

41. 善光寺平に於ける民家構造 の特異性と震害

地震研究所 齋田時太郎

(昭和16年9月18日発表—昭和16年9月20日受理)

長野市東北方地域が昭和16年7月15日夜半強烈な地震に襲はれ死者5, 重軽傷19を出し住家の全壊29, 半壊115, 損害見積110萬餘圓と報導されてゐる。いまや我が國は空前の世界大動亂の間にあつて、未曾有の大業を完遂しなければならない秋であり、このやうな災厄が二度と國土に起らないやう祈らすにはをられない。

家屋震害調査のため、私は現地に出張したが震後數日を経過してゐたので、震害を蒙つた家屋の中には既に舊態に復したものの、或は取壊したものもあり、生々しい震害現象を観ることが出来なかつた。しかし、既往數度の震害觀察の結果と比べて特に注意をひいた現象もなく、例の如く木造家屋が構造上の缺陷を暴露してゐるに過ぎないと言ふ印象を深めた。しかし觀點を、この地方特有の構造と震害との關係におくと興味あるものがあるので調査を進めてみた。

震害概況

今度の地震で被害が特にひどかつた地域は、信越本線吉田驛と豊野驛間で、千曲川左岸の沖積層地盤の、長徑約7軒短徑約4軒のせまい地域に限られてゐる。部落では吉田、稻田、徳間、南郷、石、赤沼、津野、穂保、大町、三才、下駒澤、上駒澤、金箱、富竹等が著しく被害のめだつた所である。

長野市は東北部の吉田附近の一部が著しく震害を蒙り、他の大部分は輕少な損傷を受けたに過ぎない。市中には土壁の龜裂、屋根瓦の滑落など至る所に見られたが、特に市の中央を東西に流れる鐘居川の北部地區即ち善光寺附近に損傷が多く見られた。

被害地域に鐵筋コンクリート造になるものが數棟ある。その中、縣立圖書館と縣立農學校は共に三階建であるが、一階下部壁體に少龜裂を生じ且つ二階のステールサツシュにはめ込まれた窓硝子が10枚近くも震動のため破損し、その上下層階の窓硝子には少しも破損したものが無かつた。これは高層建築が中間層で著しく震害を蒙るといふ現象を、輕少ながら現はしてゐるのではないかと思はれる。

國民學校で倒壊したといふのはないが、相當被害をうけ授業に差支へるといふ程度の

ものがあつた。その中で、著しい震害をうけた吉田國民學校の状況をのべると、そこで最も古い明治 35 年 7 月建築の二階建校舎は、土壁の龜裂剝落甚しく且つ東方へ少しく傾いた。この建物は近年、平板鐵物で柱と鴨居とを緊結しておいたので今度の地震に際し効力を發揮したらしく思はれた。なほ昭和 8 年建築の校舎は前者よりは幾分損傷が少いやうであるが、階段踊場框と彫桁とが離脱したのがあり、又東西に長い 8 間に 15 間の木造平家瓦葺の大講堂は、筋違方杖等を用ひてないものであるが、何等の傷損を受けてゐなかつた。かやうに間仕切のない大廣間の講堂が、全く無事であるといふのは意外に思はれる。この學校の近くに豊學校があり、そこに同じやうに東西に長い 8 間に 12 間の木造平家瓦葺の大講堂があり、これは大きな頬杖を用ひ西洋風小屋組を露出したものであつたが、これも亦全く被害を受けてゐなかつた。

一般民家の被害は吉田、稻田、徳間、南郷、石等の街道筋の商店と千曲川左岸に接する農家に多く現はれてゐる。特に興味のあるのは堅固に構築された土蔵が地震動によつて滑動したことである。その滑動量は 20~30 程に及ぶものがあり、特に南郷、石の部落の如く堅い豊野貝岩砂岩層¹⁾に接するところに大滑動をしたものがあり吉田稻田徳間の如き階段堆積層に近接するところが前者について滑動量が大きかつたことである。この現象は地震による構造物と地盤の振動性との關係によるのではないかと

