

# 木造建築物に関する調査研究

山井良三郎

農林省林業試験場

## Survey on Damage to Wooden Constructions by the Niigata Earthquake

By R. Yamai

*Government Forest Experiment Station, Ministry of Agriculture and Forestry, Tokyo*

### Abstract

This survey was done to obtain some information for wooden constructions and their conservation. Main aims are as follows.

- 1) To classify the damage to wooden constructions and its dominant cause.
- 2) To observe the manners of failures in structural members and joints.
- 3) To examine the relation between the degree of decay and the damaged wooden construction.

The following facts are noted as characteristics of this earthquake. That is, the degree of earthquake damage depended remarkably on the character of the ground and did not relate to the distance from the epicenter. It is pointed out that the area of earthquake damage is wide and that the damage is considerably intensive in some limited districts.

Damage to wooden houses classified as follows:

- 1) Damage mainly by the direct vibration.
- 2) Damage because of uneven settlement, break and slip of the foundation, caused by crack, sink, landslip and quick sand.
- 3) Houses were struck by the tidal wave and flooded by the break down of banks.
- 4) Houses were damaged by the sink and the inclination of neighbouring reinforced concrete buildings.

Damage to joints of varieties of structure, scale and service period was conspicuous, especially to the joints of fire wall. In many cases the wall was sunk deeply and the floor was deformed convexly in gymnasiums, auditoriums and schoolrooms, where the joints between the wall and the floor were disconnected.

Various kinds of damage to members were recognized, as the buckling of post at connected points with knee brace or diagonal bracing, the falling of the diagonal bracing of roof truss and the breakage of joints.

The relation between the degree of decay and the damage was not exactly recognized.

In Niigata Prefecture these were about twenty laminated wooden constructions which were tested for the first time on the occasion of this large earthquake, and it was noted that any damage was not done.

今回の地震発生にさいし、科学技術庁の「特別研究促進調整費による新潟地震総合研究」が企画され、相互の連絡と意見の交換を行ないつつ実態の把握と防災技術の確立に努力を結集してきた。当時木材部ではこの研究の一環として「木造建築物に関する調査研究」という課題を分担し、木材材料学的立場から被害の実態を調査し、

この解析から将来木質材料を主体とした建築物の構法や保守に寄与するための知見を得ようとした。すなわち、調査の主たるねらいを、1) 木造建物の被害とその要因の類別、2) 部材および接合部の破損状況の把握、3) 被害建物と腐朽度の関連などにおいて、被災地域が農村地帯に広く分散しており、かつ、木造建物の応急処置が

比較的迅速であるため、現地における資料収集については不十分な点もあるが、建築関係の調査団がその都度貴重な成果を報告しているの、それらを参考にしつつ木造建物の被害状況を集約し、今後の木構造のありかたについて検討した。調査結果の詳細は当場の機関誌にゆずり、ここでは要旨のみを述べることにする。

この調査研究を行なうにあたり、格別の御理解をいただいた科学技術庁、国立防災科学技術センター、農林水産技術会議、新潟県庁、山形県庁、復旧業務御多忙のところ多大の御協力をいただいた新潟県林政課、新潟県林業試験場および被災資料の収集に直接御便宜を与えられた現地における多数の関係者各位、資料提供や有益な助言をいただいた各研究調査機関にたいし、深く謝意を表す次第である。

地震発生当初、木造建物は比較的安全であったかの印象を一部に与え、たしかにそのような点も認められるが、その被災地域が広範囲に分布しており、地区によっては震害の程度も相当ひどかったのが実情である。ただ、従来の震災と異なることは、被害の程度が震央からの距離よりも、地盤の性状に著しく関連していたことである。とくに、被害が集中していた地域は、河口付近の氾濫原、以前に河道、沼沢、潟などであったところ、盛土や埋立てをした土地、砂丘の内陸側の斜面やすそなど比較的新しい時代に形成された軟弱地盤に限られていた。

