

# 1984年長野県西部地震被害建物調査報告

—研修寮「山の家」を中心として—

小高 昭夫・尾形 素臣・中村満喜男・岡田 久志

## Investigation on the Structure Damages Caused by the Nagano-Ken Seibu Earthquake in September, 1984

Teruo ODAKA, Motoomi OGATA,  
Mistuo NAKAMURA and Hisayuki OKADA

On September 14, 1984, the west area of Nagano prefecture was affected by the earthquake which was of M 6.9 in magnitude. 21 casualties were suffered and, 427 houses were destroyed and damaged. The seminar house, 'YAMANO-IE' owned by AICHI Institute of Technology, on the mountainside of the Ontake, which is 2.5 km away from the seismic center, was also damaged.

In this paper, the outline of the damages by this earthquake is reported and, the problem of the structure design is discussed on the base of the investigation of the damaged 'YAMANO-IE'.

### 1. 序

1984年9月14日、午前8時48分に発生した「長野県西部地震」は、御岳山ふもとの王滝村を中心に、長野県14町村、岐阜県3町村において、道路、民家等に被害をもたらした。また死者、行方不明者28名を出した。その被害総額は長野県において、約150億円に達した。

震源より約2.5km離れた御岳山中腹に存する本学研修寮「山の家」も、大きな地震力を受け、被害を受けるに至った。そこで、建築工学科では、調査班を編成し、9月28日、1日の行程で「山の家」を中心とし、名古屋市市民休暇村および王滝村の被害調査を行った。本報告では、主として本学研修寮「山の家」を中心に調査結果を報告するものである。

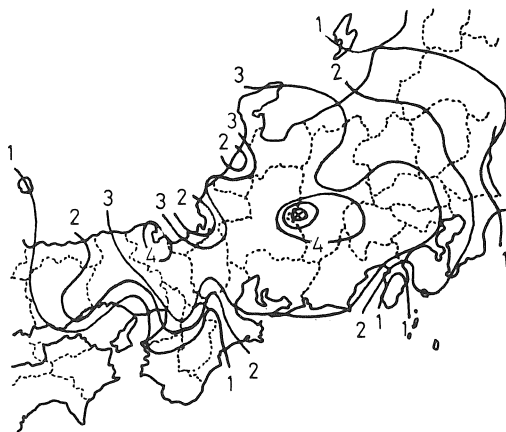
### 2. 地震概要

1984年9月14日午前8時45分、長野県西部で発生したマグニチュード6.9の地震は御岳山(3,063m)の南山麓の王滝村を震源とし、その震源深さはごく浅いものであった。地震諸元を表一1に示す。今回の震源域では、昭和51年から小規模な群発地震が発生しており、53年10月にはマグニチュード5.3の地震が記録されたが、その後、活動が沈静化していた。

本震に関する各地の震度分布を図一1に示す。なお、

表一1 地震諸元

- (1) 発震日時：14日 08時48分
- (2) 震央：長野県西部 N 35.8° E 137.5°
- (3) 深さ：0 km
- (4) 地震の規模：M6.9



図一1 各地の震度分布<sup>1)</sup>

表-2 長野県内の気象官署の記録<sup>1)</sup>

官 署 名	震 度	発 震 時 分 秒	初期微動 時 間	初動方向		最 大 全 振 幅	記 事
				上下	水平		
飯 田	4	08 時 48 分 57.3 秒	8.2 秒	-	NNW	UD 7.1 mm	59型振り切れ 強震計による
諏 訪	4	08 49					
松 本	3	08 49 02.8	8.8	+	NE	EW 29.8	強震計 NS振り切れ
長 野	3	08 49 08.5	14.1	+		EW 22.6	59型振り切れ 強震計による
軽 井 沢	2	08 49 10.×	10.×			EW 27.2	強震計による

