

### 33. 1983 年日本海中部地震による 建築構造物の被害について

地震研究所 { 田 守 伸一郎  
 { 大 沢 胖

(昭和 58 年 7 月 30 日受理)

#### 1. まえがき

1983 年 5 月 26 日午後 12 時 0 分頃、秋田県沖に地震が発生した。気象庁の発表によれば、震源は東経 138°54′、北緯 40°24′、深さ極浅、 $M=7.7$  で、各地の震度は、秋田、深浦、むつが震度 V、森、江差、青森、八戸、盛岡、酒田が震度 IV、帯広、室蘭、宮古、大船渡、仙台、山形、新潟が震度 III であった。また、各地で記録された最大加速度は Fig. 1 に示す通りであり、秋田で 209 gal が記録された他、青森で 115 gal また北海道の七峰橋で 275 gal であった<sup>1)</sup>。

この地震によって秋田、青森両県にわたって建物被害と津波による人的被害が発生したため、筆者らは 5 月 27 日から 30 日にわたる 4 日間と 6 月 18 日から 19 日にわたる 2 日間、秋田、青森県内で被害調査を行ったのでその結果を報告する。

#### 2. 被害概要

表 1, 2 に秋田、青森両県の災害対策本部でまとめた人的および構造物被害の一覧表を示す。今回の地震の被害の特徴は津波による人的および構造物被害が多く発生していることと、砂地盤の液状化に伴う沈下、隆起、地割れや、盛土の地すべり等で多くの構造物が被害を受けていることである。したがって、地動が建物に伝わり振動作用によって上部構造物が破壊にまで及んだ例は極めて少ない。

木造家屋の被害が集中した地区は、秋田県内では、秋田市新屋元町、新屋松美町、男鹿市脇本、若美町、八竜町、能代市であり、青森県内では、車力村、木造町、鯨ヶ沢町であ

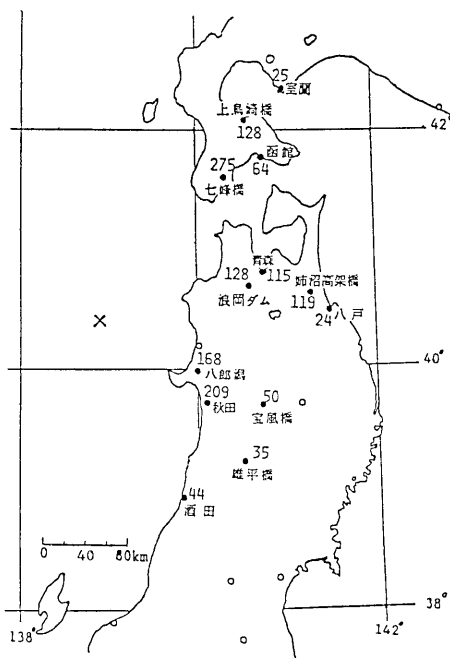


Fig. 1. Maximum acceleration recorded at each site.

表 1. 地域別被害状況 (秋田県)

被害項目	秋 田 県							
	県全体	秋田市	能代市	男鹿市	八森町	八竜町	昭和町	若美町
人的被害								
死者	83	3	37	22	10	4		
重傷者	67	7	23	11	1	4		
軽傷者	163							
住 宅								
全壊(戸)	1138	35	696	142	18	133	16	75
半壊	2571	235	1501	223	27	217	23	208
一部破損	2520	484	876	265	0	256	26	172
床上浸水	66	0	9	6	50	0	0	0
床下浸水	277	8	184	9	63	4	0	6
そ の 他								
船舶(隻)	599		58	198	203	186		
自動車(台)	70				69			1
崖くずれ(箇所)	64		2	18				
水田ha(浮苗,埋没苗)		7	182	42	13	68	32	65
ha(浸水,隆起など)	2072							
河川(箇所)	179							
道路(箇所)	826							
水道(世帯)	22187	200	12000	7316		53	276	963
ガス(世帯)	14904	303	3222	8757				1874
文教施設(箇所) (文化財を含む)	251	64	26	19	3	5	1	6
農地農業施設(箇所)	582	2	9	75		10	8	2
被害総額(億円)	1475.4							
被害調査日 (その他の項目について)	6/3	5/29	"	"	"	"	"	"

注 1) 人的被害, 住家被害及び被害総額は, 7月4日 8:00 A.M. 現在の県災害対策本部調べの情報その他の項目については, 県全体の数は, 6月3日, 12:00 A.M. 地区別の数は5月29日, 8:30 A.M. 現在の数.

注 2) 空欄は不明の場合.

