

## 19. 昭和36年2月2日長岡地震の家屋被害について

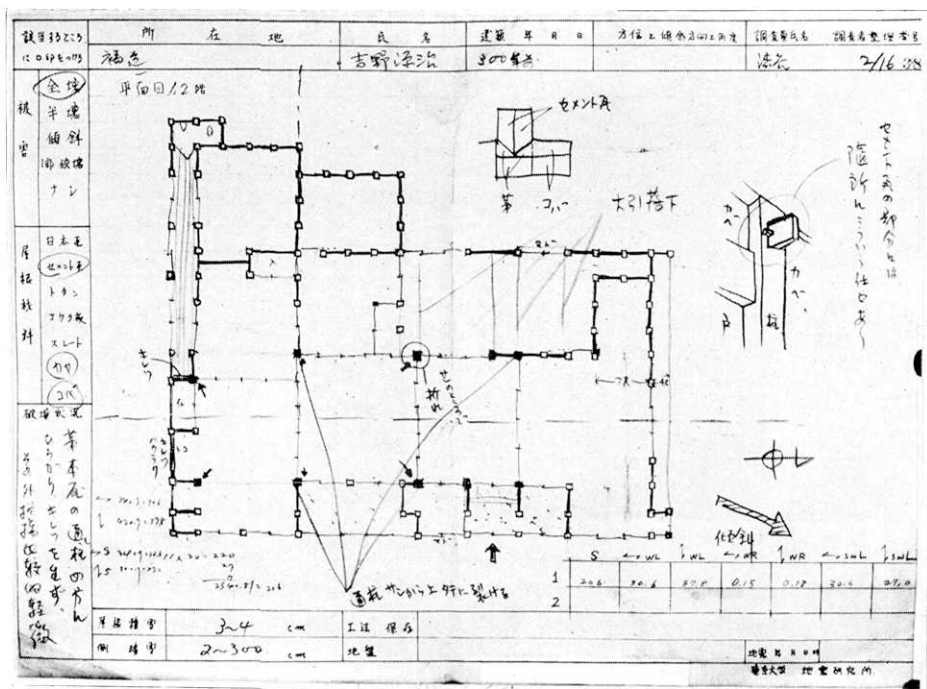
地震研究所 大 沢 勝  
東京大学工学部建築学教室 山 本 正 勝

(昭和36年3月28日および4月25日発表—昭和36年6月30日受理)

### 1. 緒 言

昭和36年2月2日午前3時39分、長岡市西部におこつた地震は、同地域にかなり大きな被害をもたらし、全壊家屋259戸、死傷者35名におよんだ。

筆者らは、東京大学工学部建築学教室の大学院学生9名の援助をえて、2月13日より約1週間にわたり、主として家屋の被害調査を行なつた。たまたま長岡地区は大雪のあつた後で震害地の積雪は2mに近く、さらに調査期間中はおおむね雪が降りつづくという悪条件下であつたが、長岡市役所よりいろいろ便宜をはかつて頂いたおかげで、無事調査を行なうことができた。



第1図 家屋震害調査票

調査のおもな対象は、被害のもつともはげしかつた6つの町（古正寺・寺宝・王番田・福道・南新保・高瀬）の住家で、その大部分（306戸中207戸）について戸別調査を行なった。その要領は、第1図に示す所定の調査票に、被害状況、平面図、主要柱・梁の寸法、壁の配置、積雪状況などを書きこむこととした。

ここには、長岡地震における建物被害の概要、およびこの調査票を集計して得られた、住家の被害詳細、被害と壁率・建築年代・積雪との関係、推定作用震度などについて報告する。

## 2. 建物被害の概況

第1表に主として家屋被害の概要を、また第2図に住家の被害分布図を示す。これらの数字は長岡市役所より発表されたものである。図に見るように、被害が大きかつたのは長岡市西部信濃川沿いの直径約3kmの地域で、南新保・高瀬・古正寺・寺宝の各町では、全壊率50%以上という大被害をうけている。