注…飯田強震計NS, EW振り切れ

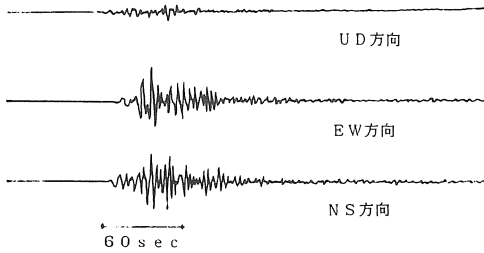


図-2 長野地方気象台の強震計による地震波形(変位)<sup>1)</sup>

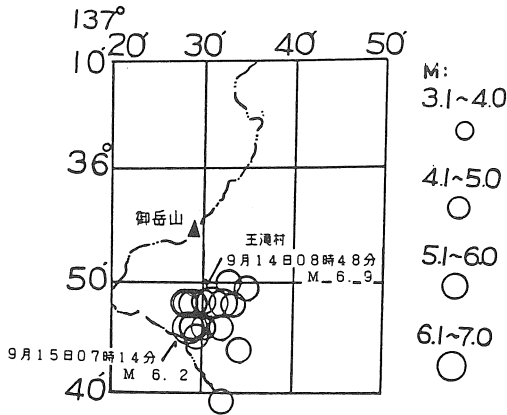


図-3 余震の震央分布<sup>1)</sup>

王滝村での震度は6~7と推定されている。長野県内の気象官署での地震記録結果を表-2に、長野地方気象台の強震計による地震波形を図-2に示す。また、牧尾ダムの堤頂部に設置されていた強震計による記録は完全に振り切れ、ダム管理事務所による推定では堤体に直交する方向の水平最大加速度は300galを越えたと考えられている。

本震ののちも、余震が頻発した。中でも、15日午前7時14分にはM6.4、さらに7時39分にはM5.6の余震が発生し、王滝村では、再び土砂崩れ等の被害が出た。図-3および図-4に余震の震央分布と余震発生回数を示す。

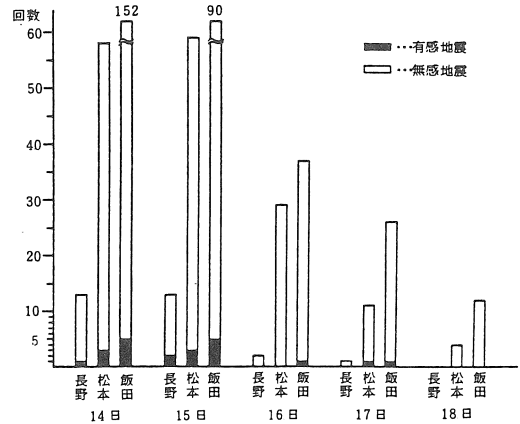


図-4 余震の発生回数<sup>1)</sup>

### 3. 被害概況

長野県警察本部調べ(9月20日現在)の長野県下14町村の被害状況を表-3に示す。被害は、王滝村に集中しており、29人の死者・行方不明者は、すべて土砂崩落によるものであった。一部崩壊の家屋を含めると、村内427戸のすべての家屋が地震被害を受けているが、全壊家屋のうち6戸は土砂でつぶされたものであり、直接人命を奪うような建物の地震被害はなかった。図-5には、土砂崩壊、流出箇所を示す。御岳山に近い標高2,800m付近より発生した大崩落は、わが国において稀有の大規模な土砂崩壊であり、氷瀬地区までの長さ約10kmにも及んだ。

1日の行程で行った建物の被害調査地域を図-6に示す。調査は、研修寮「山の家」の被害状況の把握を重点において行われた。したがって、その他の地区での調査に対しては、十分な時間を割くことが出来ず悔まれるが、表-4には、今回行った調査結果の概況をまとめて示しておく。なお表中のA~Iと図-6中のA~Iとは対応している。王滝村がマグニチュード6.9の震源にごく近い



