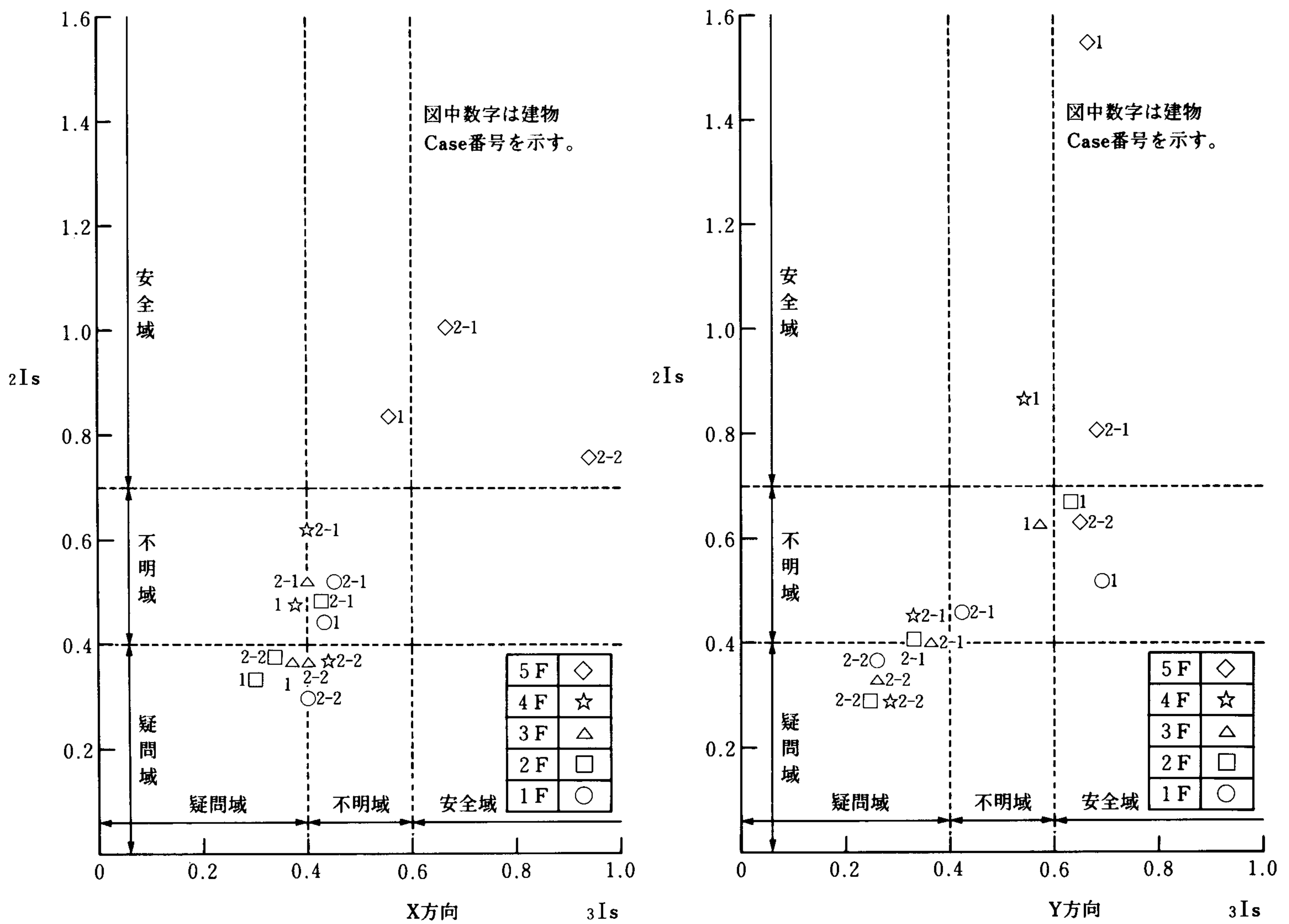


図 4.7 各方向別の2・3次の構造耐震指標値 (I_s)

一般に行われているが、本建物では更に詳細な解析等を行って耐震性能の向上をはかる事が望まれる。

参 考 文 献

- 1) (財)日本建築防災協会, 「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・改修設計指針付解説」, 1981.
- 2) (財)日本建築防災協会, SPRC委員会, 「鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断プログラム SCREEN Edition-2」, 1980.
- 3) (財)日本建築防災協会, SPRC委員会, 「鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断プログラム SCRNφ3」, 1982.
- 4) 日本建築学会, 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」, 1982.
- 5) 田中輝明, 田房義彦: 「既存鉄筋コンクリート造学校建築の耐震性能評価」, 国士館大学工学部紀要(第18号), 1985.
- 6) 田中輝明, 田房義彦, 横店秀利: 「既存鉄筋コンクリート造学校建築の耐震補強」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(構造系), 1984.
- 7) 梅村魁: 「鉄筋コンクリート建物の動的耐震設計法・続(中層編)」, 技報堂, 1982.
- 8) 坂本雄二, 小林正行: 「既存建物の耐震性能評価」, 昭和59年度国士館大学工学部建築学科卒業研究