この地域は長岡市内といつてもいわゆる市街地ではなく、住家は農家が大部分である。したがって木造建物がほとんど大多数で、鉄筋コンクリート造などほかの種類の構造物はきわめてわずかであった。

木造建物のうち住家の被害で致命的なのは2階の倒壊したもので、そのため多くの死傷者をだしている。1階は大傾斜しながらもまわりの雪によりかかかってかろうじて倒壊をまぬがれた例がかなりあつた。従来の震害報告にあるような、1階がつぶれて2階がそのまま地上にすわるといつた例はみられなかつた。

土蔵の被害は住家ほど詳しくしらべてないが、特に大きくはなかつたようである。農業倉庫で完全に倒壊したものがあるが、この建物は住家と比べて屋根に積雪の多かつたこと、倉庫内の米俵が壁に崩れかかり横力として作用したことなどの特殊事情が大きな原因とみられる。

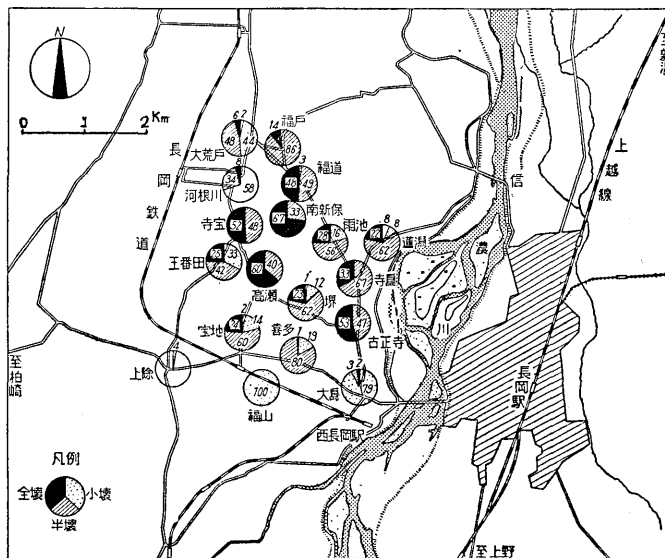
コンクリートブロック造および腰の部分は大谷石またはコンクリートブロックで積んだ構造は、倉庫・納屋などに使われているのが若干あつた程度だが、いずれもほとんど被害がなかつた。住家の被害のもつとも著しい高瀬町にあるブロック造2階建倉庫で全く無被害というのがあつたが、20cmの重量ブロックを用い、がりようをまわし、完全な耐震設計施工の建物と見受けられた。そのほかかなり激震地に近い大島町の某工場で、鉄骨造倉庫のプレースのボルト切断、鉄筋コンクリート架台のひびわれなどの被害があり、そのすぐ近くの鉄筋コンクリート壁式4階建アパートは無被害であつた。

なお被害状況で特色のあるのは、各町により家屋の倒壊または傾斜方向が異なつており、福道町では南、寺宝町・高瀬町では東、古正寺町では西となつていずれも被災地のほぼ中心に向かつていることである。長野地震でも同様の現象があつたことが報告されている<sup>1)</sup>。

1) 金井 清 「昭和16年7月15日長野地震の家屋被害に就て」地震研究所彙報 19 (1941), 647.

第1表 町別震災被害状況

町名	総世帯数	住家						非住家			死者	傷者
		全壊	半壊	小壊	被害戸数	全壊率(%)	全壊	半壊	小壊			
古正寺町	56	28	25	0	53	53	1	0	0	1	12	
寺宝町	28	14	13	0	27	52	2	1	2	0	8	
王番田町	79	20	33	26	79	25	7	4	7	0	4	
寺島町	18	5	10	0	15	33	0	0	0	0	0	
福道町	89	42	43	3	88	48	5	0	0	4	3	
南新保町	13	8	4	0	12	67	2	0	1	0	0	
堺町	82	19	51	10	80	23	15	5	0	0	0	
宝地町	42	10	25	6	41	24	4	11	0	0	1	
福戸町	22	3	19	0	22	14	1	2	2	0	0	
雨池町	25	7	14	4	25	28	0	0	0	0	0	
高瀬町	48	28	19	0	47	60	0	0	0	0	0	
喜多町	70	1	56	13	70	1	2	0	2	0	1	
河根川町	63	5	21	36	62	8	0	0	0	0	0	
蓮湯町	64	14	40	5	59	22	0	0	0	0	0	
その他	—	16	95	494	1289	—	0	5	3	0	1	
計	—	220	465	804	1489	—	39	28	17	5	30	