昭和 16 年 7 月 19 日現在

市町村名	倒 壊 家 屋					死 傷 者				損 害 見 積
	住 家		非 住 家		計	死者	重傷	輕傷	計	
	全壊	半壊	全壊	半壊						
長 野 市	2	22	3	6	33	—	—	1	1	200,000圓
長 沼 村	7	20	30	50	107	2	3	5	10	400,000
神 郷 村	3	30	—	13	46	—	—	2	2	150,000
若 槻 村	5	24	—	18	47	2	—	1	3	150,000
淺 川 村	4	9	6	6	25	1	—	2	3	48,150
柳 原 村	—	—	3	4	7	—	—	—	—	8,000
古 里 村	7	10	5	25	47	—	—	4	4	172,000
高 岡 村	1	—	—	—	1	—	—	—	—	60
豊 洲 村	—	—	1	—	1	—	—	—	—	50
日 野 村	—	—	1	—	1	—	—	—	—	800
高 丘 村	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—
合 計	29	115	49	122	315	5	3	16	24	1129,310

思はれる。これについては既に度々私見をのべてあるから、ここでは立ち入つて説

1) 長野油田地形及地質、二萬分ノ一、商工省地質調査所發行による

明をしない。なほ、長野縣警防課の發表した被害調査表があるから、それをここに示し震度及び被害の度合を推定していただくこととする。

民家の構造

我が民家の間取は基本的に見れば、大して地方的差異はないと言へるが、その構造は氣候風土・風俗慣習・産業經濟等の關係で著しい相異がある。たとへば鹿兒島附近の木骨石造と秋田附近の小屋組及び差鴨居に過大と思はれる位木材を豊富に使用してゐる構造、或は關東地方の壯大な藁屋根と關西地方に見られる數段に庇を下ろしてゆく屋根の相異からくる軸部構造の違ひ、又仕口について言へば軒桁と梁とを京呂組にする地方と折置にする地方と言つたやうな異がある。

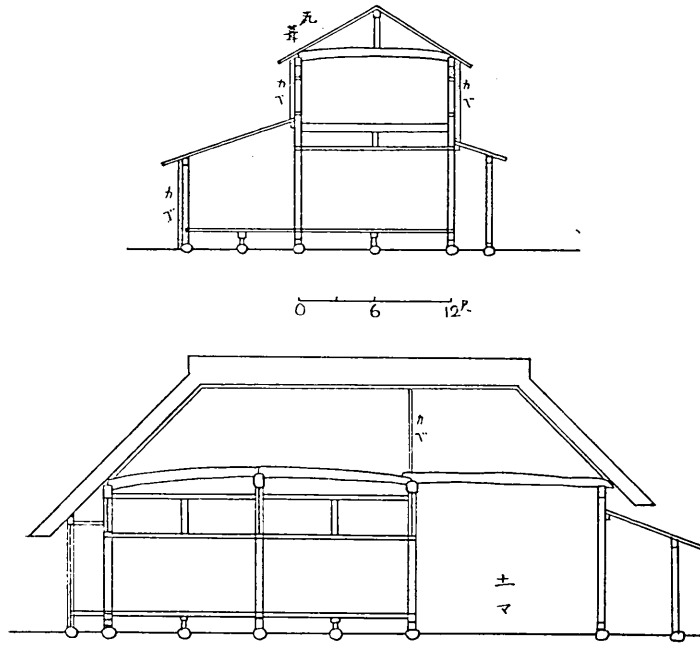
このやうに構造の地方的の異があつても、一縣内に限れば大體一樣と言へるが、長野縣は一縣下でさへ地域的に異があり他の縣と著しく趣を異にしてゐる。たとへば善光寺平、佐久平の民家の間取は長方形の外廓の中におさまつて屋根は藁又は瓦葺で外壁は厚い土壁であり、松本平のものは方形に近いプランでしかも奥行の方向に3室もならぶものがあり、屋根は柿葺又は瓦葺である。諏訪伊那谷にかけて屋根は柿葺に玉石又は板狀鐵平石をのせたものが多く藁葺や瓦葺は少い。特に入口が切妻の方にあるのが變つてゐる。なほ面白いのは諏訪地方に土藏を中心とし、その周圍に部屋を配置した形式のものが見られることである。このやうな地域的に民家の形態や構造の異ふことは、その耐震性を考へる場合見のがすことの出来ない事柄であり且つ人文地理學の問題としても亦興味がある。