いま、木造建物の被害を要因別に整理すればつぎのごとくなる。すなわち、

- 1) 上部構造が主として振動により損傷したもの(がけずれによる損傷を含む)、
- 2) 表層地盤の地割れ、陥没、地すべり、流砂現象などにより建物の基礎に不同沈下、破断、滑動等が生じて上部構造の損傷を惹起したもの、
- 3) 津波や堤防決壊による浸水などにより損傷したもの、
- 4) 隣接する建築物などの沈下、傾斜に強制されて損傷したもの、

などである。各地とも地盤変動に起因する被害が圧倒的に多く、今回の災害の特徴になっているが、村上以北の地盤のかたいところやその他のところで、ごく局部的には振動による被害が認められている。また、がけずれによる被害例も少なく、新潟県の山北村や山形県の温海町付近で報告されている程度にすぎない。なお、新潟市内では二次的に水災をうけたもの、隣接の鉄筋コンクリート造の建物などの巻きぞえをうけたもの、石油コンビ

ナートの火災により翌日になってから類焼したものなどの特殊例が多かった。

これら被災建物のうち、農漁村にあるものの多くは古い構法に従い、耐震構法を採用しているものはきわめて少なかった。かりに、現行の建築基準法に規定されている構法がとられていても、それは主として水平力に対するものであるから、今回のように地盤変動による縦の変形を強制された場合は、必ずしも十分な効果は期待できないが、すくなくとも被害を軽減することはできたと思う。また、アラスカ地震では、壁や床に合板を使用し、ボルトや釘で結合部を一体化した木造建物がきわめて強剛で、地すべり地帯においてさえ原形を失うものは稀であったことにかんがみ、構法上の検討や合板パネルを利用した建物の研究が望まれ、関係資料の整備を行なっている。

このほか、特記すべきことは、地震発生に際し、木造住宅からの出火が全くなかったことである。この原因についてはいろいろ考えられるが、倒壊した建物が少なかったこと、採暖期でなかったこと、昼の炊事が終了した時刻であったこと、浸水地域が広がったこと、1955年の新潟大火の経験がいきていたことなどがあげられよう。

つぎに、個々の建物の破損状況について述べれば、構造、規模、建造年次などを異にする建物の接続部での破損が目立っており、このことは防火壁と木造建物との接続部でも同様である。また、屋内運動場、講堂、教室など室面積の広いものでは、周壁の沈下が大きく、床面が盛り上がりをもみせ、壁面との接合部がはずれている場合が多かった。基礎は、地盤災害といわれるだけあって、その損傷が目立っており、特殊の場合以外は独立基礎に類するものはやめて布基礎を採用すべきであることはいうまでもない。このほか、軟弱地盤にあっては木造校舎のみでなく、住宅程度のものでも基礎に鉄筋を入れることをすすめたい。

各種部材相互の接合部における破損もきわめて多く、柱が筋かいや方づえと接する部位で座屈している例や、小屋筋かいが脱落している例や、継手が破損している例などもみられた。接合金具類を使用した例は非常に少なかったが、プレスの取付け金具がさびて折損していた例などもあった。木構造の良否は接合法の進歩に依存するところきわめて大であるので、接合金具や補強板の使用などにより、さらに改良を加える必要がある。

なお、被害のはげしい建物のなかには、工法上の欠陥によると思われるものもあるが、建物の保守が悪いために腐朽がすすみ、それが破損の主なる原因となっている

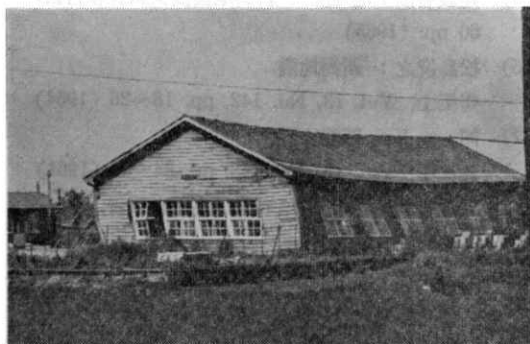
例も散見された。腐朽がすすめば小さな振動でも倒壊することは当然であるが、今回のように地盤変動が支配的な場合は被害の程度と腐朽度の間に必ずしも明確な関連は認められなかった。また、せつかく修理、改築を行なっている現場でも、防腐剤を塗布している例は全くなく、木材防腐の普及、徹底のむずかしさを痛感した。木造建物にあっては耐朽性付与に関する工法上の改良はもちろん、すくなくとも土台には防腐剤を加圧注入したものを使用しようすすめたい。