第2図 住家被害分布図

### 3. 住家被害の詳細

#### 住家の構造と耐震性

この地方の住家はおおむね木造2階建てで、屋根ふき材により、瓦ぶき（セメント瓦または日本瓦）かやぶきその他とわかるが、過半数は瓦ぶき、ついでかやぶきが多い。第3図に瓦ぶきとかやぶきの骨組詳細図、第4図に1階標準平面図を示す。間取りはどの家も大同小異で標準平面とあまりかわらない。2階は4間×6間またはそれに近い大きさのものが大部分で、特に間仕切りをせず物置または納屋に使用しているといった家が多かった。

耐震的な面からこの構造をみると、まず1階は客付・茶ノ間・座敷などの間仕切りがすべて戸障子の類で、それらを取り払えばすぐ大広間ができるようになっており、力になる壁の類が少なくかつ偏在している。これは2階も同様である。また多雪地域のせいで小屋材が太く屋根部分が重くなっている。さらに筋かいを用いた家がほとんどみられなかった。これらの悪条件が地震の被害を大きくしたものと思われる。

#### 被害詳細

被害の詳細は、写真（第9—20図）にもみられるように、

柱 2階床上または1階差し下で折れるかさけるかしている。

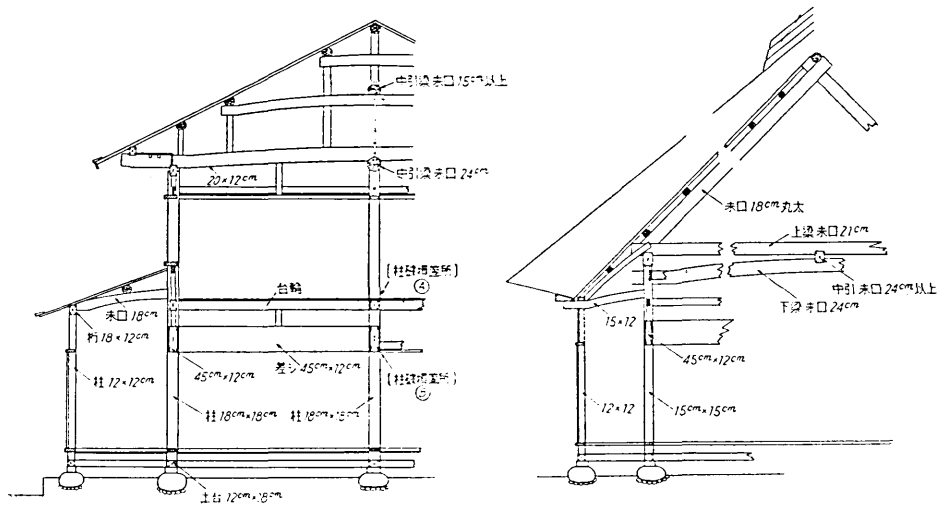
梁 柱との接合部で大入れ部分がはずれ、ほぞが折れたものが多い。

壁 ひどいものは、くずれ落ちまたははくらく、軽いものは、水平（仕上げてない壁）または斜め（仕上げてある壁）方向にひびわれを生じている。

筋かい その数は少なかつたが、ぬき程度のうすいものは折れた例が多かつた。

小屋組 概して健全で被害が少なかつた。

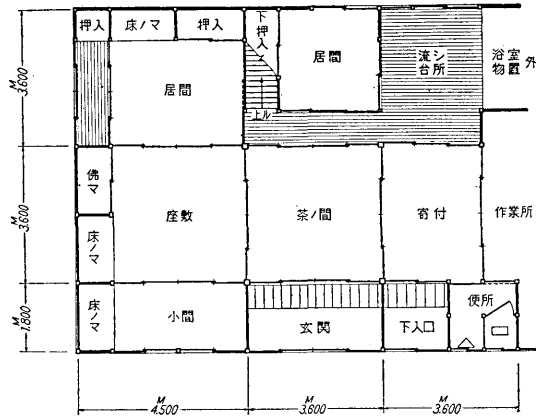
戸障子 ひし形に変形し、板戸はバラバラになつて四散し、障子はさんが折れたりし



第3図 標準骨組詳細図

た。