なほ、善光寺平には耐震性を考へる上に重要な事柄がある。この地域は今から95年前弘化4年、所謂善光寺地震の苦い經驗から家の高さを極めて低くしたこと、柱の數を増加したこと或は太いものを使用したこと等である。これ等の點は近年の建築になるものと比べて著しい異がある。かの大震直後には軒高を11尺を限度とし二階建を許さなかつたのに後にこれを15尺まで許し幸うじて低い二階建が建てられるやうになつた。しかるに年月の経過するに従ひ次第に高さを増してきた。このことは、現今、第12圖に示す通り長野市中に多數見出すことが出来る。また村落に於て特に養蠶を手廣くやるため天井を高くし且つ柱の細い仕口の粗略なものが多く見受けられる。

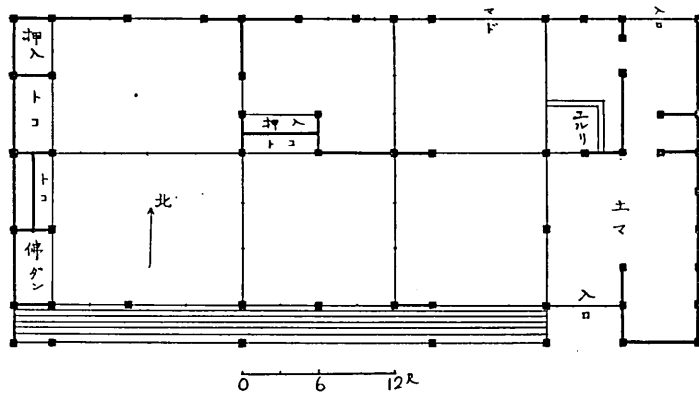
要するに善光寺平に於ける民家の構造と形態は第1圖に略示する通り、農家は平家建の藁葺で左右兩側には壁があるのみで前後の二側は大部分開放され、さうして土臺は周圍に廻してあるが内部には殆ど用ひてない。街道筋の商家には二階建て階上に厚い土壁をぬり柱を包み前後に圖の如く下屋を卸してゐるものが特に多く見られる。

土臺はこの形式のものも農家と同様である。軒桁と梁との仕口は第5圖に示す兜蟻によるものが多く、下屋は母屋から梁を投げかけ折置組即ち柱の上に梁を更にその上に桁をのせる仕口にしたものもある。

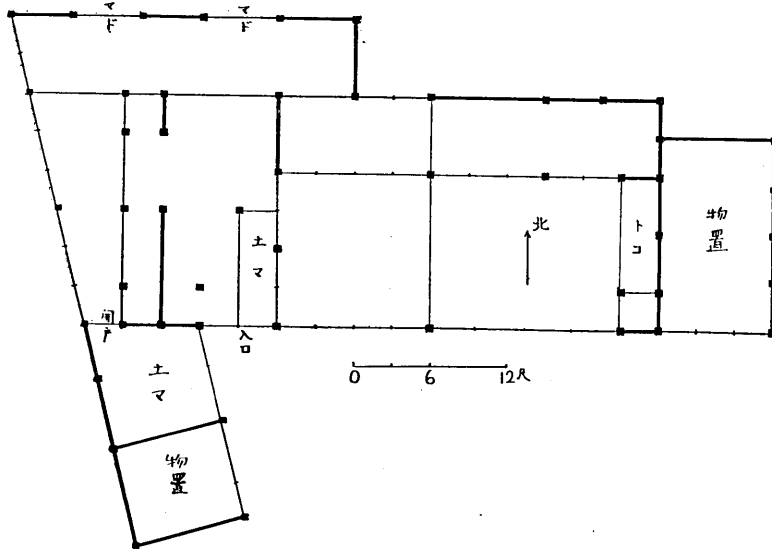
厚い土壁をつけてゐることは特に耐震上問題となるが、それに使用してゐる下げ縄巻き縄には腐蝕し易い藁縄を用ひてゐるのが多く、壁土も粘着力の大きい良質のものを用ひてゐるのは少いやうである。