このほか、新潟県下には集成材アーチを用いて3鉸節構造とした屋内運動場や校舎などが20棟ほど建造されており、今回はじめて大地震の試練をうけたが、なんら構造上の被害をうけなかった。このことは現地の信頼をいちじるしく高めたばかりでなく、今後の木構造の進展に対し明るい希望を与えている。早急に、構造材料としての集成材の製造基準を確立し、強度や防火性能ばかりでなく、設計上の自由性の点でもすぐれている特質を広く建造技術の中に活かしてゆく必要がある。

以上、今回の新潟地震における木造建物の調査研究の総括であるが、ここに得られた教訓は現行の基準法を大きく改めるほどのものでなく、問題はむしろ耐震構法や木材保存に関する既往の知識をいかに現場施工にまで滲透させるか、さらには、接合部の合理的設計に重点をおき、木質系パネルや集成材を用いた構法の研究をいかに推進させるかにある。

#### 参 考 文 献

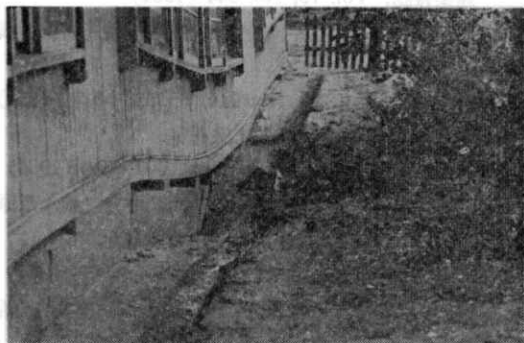
- 1) APA & FPL Engineers: Wood Construction Saved Lives in Araska Quake. Forest Product Journal, 14 (1964)
- 2) 細野義純: 消防用施設の被害調査(新潟地震災害調査報告の一つ)  
火災, Vol. 15, No. 2, pp. 18~26, (1965)
- 3) 亀井幸次郎, 川越邦雄: 新潟地震の火災調査概報.  
建築雑誌, Vol. 80, No. 955, pp. 391~401 (1965)
- 4) 建設省建築研究所: 新潟地震による建築物の被害.  
建築研究所報告, No. 42, 180 pp. (1965)
- 5) 建設省国土地理院: 新潟地震震災調査報告書,  
60 pp. (1965)
- 6) 松島俊之: 新潟地震.  
建築士, Vol. 13, No. 142, pp. 18~26 (1964)
- 7) 同上: 新潟地震  
建築士, Vol. 13, No. 143, pp. 34~41 (1964)
- 8) 日本建築学会: 新潟地震災害調査報告,  
550 pp. (1964)
- 9) 日本建築学会北陸震災調査団: 北陸震災調査概報.  
建築雑誌, Vol. 63, No. 744, pp. 23~42 (1948)
- 10) 大久保忠良, 多田安夫, 土屋彦彦, 杉本昭典, 豊島修: 新潟地震災害調査報告.  
土木技術, Vol. 19, No. 8, pp. 97~115 (1964)
- 11) 大築志夫: 一般建築物の被害(アラスカ地震被害概況の一つ).  
建築雑誌, Vol. 79, No. 944 (1964)
- 12) 志賀敏男: 東北県下の一般建物の被害(新潟地震被害概況の一つ).  
建築雑誌, Vol. 79, No. 944, pp. 533~535 (1964)
- 13) 杉山英男: 新潟地震と木造建築.  
木材工業, Vol. 19, No. 11, pp. 502~510 (1964)
- 14) 山井良三郎, 近藤孝一, 井上 衛, 中井 孝, 西原実: 新潟地震における木造建物の調査.  
木材工業, Vol. 19, No. 11, pp. 511~515 (1964)
- 15) 全国科学技術団体総連合, 防災センター共催: 新潟地震防災研究総合報告会講演要旨 (1964)
- 16) 新潟地震による被害調査委員会: 新潟地震による設備被害.  
空気調和・衛生工学, Vol. 38, No. 12, pp. 925~987 (1964)
- 17) 浜田 稔: 新潟地震被害調査の概要.  
建築材料, Vol. 4 No. 8, pp. 14~23 (1964)
- 18) 竹山謙三郎: 新潟地震と耐震構造への反省.  
新建築, Vol. 39, No. 8, pp. 187~188
- 19) 早稲田大学新潟地震災害調査団建築班: 新潟地震被害写真