表-4 調査建物の被害概況

記号	建物名称	規模、構造		所在地	被害状況
		構造	階数		
A	名古屋市市民休暇村	RC	3	電源より約3.0km(黒石ノ原)	(1)エキスパージョイント部の破損 (2)3階上部ベントハウス内の水槽(20t)の移動(N-S方向)とそれともなう配管の破損 (3)RC壁の亀裂(水平方向の亀裂が目立つ) (4)仕上げ材のハク離、落下 (5)不等沈下
C	王滝中学校 校舎	木造	2	電源より約2.5km(上島)	校舎 (1)木造下地の仕上げ材の破損 (2)しっくいハク離落下
	渡り廊下	S	1		渡り廊下 (1)屋根面ブレース、構面ブレースの伸び(丸鋼筋かい) (2)ブロック塀の転倒(EW)(ひかえ壁なし) (3)コンクリート床のキレツ
	ポンプ室	木造	1		プールサイドポンプ室 (1)コンクリート基礎と土台との間で破損 (2)ポンプのコンクリート土台の破損  その他 (1)鋼像の転倒落下(コンクリートで固定してあった) (2)プールサイドの沈下
D	小屋	S	1	〃	(1)丸鋼筋がブレースの溶接部での破断
E	警察官駐在所	木造	1	〃	小瓦屋根の破損
F	ガソリンスタンド	ブロック	1	〃	(1)ブロックと臥梁との境でキレツ (2)スタンドの大屋根は無傷
G	集合住宅	S	2	(上島)	・外回り、無被害
H	小屋	RC	2	〃	・ 〃 〃
I	八幡堂	木造	1	中越	(1)石碑転倒(NS) (2)御堂の額のハズレ(上下動による)
	その他			王滝村	(1)電柱の倒壊 (2)墓石、石碑の転倒(転倒方向は一定していない)転倒率90%以上 (3)鉄板ぶきの屋根が多いが、瓦ぶきの屋根では、瓦の被害が多し (4)ひかえ壁のないブロック塀の倒壊(縦筋、横筋の抜け、伸び破断)

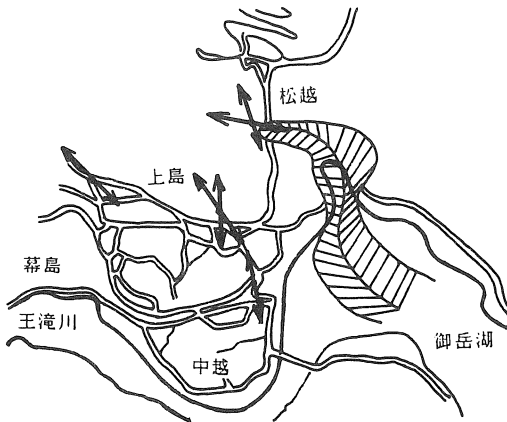


図-7 墓石等の転倒方向(王滝村)

地域であった割には、建物の受けた地震被害の程度は小さかったように思われる。

王滝村における墓石等の主たる転倒方向を図-7に示す。転倒方向は調査地点毎だけでなく、墓石毎にもかなり異なり、転倒する際に上下動の影響が強く作用したと思われる。

4. 研修寮「山の家」の地震被害

(1) 本館

a. 建物概要

本館は、図-8に示すように本学研修寮の北側の建物である。また、図-8に示すような2階建純鉄骨造で、張間方向は8mm×2スパンのラーメン構造、桁行方向では、11スパンの筋かい軸組構造である。梁は、張間方向で、1、2層ともH-496×199×9×14を使用し、桁行方向ではH-400×200×8×13となっている。また、柱は

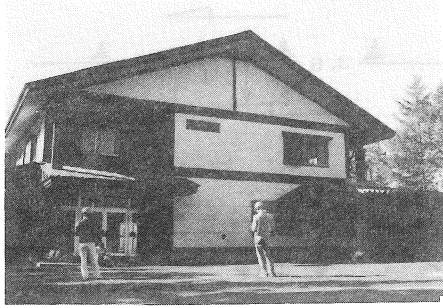


写真-1 本館玄関前

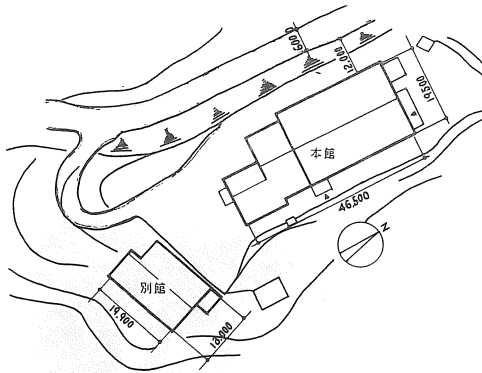


図-8 「山の家」の配置図

H-294×200×8×12である。桁行方向の筋かいには、山形鋼(L-75×75×9, L-75×75×6またはL-65×65×6)を用い、主として外側2構面にX形に配している。ボルト接合部にはM20の高力ボルトを使用している。また、屋根は瓦葺葺、外壁はALC板、2階床スラブには、