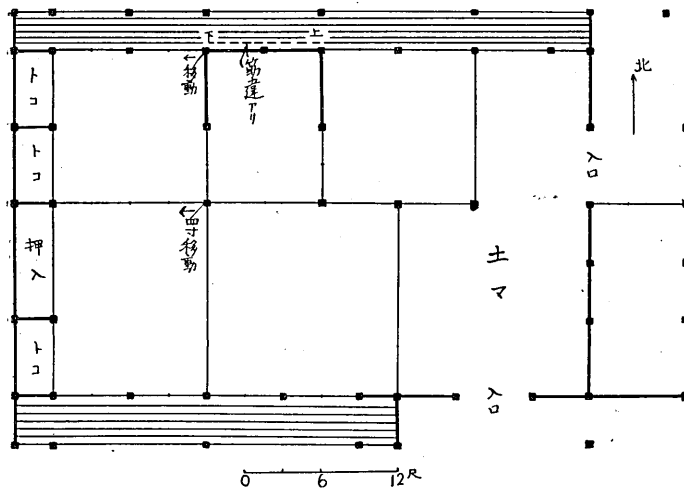
第 1 圖 善光寺平に於ける民家の二型



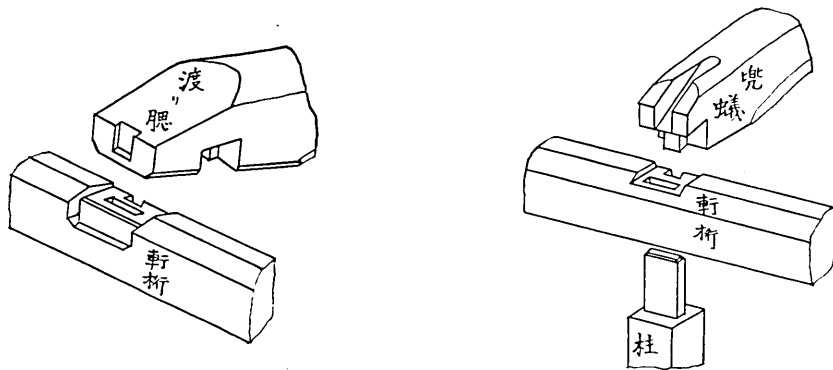
第 2 圖 長沼村大字穂保 963 葛田儀八郎氏宅間取, 弘化大震以前の建築, 藁葺, 被害なし



第 3 圖 長沼村字赤沼中村峯太郎氏宅間取
弘化大震直後の建築, 三方の下屋は近年の増築, 被害なし



第 4 圖 長沼村村長森義忠氏宅間取, 瓦葺, 弘化大震直後の建築, 被害輕少



第5圖 京呂組の二法

震 害

既往數多の震害調査の結果に徴すると、木造家屋の損傷の原因として、次の事項が擧げられてゐる即ち

1. 屋根小屋組の重いもの
2. 間取及び形状の正しくないもの
3. 老朽したもの或は施工粗悪なもの
4. 柱の細いもの
5. 土臺の使用不充分なもの
6. 軟弱地盤に建てられたもの
7. 高さの高いもの

これは主として軟弱地盤の震害から抽象されたものであつて、堅硬な地盤の震害はこれと稍趣を異にしてゐると言ふことが最近の研究²⁾の結果明かになつてきたものもある。なほ、その他の事柄で諸家の間に意見の一致しないものもある。事實、震害の真相を科學的に説明するものは容易なことでない。と言ふのは現象が動力學的で地震の性質家屋の構造仕口、形態、その他込み入つた事情からくる振動の複雑なため振力及び耐力について、とかく主觀的の解釋におち入り易いからであると思ふ。

震害を耐震構造設計の立場から見れば個々の被害の解釋が本來の目的ではなく、あくまでも設計の目安を探究するのにあるから、曖昧な假定の上に徒に論議するは慎むべきことである。