写真一 振動的被害例(専売公社倉庫・新潟県北蒲原郡豊栄町)  
Damage to a storehouse by direct vibration.



写真四 砂丘斜面にあるひな段宅地の被害(新潟市青山)  
Damage to home lets in tiers on the slope of dune.



写真二 不同沈下(身体障害者更生所・川岸町)  
Damage to house by the uneven settlement of foundation.



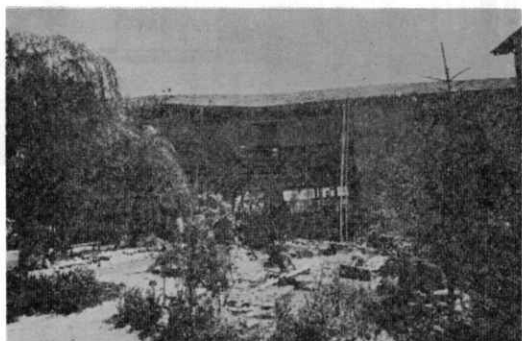
写真五 砂丘斜面における地すべりによる被害(新潟市青山)  
Damage by landslide on the slope of dune.



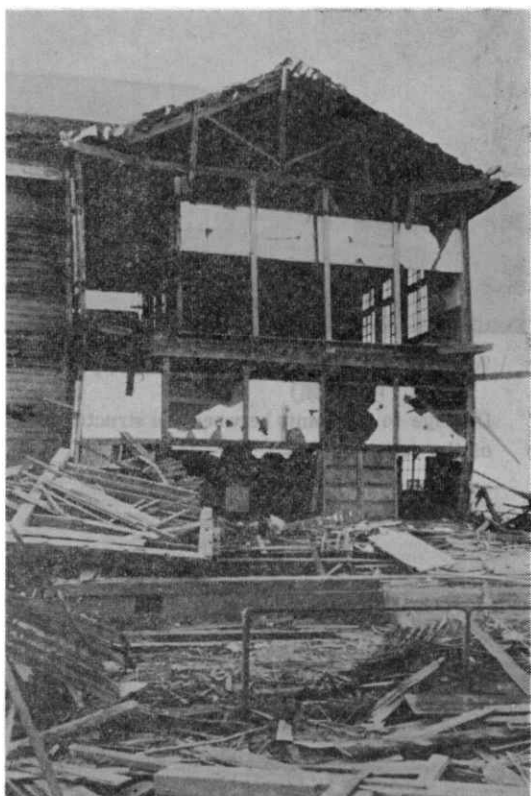
写真三 砂丘斜面における地割れ(新潟市青山水道局公舎裏山)  
Cracks on the slope of dune.



写真六 隣接建物の沈下による被害(新潟市下大川前)  
Damage by the sinking of an adjacent building.



写真—7 新潟市大形小学校第4校舎の被害（北面）  
General view of damage to a school building  
in Niigata City.



写真—9 鶴岡市京田小学校（幼稚園）の被害  
General view of damage to a kindergarten  
in Tsuruoka City.



写真—8 日通倉庫の被害（中央埠頭）  
Damage to a wooden storehouse.



写真—10 建物接続部の被害，柱の座屈もみえる  
（新潟鉄道教習所・下所島）  
Damage to the joints between the structures  
of different story, the buckling of posts also  
being seen.



写真-11 建物接続部の被害(海上保安本部・中央埠頭)  
Damage to the joints between the structures of the same story.