このような各部材の被害のほかに、建物の接合部、古い家に増築したときのつなぎ目、下屋部分のつけねというようなところで、梁がぬけ出る、壁と柱の間が大きく口をあく、不同沈下で一方の柱が下がる、といった被害が自立つた。



第4図 1階標準平面図

#### 4. 壁率・建築年代・積雪と被害の関係

##### 壁率と被害

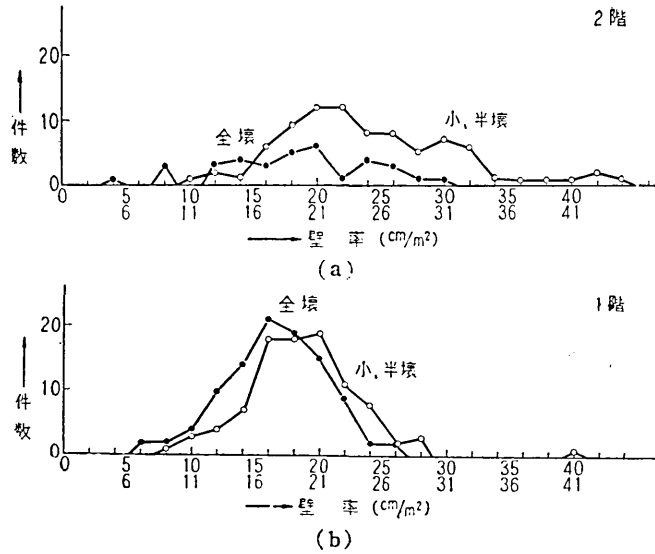
ふつうの木造家屋では、壁は地震力に抵抗する骨組としてもつとも重要なものであり、壁の多い少ないがその建物の耐震力を推定する目安とされる。そこで調査家屋について、壁率と震害との関係をしらべてみた。

第5図にその結果を示す。この図の横軸は、壁率 = (壁の全長) / (床面積) を  $(\text{cm}/\text{m}^2)$  の単位で表わし、縦軸は家屋の戸数をとっており、黒丸は全壊家屋、白丸は半壊または小壊家屋の分布を示している。この図でみると、全壊家屋の分布がそれ以外のものに較べてやや壁率の少ない方へ寄っているが、両者の差はごくわずかである。壁率いくら以下のものが全壊したというハッキリした結果はみられない。これは、ひとつは家屋の大部分が2階建であつて、全壊といつても2階が倒壊して1階が被害僅少だつた例もあり、1、2階にわけた場合の全壊・半壊の区別が必らずしも明りようでないことも影響している。

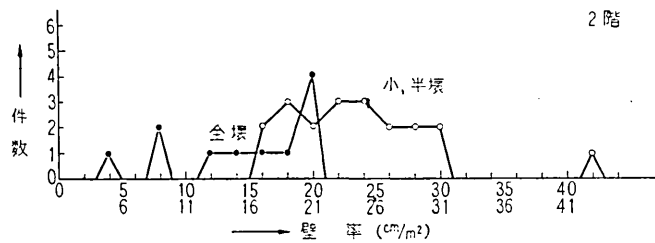
そこで特にこの点に留意して、調査の比較的よく行届いている古正寺町について、2階部分だけをとつて同様の分布をしらべてみると、第6図のようになっている。この場合は、全壊家屋の分布は、ハッキリそれ以外のものとわかれて壁率の少ない方によつている。すなわち、壁率  $20 \text{ cm}/\text{m}^2$  以上の壁のある家は、全壊をまぬがれていることがわかる。