既にのべた通り善光寺平の民家には、外壁に厚い土壁をめぐらしたものが多いで

2) 齊田時太郎「耐震及び耐風家屋」防災科學震災編，岩波書店

今度の地震で壁體の龜裂剝落が至るところに見られた。大正7年松本平の町附近に起つた地震の被害も亦土壁の損傷が特記されてゐる。かの弘化の大震のときの落首に「この度は床を取りあへず潰れ家のもみあふ人は壁の間にまに」と言ふのがあつたが、善光寺參道にあつた塗壁式の商店の倒潰して壁體間にはさまれて苦しんだのも當然である。輕くて堅固な壁體は耐震上有効であるが被害地で粗惡な土壁のあるのが多く見られた。特に千曲川に接する部落は明治29, 43, 44年の大洪水で鴨居までも浸水したと言ふことである。そのため壁を損じたもの多く修築の不十分なものもあつたそうである。街道の商店に於ては第10圖にて見らるゝ通り柱と鴨居又は二階梁との仕口で柱が折損してゐるのが多いが、これは下部には壁體がなく開放してゐるのに上部は壁體があつて剛度が上下の界で不連続であることに歸因すると思ふ。剛度の不連続のための被害と思はれるものに農家の土間と座敷との界の外側の柱に折損してゐるものも多く見受けられたことである。農家の土間には随分大なものがありその軸部の剛性が座敷のそれと著しい差が認められる。第2圖は弘化大震にも今回の地震にも被害のなかつたもので、附近の農家の被害著しいものに比べて土間が小さく柱の配置が割合に均等で、しかも壁體が略中央にあるなどから考へて被害のないのは當然と思はれる。第3圖も被害のなかつた例で柱の配置の均等なことが注意される。近年養蠶を手廣くやるために柱を取りたるもの、壁體を除去したものがあり、これ等は何れも被害を蒙つてゐる。

柱の太く且つ坪當りの使用量の多いのは弘化大震直後の建築に特に目立つ、古里村で見た數棟の如きは戸障子のあるところは1間毎にその他には3尺間に4寸角以上の柱を立てゝゐるものがあり、中には2間を3等分して柱を立ててゐるものもあり、近年の建築になるもので、6尺間に柱を立て其の間に2尺間に小さい間柱を立て土壁を支持せしめてゐるものとは坪當りの柱數前者の1.5本乃至1.7本なるに對し後者は1本にも及ばないものがあつた。第8圖は最も柱の多く且つ形の整つた家で全く被害のなかつた例である。要するに柱を太く且つ均等に配置し數多く使用したものには被害はなかつたことが弘化大震直後に耐震を顧慮して建てたもので實證されてゐる。

筋違の使用は耐震上有効なものと考へられてゐるが、その使用上注意すべき點がある。既に壁體のところ述べたやうに剛度の不均一とならないやうに配置するのが望ましい。今度の地震で興味ある被害をうけた例に長沼村々長森義忠氏宅がある。この家屋の間取は第4圖に示す通りで、極めて一局部に偏して四寸角二程度度の筋違を一本大釘で打ちつけてあつたが、その取りつけた部分の近くの柱が3~4寸も移動し敷居が柱から離脱し柱の一部分を損じてしまつた。これは柱下に土臺がなかつたことと、

筋違を用いたため、その部分に震力が集中したことによると考へられる。もしこの家屋に筋違が均等に配置されてあつたならば家屋全體として滑動し、このやうな部分的な滑動による損傷は生じなかつたと想像される。今回の強さの震動では寧ろこの家屋には筋違はなかつた方がよかつたのではないかと思はれる。しかしこの現象について、こう考へることも出来る即ち、震力の大部分を筋違が負擔したので、この家屋はこの程度の輕少な被害ですんだのであると考へることである。この考へ方は一應尤に思はれるが、筋違を使用した場所が一侧に偏し且つ數が少な過ぎること、軸部構造が、この家屋のやうに従來の和風のものでは、筋違のある部分にその震力を傳達するほどの充分な剛性をもつてゐないから、この考へ方には同意しかねる。

こんな譯であるから筋違を用ひるならば均等に配置することが望ましい。しかし我が國の民家特に農村の民家には筋違や壁體を使用することが許されない事情がある、それは

1. 夏の暑さをしのぐために通風をよくすること
2. 養蠶の關係
3. 時に隣保の集會場として住家を使用すること

等のために間仕切を設けることは望まれない。因て耐震的に家屋を剛強にするためには、左右兩側の壁體にたより、そして中間軸部の剛性を増すために仕口を改良し柱を太くし、土臺を充分に用ひ軒桁上部で家屋を一體として緊結して、その部分の震力を左右兩側の壁體に傳達するやうに造るのがよい。こう考へると左右兩側の壁體は耐震上重要なもので、第1圖に示すやうな下屋構造として母屋の地廻材の下部のみに壁體のあるのは好ましくない。實際、今回の被害を蒙つた家屋をみると下屋構造のものに多くあつたのでも解る。既に説いた第8圖のやうな両面切妻で壁體の整然とした軸部構造のものに震害のなかつたのも當然と思はれる。