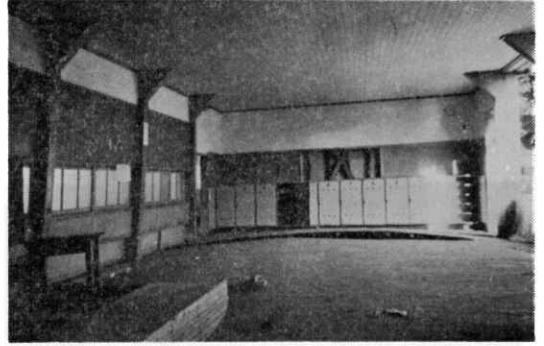


写真-13 教室床の被害(新潟市大形小学校)  
Damage to the floor of a schoolroom.

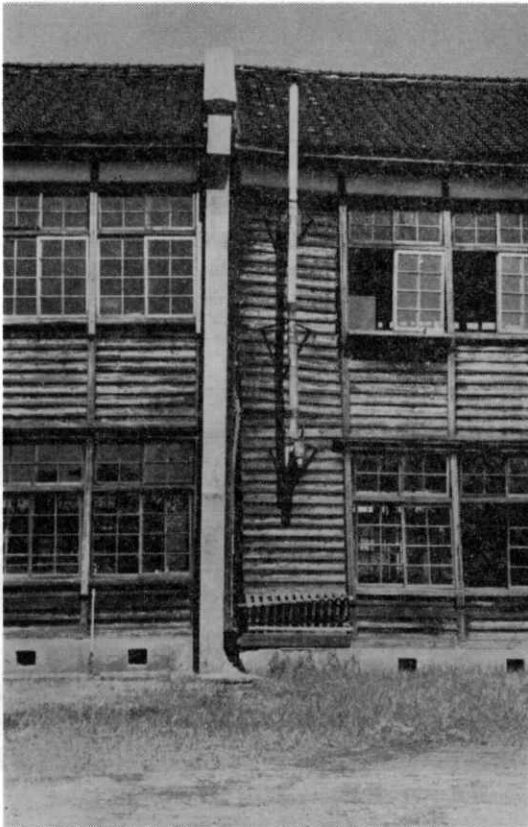


写真-12 防火壁接続部の被害(鶴岡市西郷小学校)  
Damage to the joints of the fire wall.



写真-14 廊下の被害(新潟市曾野木中学校より借用)  
Damage to the floor at a corridor.

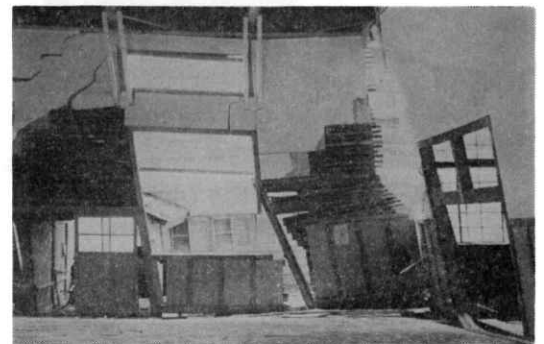


写真-15 屋内運動場の壁の破損(新潟県曾野木小学校)  
Damage to the bearing wall of a gymnasium.



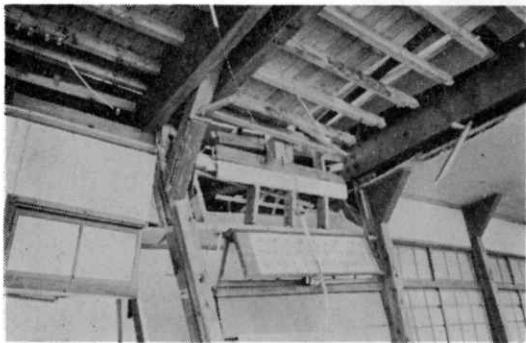
写真—16 床と壁の接合部の破損（新潟市曾野木小学校屋内運動場）

Damage to the joints between the bearing wall and the floor.