デッキプレートの上に90mmのコンクリートを打設している。本建物は、昭和53年7月に建てられており、旧建築基準法、同施工令に基づいて設計されている。なお、基礎には、300φのコンクリート杭が打たれている。

b. 被害状況

この建物の主な被害は、次の様なものである。

- (1) 桁行筋かいの座屈
- (2) 屋根面の水平筋かいの塑性変形による伸び
- (3) 桁行中央構面2階天井裏の筋かい取り付け部の破損
- (4) 外装材の破損
- (5) プロパン庫(ブロック造)と本館建屋とのジョイント部の破損

桁行方向の筋かいの多くは、仕上げ材の内部にあり、筋かいの座屈が確認されたのは、露出している部分のみである。写真-2~4にその様子を示す。図-10は写真の撮影個所と方向を示したもので図中番号は写真の番号に対応している。筋かいの座屈によって、外装材等に、2次の被害を起こしたところも多く、写真-5, 6にその様子を示す。

屋根面の水平筋かいの塑性変形による垂み(写真-7)は、屋根面が面内かなり揺すられたことを物語っている。2階天井コーナ部分の破損も、同様な原因によるものと思われる(写真-8)。写真-9は、2階天井裏の筋かい(図-9 Y2通りの軸組参照)取り付け部の損傷を示したものである。筋かいの引張力により、柱ウェブが過大な局部応力を受けて生じた被害である。