もつとも、この地方の家屋では、柱せいが  $15 \text{ cm}$ 、 $18 \text{ cm}$  といった太い柱を通し柱とし

て用いており、この柱にも相当の耐震力があると認められるので、壁だけでその家の耐震力をきめることはできない。この点については、あとで、推定震度の項でふれることにする。



第5図 壁率と震害 I (全調査家屋)



第6図 壁率と震害 II (古正寺町 2階)

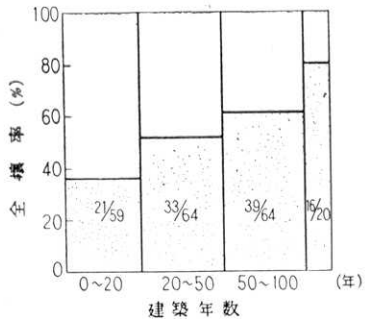
**建築年代と被害**

被害調査当初の印象では、新築後間もない家があちらこちらで大被害をうけており、古い家の方がかえって丈夫なように感ぜられた。そこで調査の対象となつた 207 戸の家屋について、建築年代と震害の関係をしらべたところ、第7図のようになった。図の縦軸は全壊率を百分率で表わしたもので、横に左から、新築後 20 年以内、20~50 年、50~100 年、100 年以上と 4 段階にわけて建築年代との関係を示した。

この図でみると、最初の印象に反して、全体として年代の古いものほど全壊率が多くなっていることがわかる。これは当然のことといえるが、一方 20 年以内の家（といつても 10 年以内のものが多い）が 40%に近い全壊率を示していることは、大部分が建築基準法

制定後の建物であることと考え合わせると、いかに地震動が激しかったとはいえ、はなはだ残念な事実である。実際これらの大被害をうけた新築家屋は、いずれも筋かいのない、耐震的考慮にかけたものであつた。

一方基準法の規定通り十分に筋かいを用いた家がほとんど無被害であつた例が堺町にみられた。



第7図 建築年代と被害



第8図 住宅の側面が積雪でおさえられ、1階の倒壊を防いでいる状況（寺宝町）

### 積雪と被害

長岡地方は昨年暮の豪雪で雪害をうけた地域であり、地震のおこつたとき長岡市内の積雪量は 171 cm（長岡気象通報所調べ）になつていた。当初この雪が建物の屋根荷重を増加させ、震害をひどくしたのではないかと考えられた。実際しらべてみると、被災地の住家はほとんど例外なく屋根の雪おろしをしており、被災時の屋根の積雪量は多くて 30 cm 位ということがわかつた。これは重量にすると屋根荷重の 20~30% 程度となり、確かに屋根を重くはしているが致命的な要素と考えるほどの量ではない。むしろ屋根からおろした雪が家のまわりを 2~3 m の高さにつみ重ねられ、1階の倒壊を防いだ功積の方が大きいとも考えられる。（第8図参照）

したがつて住家の間では、積雪量の差による被害程度の差は問題にならなかつた。一方非住家では、雪おろしが十分行なわれていないため 70~80 cm の積雪があつてそのため倒壊したと思われる例も 2, 3 あつた。

### 5. 家屋作用震度の推定

建物の破壊状況からその建物に作用した地震力を推定することは必ずしも容易でない。地震が動的作用である上に、建物の骨組が複雑で耐力の性状がわかりにくいからであ

る。

今回の被害調査の結果から作用地震力を推定するのにもかなりの困難を感じたが、一応つぎのような取り扱いによつて、家屋作用震度の形で求めてみた。

まず調査家屋のうちから下記の条件に合う9軒をえらび、それぞれについて屋根重量 ( $W$ ) および2階水平耐力 ( $F$ ) を求め、その比 ( $k=F/W$ ) をとつて耐震度を算出した。9軒のなかには倒壊したものも小被害のものも含むので、それらの値から家屋作用震度を推定する。具体的にはつぎのようにして行なつた。