軸部上部の緊結には燧材を軒桁と梁との仕口の箇所全部に全部設け、且つ梁を軒桁に渡り肥の仕口でかけるのがよいと思ふ。この地方の仕口を見ると殆ど全部が兜蟻の仕口であつて容易に離脱し易いものである。現在のやうな薄弱な軸部構造では到底上部の緊結が望まれないやうに思はれる。一方あの重々しい藁葺屋根は小屋組としては取るに足らぬ架構であるが、竹を縦横に組み合わせ厚く葺き上げたものは、一種の殻構造と考へられるものとなつて、軸部の緊結に相當役立つてゐるのではないかと思はれる。實際瓦葺屋根が局部的の震害を蒙つてゐるのに、藁葺屋根にはそのやうなことは見られず、家屋の震動を一體的ならしめてゐると言ふ利益があるのではないかと思ふ。藁葺屋根はその重量の大なると、耐久的でないこと、及び防火的でないこと等の缺點が

あるから今後益々その数を減少するであらうが耐震的には今いふたやうな特色があるらしく思はれる。今回屋根職に依頼し葺葺6寸厚仕上のもゝ重量を測定したところ一平方メートル110斤で充分水分を含ましたとき、その3割の重量が増すことが解つた。葺土を用ふる瓦葺よりも重いものである。

既存農家の耐震力を増すには腐朽した材と仕口の修築と上にのべた剛度の不連続となつてゐる箇所には更に添柱をつけることを望む。新築するならば剛度の不均一とならぬやうに間取と柱を配置し、止むを得ず柱の配置に均一を缺いた箇所には、その強度を考へて柱の大きさを増すこと及び軒桁と梁とは渡り肥の京呂組とし、屋根は引掛棧瓦葺とし、土臺を縦横に通し柱下部を充分緊結すれば、今回の地震の強さの2倍位の震動にも致命的損傷を受けることはあるまいと思はれる。

終にのぞみ、この調査は文部省科學研究費にてなされたことを特記しておく。

なほ、附圖第11, 15圖は長野縣農政課永田康一氏の、又第13, 14, 16, 17, 18圖は吉田國民學校の撮影されたものであることを附記し謝意を表す。

41. *The Peculiarities of Dwelling House Construction, and the Earthquake Damages in Zenkoji Plain, Nagano Prefecture.*

By Tokitaro SAITA,

Earthquake Research Institute.

At 11.45 p.m. on July 15th, a destructive earthquake occurred in the north-eastern district of Nagano city. According to the census of the Nagano Prefectural police office, the total damages was as follows:—

Number of dwelling houses, ware houses and Buddhist temples totally collapsed...	78
Number of people killed	5
Number of people wounded	19

The author visited the shaken district, a week after the shock and investigated the causes from which houses had collapsed, and the peculiarities of house construction. It was found that the majority of the houses in this district had remarkable weak points. The author describes his investigations under the following heads:—

1. Summary of earthquake damage.
 2. Peculiarities of house construction.
 3. Discussion on the earthquake damages to dwelling houses.
-