地震による上下動もかなり大きかった様である。写真

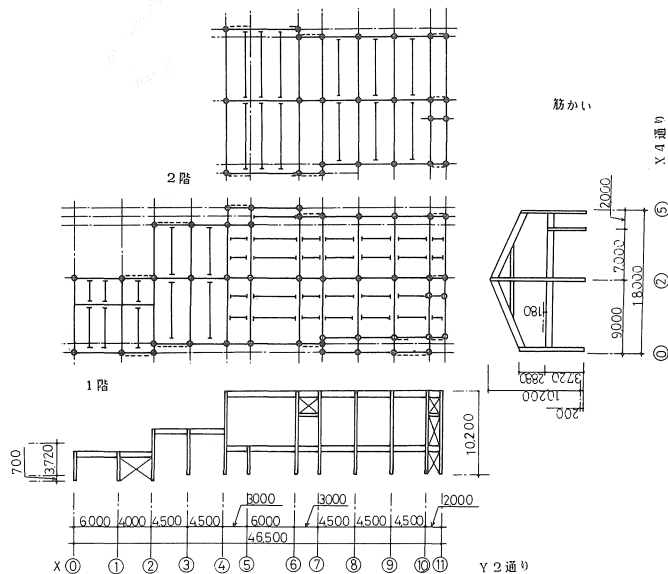


図-9 本館の伏図・軸組図



写真-2 玄関前の筋かい座屈

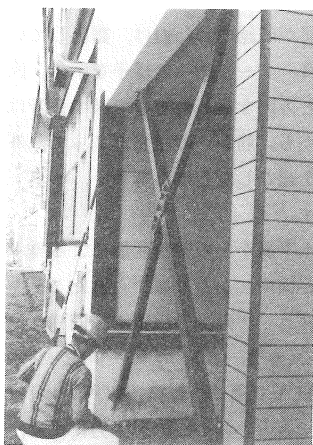


写真-3 1階の筋かい座屈



写真-4 2階洗面所前の筋かい座屈

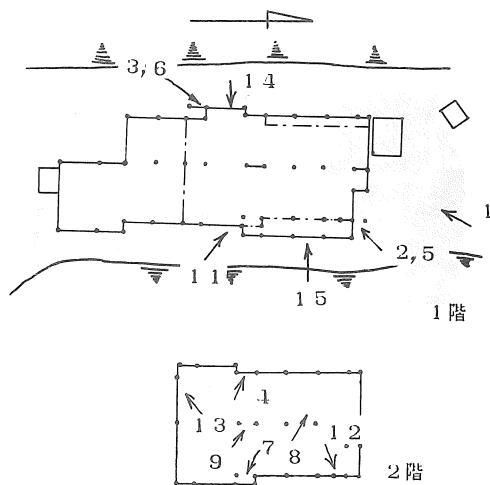


図-10 写真撮影場所

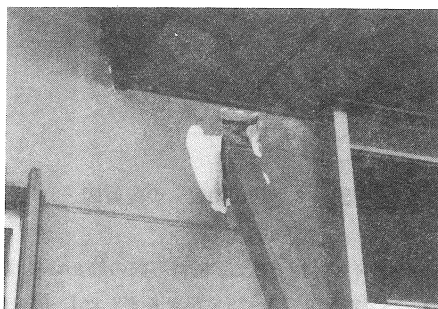


写真-5 筋かい座屈によるALC板の破損

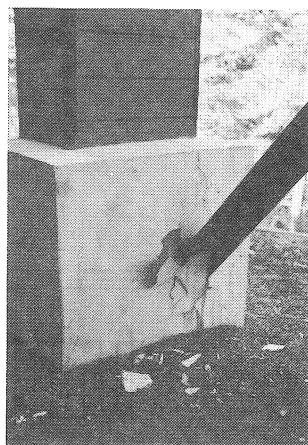


写真-6 筋かい座屈による基礎コンクリートの損傷

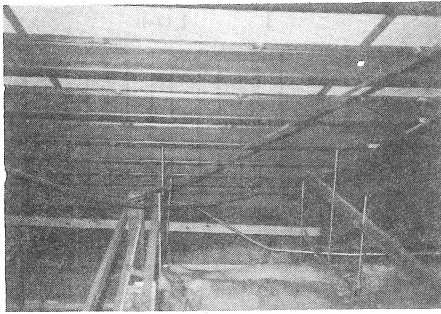


写真-7 屋根筋かいの伸び

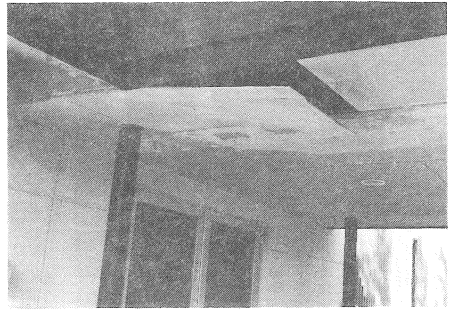


写真-11 軒天部の破損

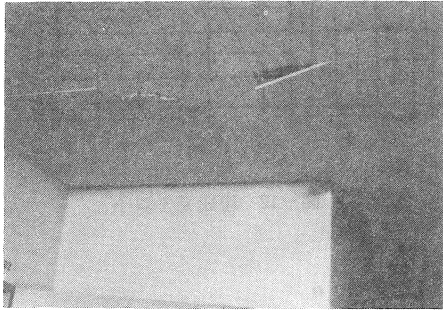


写真-8 2階天井コーナ部の破損

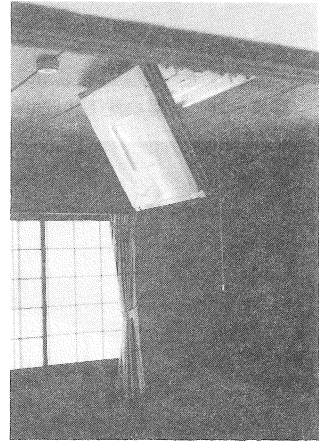


写真-12 灯具の落下

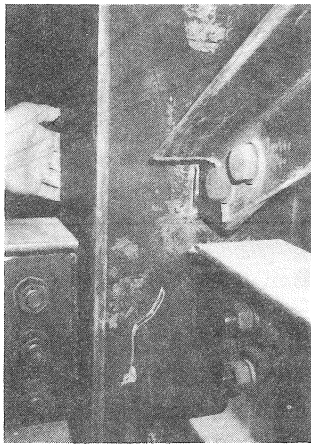


写真-9 2階天井裏の筋かい取付け部の損傷



写真-13 天井の剝落