#### 1. 対象とした家屋

- (i) 昭和22年以降建築の比較的新らしい家屋
- (ii) 激震地にある2階建家屋(例外1戸〜堆肥小屋)で、倒壊したもの、大傾斜したもの、被害の僅少なものを含む。

#### 2. 作用震度算定要領

- (i) 屋根部分(小壁を含む)の重量算出 ( $W$ )
- (ii) 2階水平方向の耐力算出 ( $F$ )
- (iii)  $k=F/W$  により家屋2階部分の耐震度算出

#### 3. 重量概算

屋根材料、積雪量によりそれぞれ下表のような単位荷重(2階床面積当り)を定め、これに2階床面積を乗じて算出する。

屋根材料	積雪量 (cm)	単位重量 (kg/m <sup>2</sup> )
セメント瓦	0~10	200
セメント瓦	10~20	220
セメント瓦	20~30	250
日本瓦	20~30	280

#### 4. 骨組耐力

壁、柱に関する従来の実験結果<sup>2)3)</sup>を参照して下のように各単位骨組の水平耐力を定め、各建物につきこれら個々の骨組の耐力を集計した。

壁	長さ1mにつき	120 kg
筋かい入り壁	同上	
通し柱	21 cm 角 1本につき	1700 kg
"	18 cm 角 "	950
"	15 cm 角 "	460
"	12 cm 角 "	180

(たとえば18 cm角柱の耐力はつぎのようにして算出した。

仕口部分正味断面 12.6 cm×15 cm

2) 竹山謙三郎「荷重と外力・木構造」共立全書 昭和26年。

3) 久田俊彦「木造建物の耐力計算法一案」建築技術 No. 47 昭和30年4月。





もちろん、計算上の重量および骨組耐力は、実際のものとは幾分か違うことが考えられるし、また計算例も決して多くないので、なお検討の余地はあるが、一応の推定値として求めたものである。

## 6. 結

長岡地震の家屋被害について調査した結果を総合するとつぎのようになる。

1. 家屋の著しい被害をうけたのは、直径 3 km 位の範囲に限られている。
2. 震害地の住家の大部分は、耐震上つぎのような欠点をもっている。
  - (i) 大部屋式で壁が少なくかつ偏在している。
  - (ii) 屋根部分が重い。
  - (iii) 筋かい、方杖、ひうちなど耐震上必要な斜材を用いていない。
3. 住家の壁率と被害の関係は、全体としてはハッキリした傾向がつかみにくい。古正寺町の例について綿密に整理したものである。壁率  $20 \text{ cm/m}^2$  のあたりが境界となり、これより壁の少ないものは大部分全壊、多いものは半壊または小壊という結果がでてくる。
4. 建築年代と被害の関係は、古い家と新しい家で、全壊率に大きな差はないが、傾向としては古い家ほど全壊率が大きくなっている。
5. 屋根面の積雪の影響は、ふつうの住家ではちょうど雪おろし後で積雪量がわずかであったため、明りようにはあらわれていない。
6. 調査家屋のうち 9 軒について算出した水平耐震度から家屋作用震度（水平方向）の推定値として約  $0.3g$  を得た。

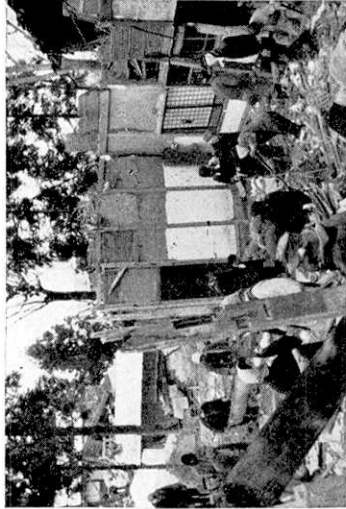
今回の調査にあたって、長岡市の内山市長はじめ市役所の方々に多大の御援助を頂き、震害写真を提供して頂いた。また長岡市大工職組合の方々に被害地家屋構造に関する資料を提供して頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。またこの調査および整理を手伝って頂いた東京大学工学部建築学科大学院学生、山根昭、宮武恒男、吉田靖、上杉啓、洪忠憲、塩野谷健治郎、柴田明德、渋谷盛和、広沢雅也の諸氏に感謝致します。