第 6 圖 吉田の壁の被害



第 7 圖 長沼村農家柱の破損



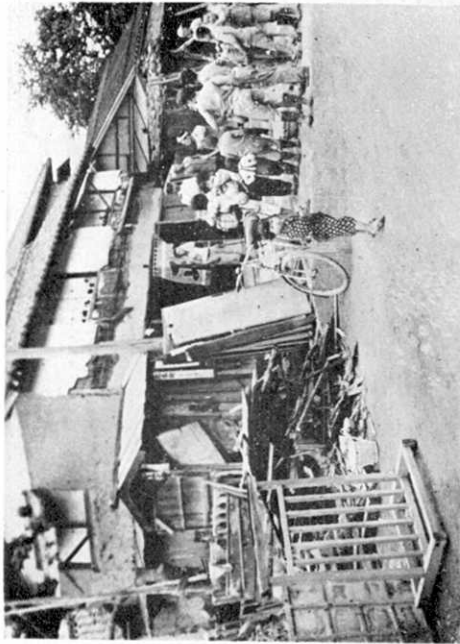
第 8 圖 古里村字富竹の住宅被害なし，七十年前の建築佐治木真知氏宅柱四寸角



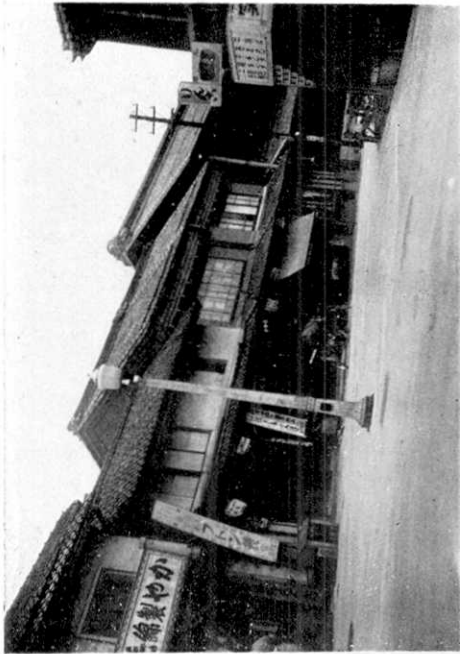
第 9 圖 長沼村太田神社の鳥居東へ20 程移動す，前方の家屋は第 3 圖に間取を示す。



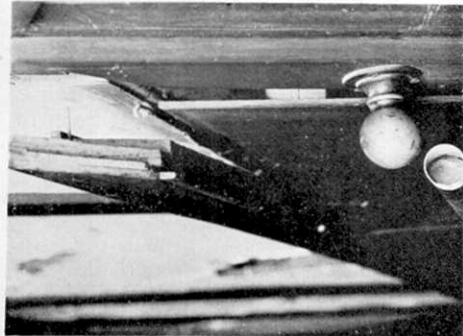
第 10 圖 吉田に於ける塗壁式構造，柱の折損



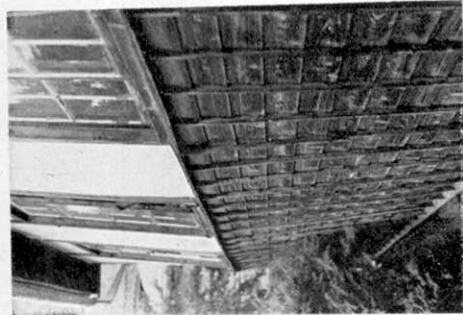
第 11 圖 若槻村稲田の震害 十六日午前十時半



第 12 圖 長野市の商店年代による高さの異



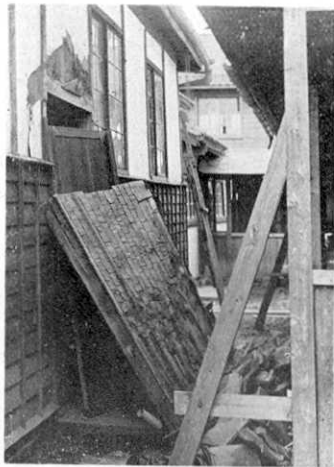
第 13 圖 新校舎の階段の破壊
されたる一部 (吉田国民学校)



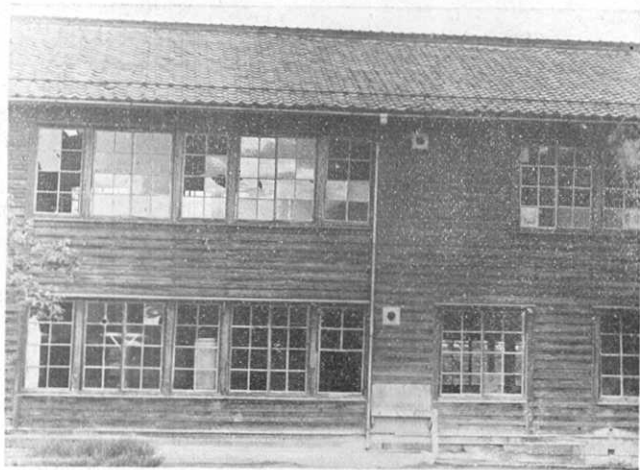
第 14 圖 柱 (五本) 中折し
たる物置の壁の一部(同上)



第 15 圖 長野市刑務所西側土崩壊境 七月十六日午前六時半



第 16 圖 廊下より物置への渡廊下の
屋根の落ちたる所(吉田國民學校)



第 17 圖 東に傾きたる校舎の一部(同上)



第 18 圖 壊れたる便所の屋根及壁(同上)