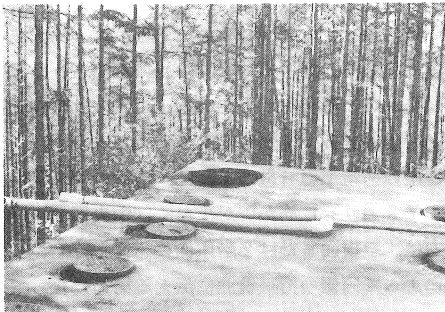


写真-10 浄化槽の蓋の転倒・移動

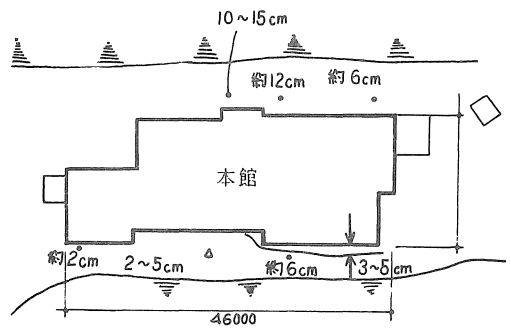


図-11 建物周囲の沈下量



写真-14 地盤の沈下状況

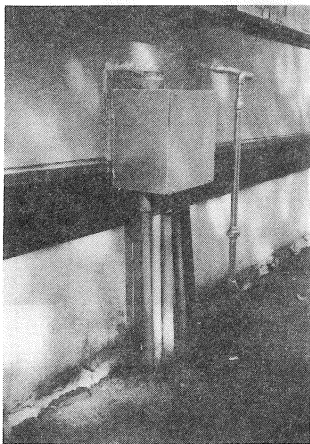


写真-15 地盤の沈下状況

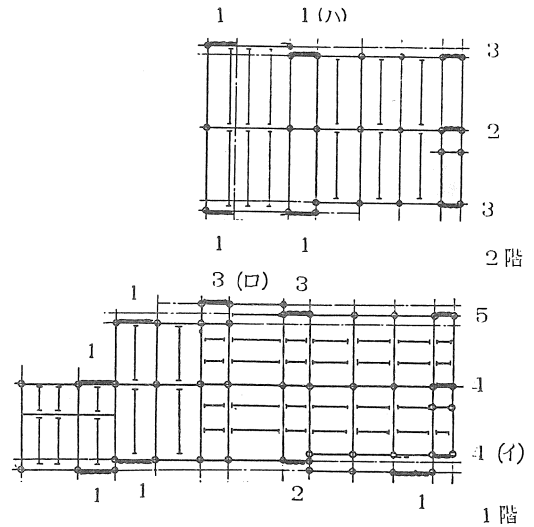


図-12 座屈発生順序

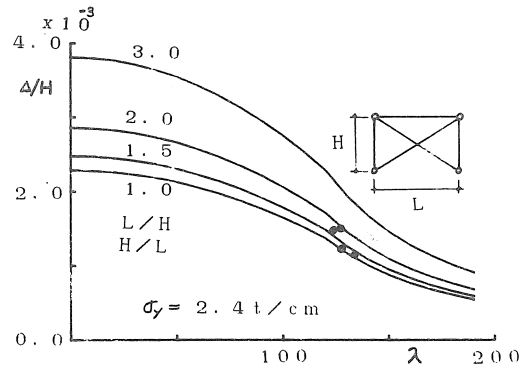


図-13 筋かい座屈時の層間変形角と細長比の関係

一10は、本館と別館との間に設けられている浄化槽の鋼製蓋が地震により移動したり、反転している様子を示している。写真-11～13も上下動により生じた被害と言える。図-11は設備配管の状況(写真-14, 15)から推察した本館建物周囲の地盤沈下量を示す。5～6 cmの沈下が認められているが、基礎が堅牢であったために、幸いにも被害が生ずる程の不同沈下は生じなかった。

c. 所見

設計用地震力に対して余裕のある設計がなされていたにもかかわらず、構面筋かいが座屈する被害を受けた。このような被害は、これまでも大地震が発生するたびに、鉄骨建物で最も多く発生した被害である。設計図書および図面より推定した本建屋の構面筋かい座屈発生順序を図-12に示す。調査により座屈発生の確認がなされた筋かいは図中の①、②、③であり、座屈発生順序の推定が正しければ、多くの筋かいが座屈していると思われる。