る。しかし, 上記の地区において地盤の変動が相当激しい場合でも住宅が倒壊した例はほとんど無い。これは, この地震による地盤の振動が加速度としてはあまり大きくなかったことに加えて, 木造家屋の屋根は亜鉛鉄板瓦棒ぶきが多く軽かったことが幸いしていたのであろう。

### 3. 地区別建物被害

筆者らが調査した地区のうち, まず秋田市内では, 雄物川河口に近い新屋元町, 新屋松

表 2, 地域別被害状況 (青森県)

被害項目	青 森 県							
	県全体	弘前市	鯉ヶ沢町	木造町	深浦町	岩崎村	車力村	中里町
人的被害								
死者	17		3		2	1		
重傷者	7							
軽傷者	18	1	2					
住 家								
全壊 (戸)	447	2	143	32	13	0	227	4
半壊	865	9	211	59	59	6	292	46
一部破損	3018	51	199	443	443	12	735	276
床上浸水	62			1	28	1	3	2
床下浸水	152			2	71	7	27	28
そ の 他								
船 舶 (隻)	567				172	66		
自 動 車 (台)					34			
崖くずれ (箇所)					1			
水田 ha (浮苗, 埋没苗)	(8538)	250		2250				
ha (浸水, 隆起など)	(185)		187		118	4		
河 川 (箇所)	206		21					
道 路 (箇所)	557	17	87		12			
水 道 (世帯)			3500	(4ヶ所)	(8ヶ所)	762		
ガ ス (世帯)								
文教施設 (箇所) (文化財を含む)	428	66		6	15	4		
農地農業施設 (箇所)	(701)	9						
被害総害 (億円)	514.3							
被害調査日 (その他の項目について)	5/31	5/30	5/29	5/29	5/26	5/27		

注 1) 人的被害, 住家被害および被害総額は 7/2, 8:00 AM 現在, 県災害対策本部調べの情報。  
その他の項目については県全体の数は 5/31, 8:00 AM 現在, 県災害対策本部調べ, た  
だし ( ) 内は 5/30。

注 2) 空欄は不明の場合。

美町に被害が集中している。両町とも砂丘の中腹に位置しており, 地盤の変動による木造家屋の被害が多く見られた。このうち新屋元町で地盤の沈下による被害が集中した通りは旧川筋である。また, 新屋松美町では町内の一区角が約 50 cm 程下方へ地すべりを起こしている。両町とも付近の空地に噴砂が見られた。市内の他の地区では, 旧市街地を流れる旭川沿いの建物に外壁仕上げ材の損傷が見られたが, 本金デパート以外は大きな被害はあまり生じていない。

男鹿市脇本, また, 若美町, 八竜町, も木造家屋の被害の集中しているのは砂丘の内陸側

斜面かふもとの軟弱地盤（ほとんど砂地盤）にあたる地区である。また、上記の地区では、田んぼを埋め立てる場合に砂を用いて盛土しており、そのような場所での盛土の地すべりや陥没による被害も見られた。八竜町芦崎では砂丘の海岸側の地区の木造家屋には被害はなく、付近の道路にも地割れ、陥没等の被害は見られなかった。

次に、能代市で被害の集中した地区は、黒岡、浜浅内、長崎団地、豊祥台、河戸川、青葉町、松美町である。このうち黒岡は砂丘の内陸側のふもとに位置しており、砂地盤の斜面の崩壊による被害が多く、ほとんどの家屋に何らかの被害があるとの話であった。倒壊した家屋は一軒あったが、茅ぶき屋根の非常に古いもので丸石の上に東立てという弱い基礎構造であった。

青森県浪岡では、町立病院（鉄筋コンクリート造、低層部1階建、高層部5階建）で大きな被害が発生した。つまり、2~4階で柱のせん断破壊、壁のせん断きれつ、梁の曲げきれつ等が見られ、今回の地震では最も大きな被害であった（Figs. 2~4）。この建物については建設省建築研究所を中心とした調査グループにより詳細な調査・解析が行われている。

#### 4. 各種建物被害の特徴

##### 1) 木造家屋

木造家屋の被害の第一の特徴は地盤の液状化による沈下、地くずれによって上部建物が不同沈下等を生じ被害を受けているものである（Fig. 5）。第二の特徴は砂地盤の斜面がくずれて基礎が破壊し、その一部が移動して上部建物にまで被害をもたらしているものである。