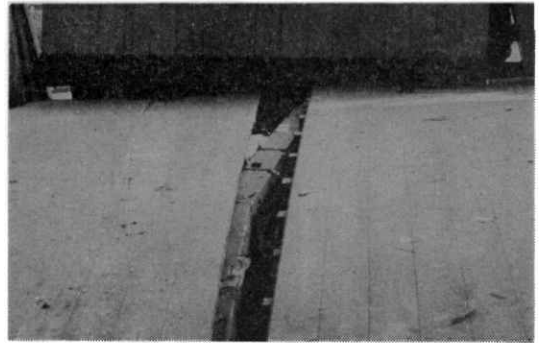
写真—18 壁および天井の被害と火打梁のはずれ（新潟市大形小学校第4校舎）

Damage to the bearing wall and the ceiling and the disconnection of the horizontal angle brace.



写真—17 柱の座屈（方づえとりつけ部付近）と二階床根太のはずれ（新潟市大形小学校第4校舎）

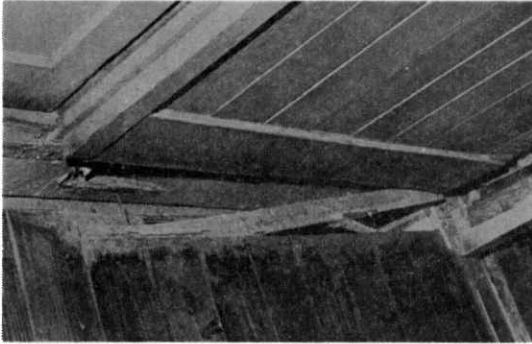
Buckling of the post near the connected points of knee brace, and the disconnection of floor joist.



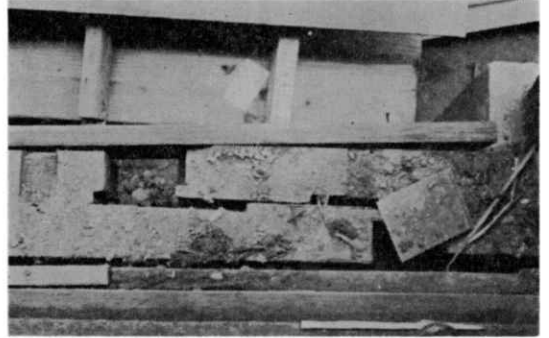
写真—19 大引の接合部の破損（新潟市大形小学校教室）

Damage to the joints of the sleeper.