桁行方向に使用されている山形鋼筋かいの細長比は

130～200あり、設計する上では、引張筋かいとして取り扱われ、圧縮力は考慮されない。しかし、実際には圧縮力を受ける上に、圧縮力により座屈する時の層間変形角は、1/200(新建築基準法、同施行令第82条2項に規定されている変形制限)よりもかなり小さい。図-13は、鋼構造設計規準の座屈応力度式を用いて試算した、SS41材についての座屈発生時層間変形角と細長比との関係を示したものである。図中の●は、座屈の観測された本建物の構面筋かいの場合を示している。これらは層間変形角1/500～1/800程度で座屈したものである。

本建屋の構造上の特徴の1つは、桁行の中央構面(図-9中Y2通り)に筋かいが少なく、中央構面に受けた地震力は、屋根面または2階床面の水平筋かい(13φ丸鋼)によって両側の桁行構面に伝える構造になっていることである。この水平筋かいが過大な応力を受けた(写真-7)。この原因は、言うまでもなく、地震入力設計用地震荷重を上まわった為であるが、本建屋が旧法令に







写真-17 屋外階段基礎部の沈下



写真-21 玄関前の地割れ

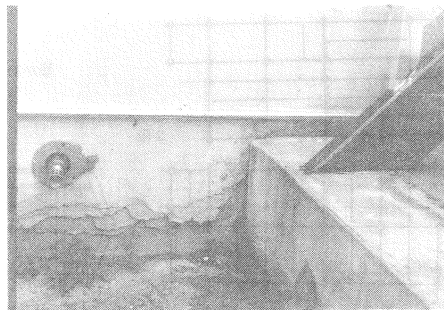


写真-18 屋外階段基礎部の沈下

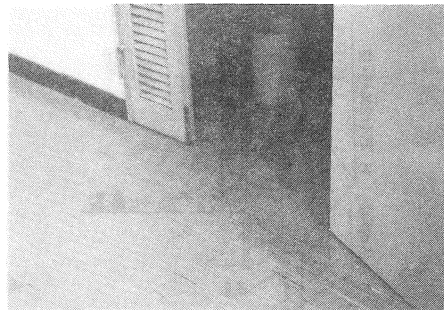


写真-22 床面の亀裂



写真-19 北面桁行方向の外壁目地の損傷



写真-23 階段近くの床の破損



写真-20 南面基礎の状況

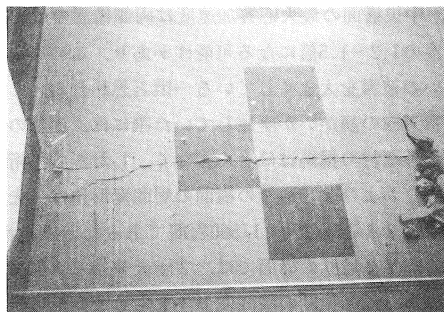


写真-24 玄関ホール床の亀裂

m×2 スパンで純ラーメン構造となっている。また、梁には、H-300×150×6.9×9 を使用している。基礎には、本館と同様に、300φ のコンクリート杭が打たれている。