Fig. 6は秋田県若美町五明光における被害家屋である。家屋の正面左側の地盤が手前へすべり出したために基礎が破断し地盤と共に移動している（Fig. 7）。この家屋の基礎は無筋のコンクリート造であり、基礎が破断した所でアンカーボルトが抜けている（Fig. 8）。Fig. 9は秋田県能代市黒岡の木造家屋の被害例である。この家屋の基礎は土台の上に東柱を立てた古いタイプのものである。砂地盤の斜面がくずれるとともに基礎が移動し、鴨居が柱から抜けている（Fig. 10）。また、他の家屋では同様の現象によって床の大引きが東柱から抜け床が落ちている（Fig. 11）。

##### 2) 鉄筋コンクリート造

鉄筋コンクリート造建物の被害の特徴はエキスパンション・ジョイントの衝突によるものが多かったことである。しかし、被害の多くは内外装仕上げモルタルのはく離や土間・犬走りのコンクリートのひび割れ等の軽微なものである。第二の特徴は地盤の沈下によるものであるが、基礎が支持ぐいに支えられている場合は上部構造に大きな被害を受けるに至った例は少なかった。学校などで教室棟はくい支持されているものの、渡り廊下は直接基礎であるため沈下し、教室棟との取付部で段差を生じている例がある（Fig. 12）。

以下に鉄筋コンクリート造建物の特徴的な被害例について説明する。

本金デパート（所在地：秋田市大町）

本体の大部分は鉄骨鉄筋コンクリート造であるが破壊した部分は鉄筋コンクリート造になっている。低層部は3階建てで、その上に鉄骨造で4階部分が増設されている。高層部は7階建てでその上の8階部は鉄筋コンクリート造の展望室となっている。その8階展望

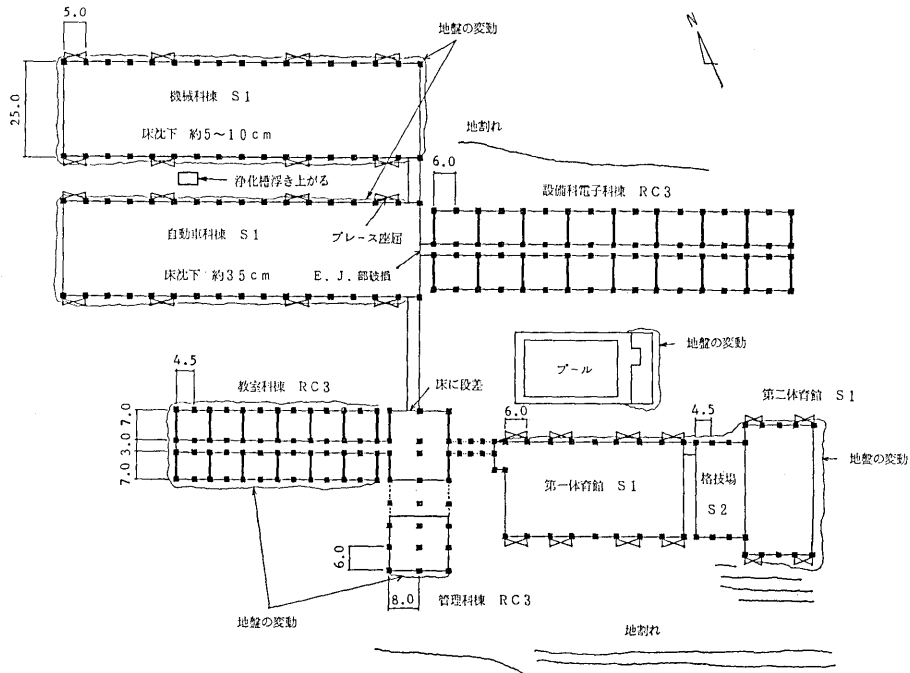


Fig. 16. Plan and details of damage to the buildings of Oga Kogyo High School (Funakoshi, Oga city).

室が倒壊し (Fig. 13), その上に建つ鉄筋コンクリート造の広告塔 (重さ約 3 トン) が落下し, 低層部の 4 階屋根 (鉄骨骨組で鉄板スレートぶき) を破壊し, 4 階鉄筋コンクリート床スラブに損傷を与えている。倒壊した 8 階展望室は  $1 \times 2$  スパンの純ラーメンで壁がなく (Fig. 14), 昭和 35 年当時の規準で設計されているため柱頭での主筋量は多いがせん断補強筋は少ない (Fig. 15)。広告塔は柱を屋根スラブ上まで伸ばし, その上に梁を渡して設置されていたが, 梁のコンクリートは粉粉になり, 主筋は抜け出している。広告塔が落ちた 4 階の床スラブ (鉄筋コンクリート造) は下にたわみ, 梁も下面のカバーコンクリートがはがれてたわんでいる。おな, 高層部一階の壁にせん断きれつが見られるが, 他の部分には大きな損傷は見られない。