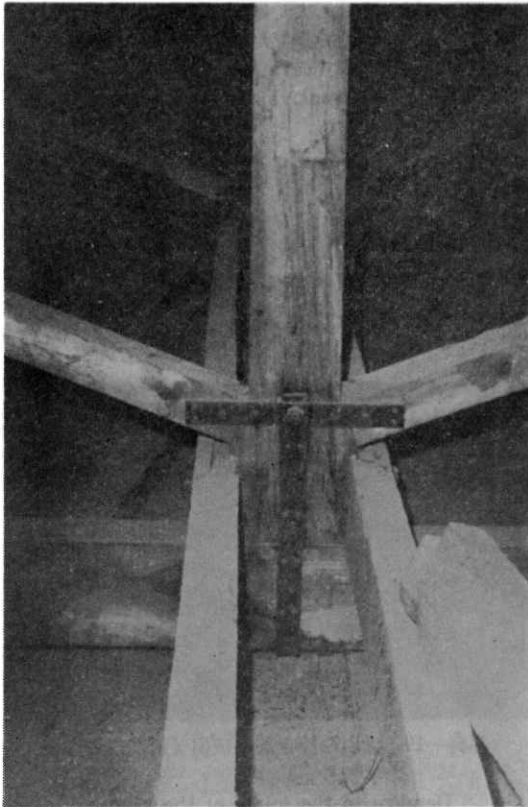




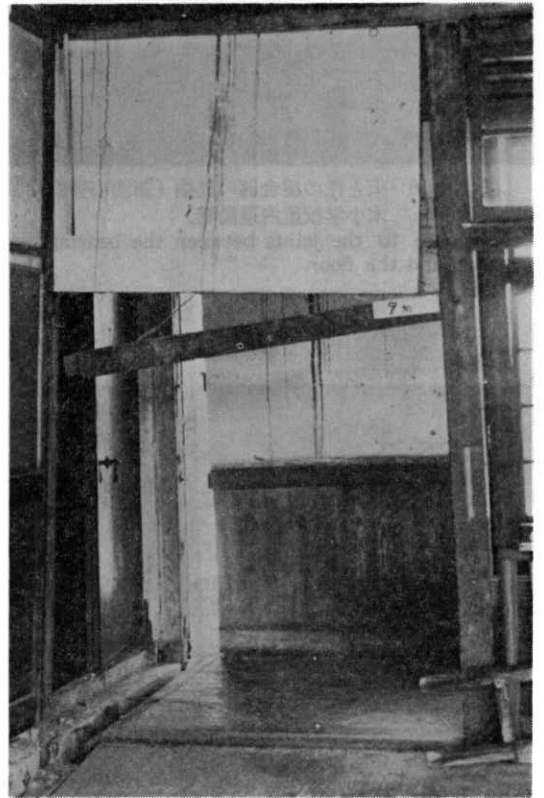
写真—20 きわ根太のはずれ（新潟県警察学校  
武道場・川岸町）  
Disconnection of the floor joist.



写真—22 土台の継手破損（新潟市曾野木小学  
校屋内運動場）  
Damage to the joints of the groundsill.

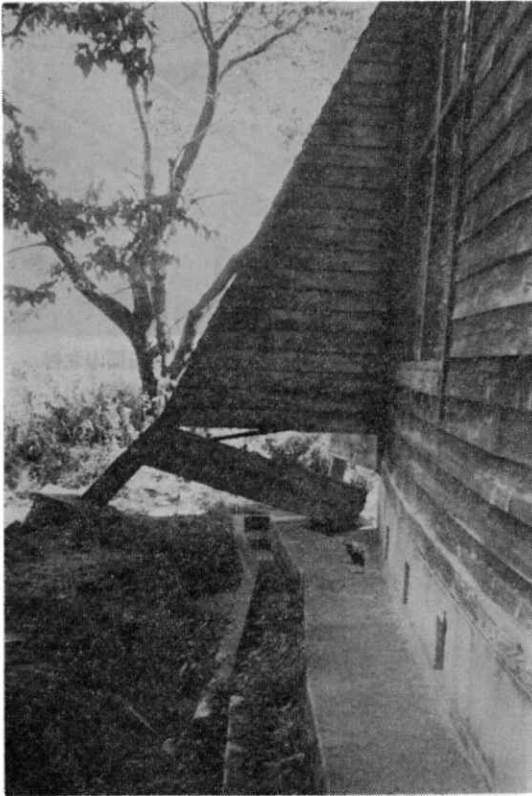


写真—21 小屋筋かいの脱落（村上市岩船小学  
校旧中校舎）  
Falling of the diagonal bracing of roof truss.



写真—23 かもいのはずれ（鶴岡市西郷小学校  
教室入口付近）  
Disconnection of the head jamb.





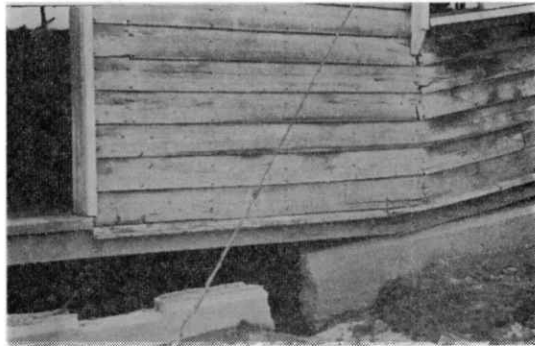
写真—24 控え柱の破損（鶴岡市西郷小学校東  
屋内運動場）  
Damage to the shores of a gymnasium.