おわりにこの報告の作成上種々御指示を仰いだ河角広教授、原稿を閲読して頂いた金井清助教授に厚く謝意を表します。



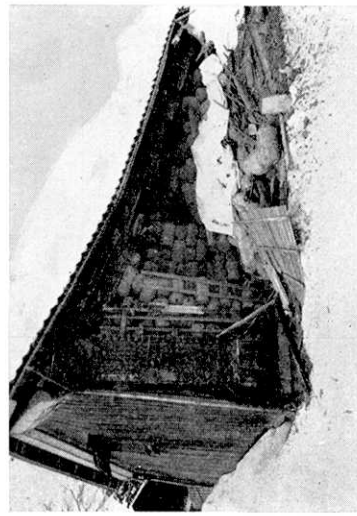
第 9 図

典型的な被害例で2階が大傾斜しているが1階はほとんど傾いていない(古正寺町)



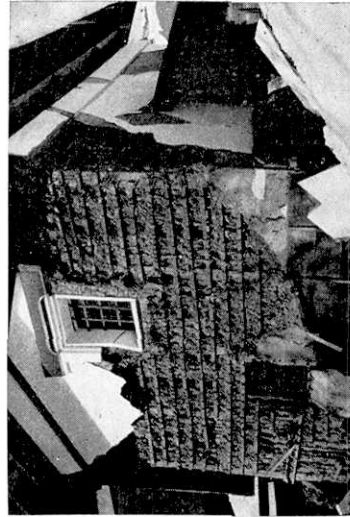
第 10 図

死者 4 名を出した家、主屋部分は1階、2階共倒壊、付属した作業場(写真右端)は残っている(福道町)



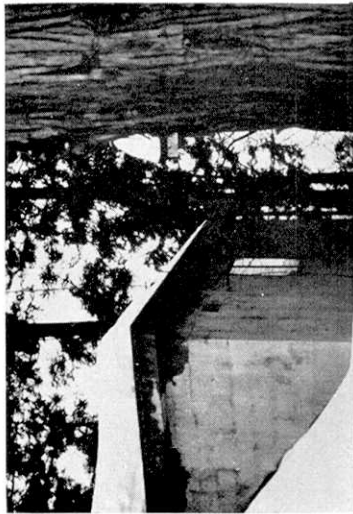
第 11 図

米俵を積んだ農業倉庫の被害状況、方杖付き木造骨組が倒壊、屋根の積雪は住家より多い(寺宝町)



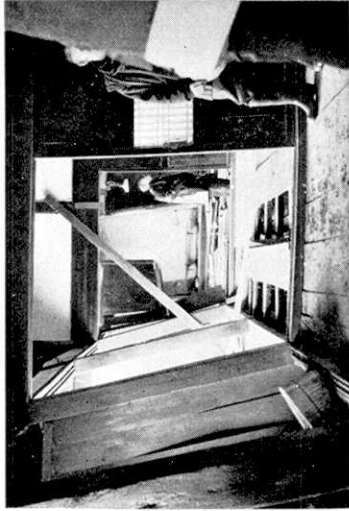
第 12 図

土蔵の被害例(王番田町)



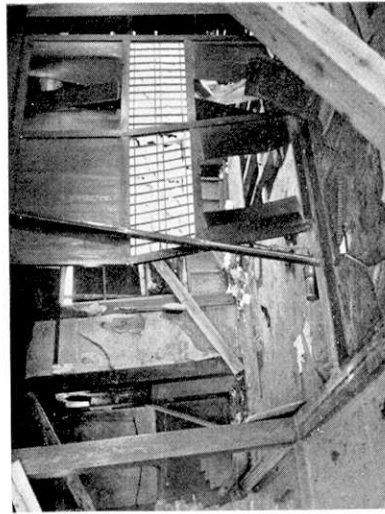
第 13 図

激震地にありながら無被害だったコンクリートブロック造倉庫 (高瀬町)