屋根は、瓦葺葺、外壁にはALC板、床スラブは、デッキプレートにコンクリート（厚さ90mm）を打設してあ

り、これも本館と同じ仕様となっている。なお、本建屋も昭和53年7月に完成している。

#### b. 被害状況

別館の被害状況を写真-17～写真-24に示す。また、図-17には、写真の撮影場所と方向を示す。

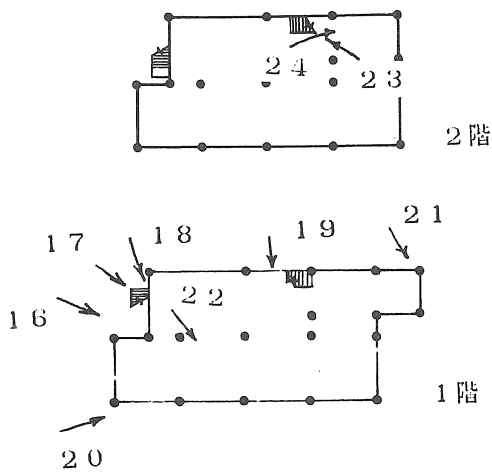


図-17 写真撮影場所

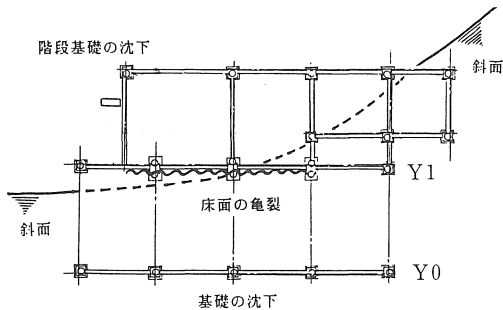


図-18 基礎、基礎梁と床面亀裂の発生状況

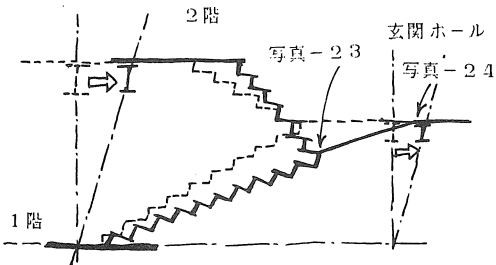


図-19 階段部分の変形（推定）

この建物での目立った被害は、床面の損傷と、非難階段脚部の沈下である。仕上げ材の被害は、主として桁行方向（純ラーメン方向）の構面で発生している。

c. 所見

基礎、基礎梁の伏図に1階床面の亀裂発生箇所および斜面の状況を記載した図を図-18に示す。床面の亀裂は、Y1通りに沿って発生しており、Y0通りの基礎が不同沈下を起こしたことによって発生した被害ではないかと思われる。Y0通りとY1通りを繋ぐ梁が基礎梁を兼ねるコンクリート梁としておけば、不同沈下は少なかったかと考えられる。非難階段の脚部の基礎に対しても、同

様な事が言える。また、桁行方向の構面に対して仕上げ材の被害が発生している（写真-19）ことから、本建屋では、張間方向に比べて、桁行方向の揺れが、大きかったのではないと思われる。張間方向については、筋かいの使用断面が明らかでないので明確な議論は出来ないが、L-75×75×6程度以下の山形鋼が使用されていて、2階の最大応答加速度が本館の建屋と同程度であったとするならば、筋かいが座屈している可能性がある。階段まわりの床の損傷（写真-23, 24）は、鋼製の階段が、筋かいの役目を果し、その為に図-19に示すような変形を起こした結果生じたものと思われる。

5. 結

今回発生したマグニチュード6.9の長野県西部地震では、震源が山間部であったため、その被害は、震源域に近い地域に限られ、土石流出、道路の欠損とそれによる人的被害の大きかったことが特徴であった。とは言うものの、これらの地域では、建物に対しても地動によるなんらかの被害を蒙っており、これによる人的被害の無かったことは幸いであった。

地震災害の教訓を生かし、設計規準等の改訂がなされたことは、これまでもたびたびあった。その意味で、今回も地震による実大実験が行われたと言えよう。

本学研修寮「山の家」を中心に行った地震被害建物調査の結果は、これまでの地震被害調査報告書と比較し、内容の点で目新しいものは無い。その事は、これまでの地震災害の教訓が設計等にまだ十分反映されていないことを示すものであろう。

引張筋かいの座屈による2次部材の損傷もこの一例である。引張筋かいが微小な変形で座屈することへの対策を考えなければ、このような被害報告は報告書から消えないであろう。

水平筋かいの被害は、水平面内の剛性が構面の水平剛性に較べかなり大きい場合を除き、水平面内の振動特性を考えた設計を行う必要のあることを示したのものとして捉えなければならない。

文 献

- 1) 長野県地方気象台：災害時地震速報，昭和59年9月
- 2) 後藤恵之輔他：長野県西部地震における大規模土砂崩壊の発生・流下機構，土木学会誌，1985，2月
- 3) 木下，榊原，平山：「地震時における水平筋かいの動的性状に関する研究」，昭和59年度愛知工業大学卒論

（受理 昭和60年1月30日）