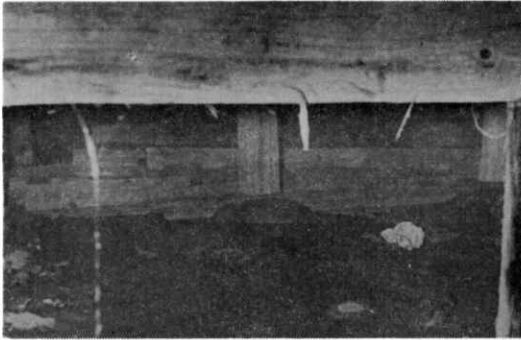
写真—26 布基礎の破断と移動（新潟市大形小  
学校第4校舎北側）  
Breakage and dislocation of the continuous  
footing.



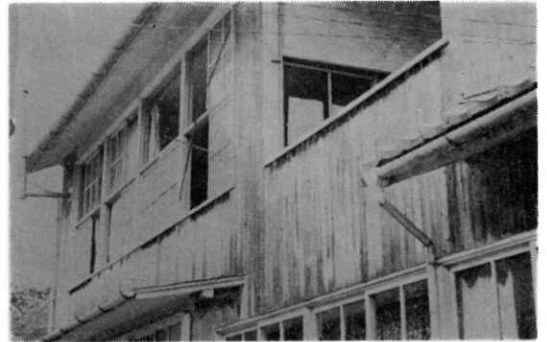
写真—25 布基礎および土台の破壊（新潟市大  
形小学校第4校舎東側）  
Damage to the continuous footing and the  
ground sill.



写真—27 土台の曲げ破損（新潟市大形小学  
校第4校舎北側）  
Bending failures of the ground sill.



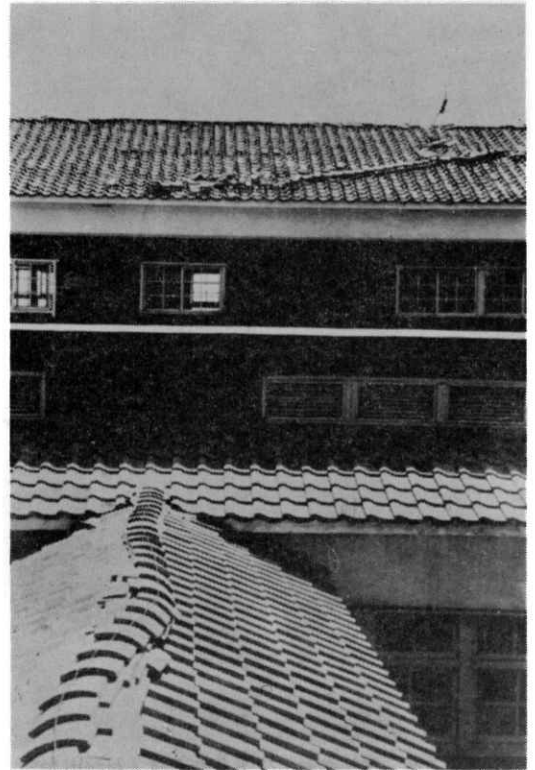
写真—28 独立基礎の沈下(村上市岩船小学校)  
Sinking of the independent footing.



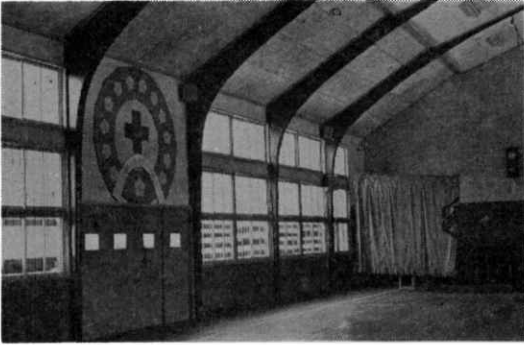
写真—30 ブレスの被害(新潟県岩船郡山北村  
役場議場)  
Damaging to the brace.



写真—29 柱の腐朽(鶴岡市京田小学校・幼稚園)  
Decay of the post.



写真—31 瓦のすべり(鶴岡市西郷小学校より  
借用)  
Sliding of the roof tiles.



写真—32 集成材による屋内運動場（無被害の例）

（新潟県三島郡越路町塚山小学校）

General view of a gymnasium constructed of curved and laminated lumber (no damage).