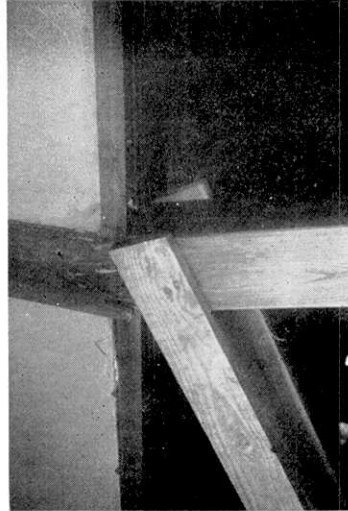
第 14 図

大傾斜した家の 1 階内部 (寺宝町) その 1



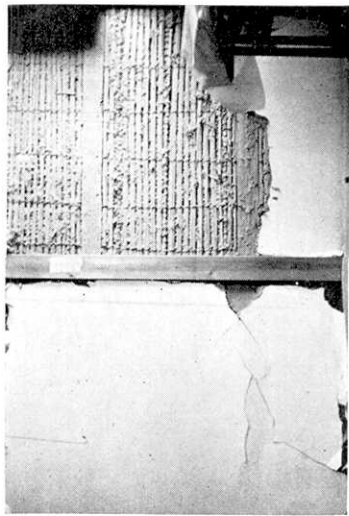
第 15 図

大傾斜した家の 1 階内部 (寺宝町) その 2



第 16 図

1 階柱の被害状況 (福道町)



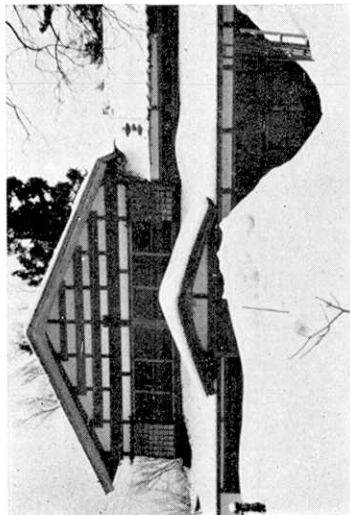
第 17 図  
壁の被害状況 (仕上げた壁)



第 18 図  
壁の被害状況 (仕上げない壁)



第 19 図  
障子の被害状況 (寺宝町)



第 20 図  
激震地にあつて比較的被害の少なかった家・震動の激しかった方向に壁が数多く配置されていた (福道町)

19. *On the Damage to Buildings during the Nagaoka Earthquake of February 2, 1961.*

By Yutaka OSAWA,  
Earthquake Research Institute  
and Masakatsu YAMAMOTO,  
Department of Architecture, Faculty of Engineering,  
University of Tokyo.

A strong earthquake occurred in the western part of Nagaoka City, Niigata Prefecture, at 3:39 a.m. on February 2, 1961. It was reported that 5 persons were killed and 259 houses were seriously damaged.

This report describes mainly the damage to dwelling-houses in the Nagaoka district where the writers investigated about two hundred houses which were either seriously or slightly damaged.

The results of the investigation are summarized as follows:

1. The region in which the houses were seriously damaged, is only within 3 km in diameter, and is underlain by an aluvium layer.

2. The dwelling-houses in this region betrayed their weak points such as (i) insufficient wall to resist horizontal forces, (ii) heavy roof, (iii) lack of bracing and other diagonal members.

3. At Koshōji-machi in Nagaoka City the houses with wall ratio (ratio of wall length to floor area) of more than 20 cm/m<sup>2</sup> were slightly damaged, while most of houses with wall ratio of less than 20 cm/m<sup>2</sup> were seriously damaged.

4. According to the statistical investigation of 207 houses, 80% of the houses which are more than 100 years old were damaged, while only about 40% of the houses less than 20 years old were damaged.

5. The maximum horizontal acceleration on the roof of dwelling-houses during the earthquake is estimated to be about 0.3 g.