男鹿工業高校 (所在地: 男鹿市船越)

鉄筋コンクリート (RC) 造 3 階建ての教室棟, 管理棟, 鉄筋コンクリート (RC) 造 2 階建ての設備工業科電子科棟, 鉄骨 (S) 造 1 階建ての体育館 2 棟, セミナーハウス, 鉄骨 (S) 造 2 階建ての格技場よりなっている (Fig. 16)。被害は地盤の沈下によるものがほとんどである。管理棟では渡り廊下の取付部で床に段差が出来ており, 第 2 体育館東側での地盤の沈下が著しい。自動車科棟 (Fig. 17), 機械科棟の土間コンクリートがそれぞれ約 35 cm と約 10 cm 沈下し, 間仕切壁に大きな被害をもたらしている (Fig. 18)。これら 2 棟の建物は外周の基礎はくいで支持されており, 各々基礎ばりにつながれているが, 内部は直接基礎で梁間方向には基礎ばりが通っておらず地盤と共に土間コンクリートが沈下し

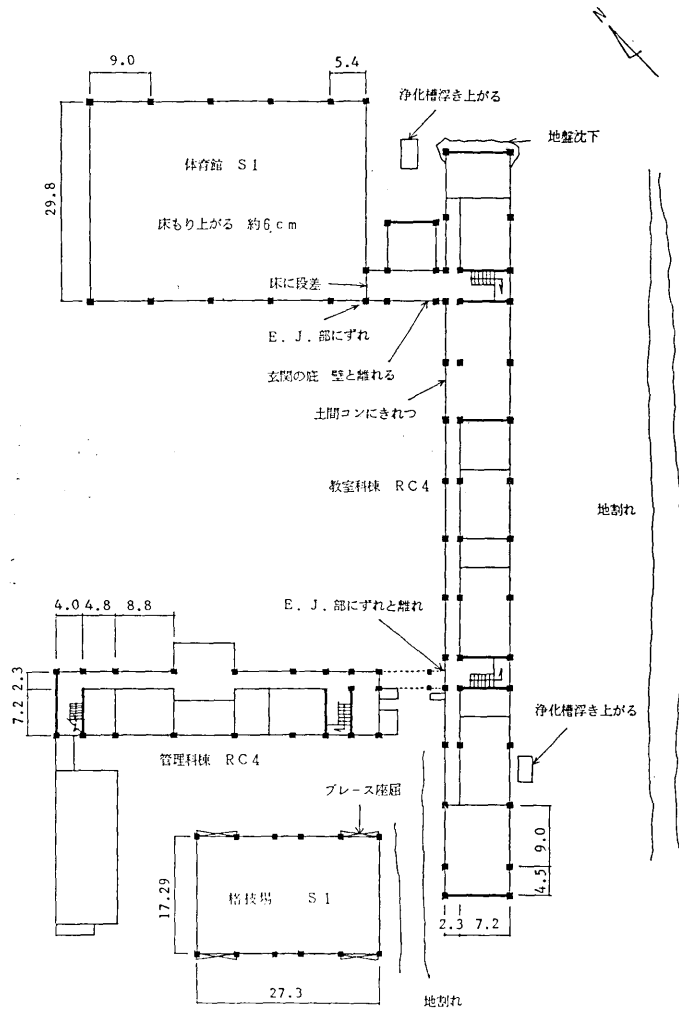


Fig. 20. Plan and details of damage to the buildings of Noshiro Shogyo High School (Midori-cho, Noshiro city).

たものである。自動車科棟と設備工業科電子科棟との渡り廊下のエキスパンション・ジョイント (E. J.) に損傷が見られ、自動車科棟のプレースが1ヶ所座屈している。また、自動車科棟と機械科棟の間には地盤の液状化による噴砂が見られ、浄化槽が浮き上がっている (Fig. 19)。地割れは校地正面 (南面) の道路で著しいほか、校庭、グラウンドにも多く見られた。また、校庭西側の自転車置場は 10 cm 程度沈下している。

能代商業高校 (所在地: 能代市緑町)

鉄筋コンクリート (RC) 造4階建ての管理棟と教室棟 (RC ぐい直径 30 cm, 長さ 6 m), 鉄骨 (S) 造1階建ての体育館, 格技場 (くいなし) よりなっている (Figs. 20, 21)。被害の最も著しいのは教室棟と渡り廊下の取り付け部のエキスパンション・ジョイント (E. J.) のずれと離れである (Fig. 22)。この、ずれと離れの長さは1階入口でそれぞれ約8.5 cm と

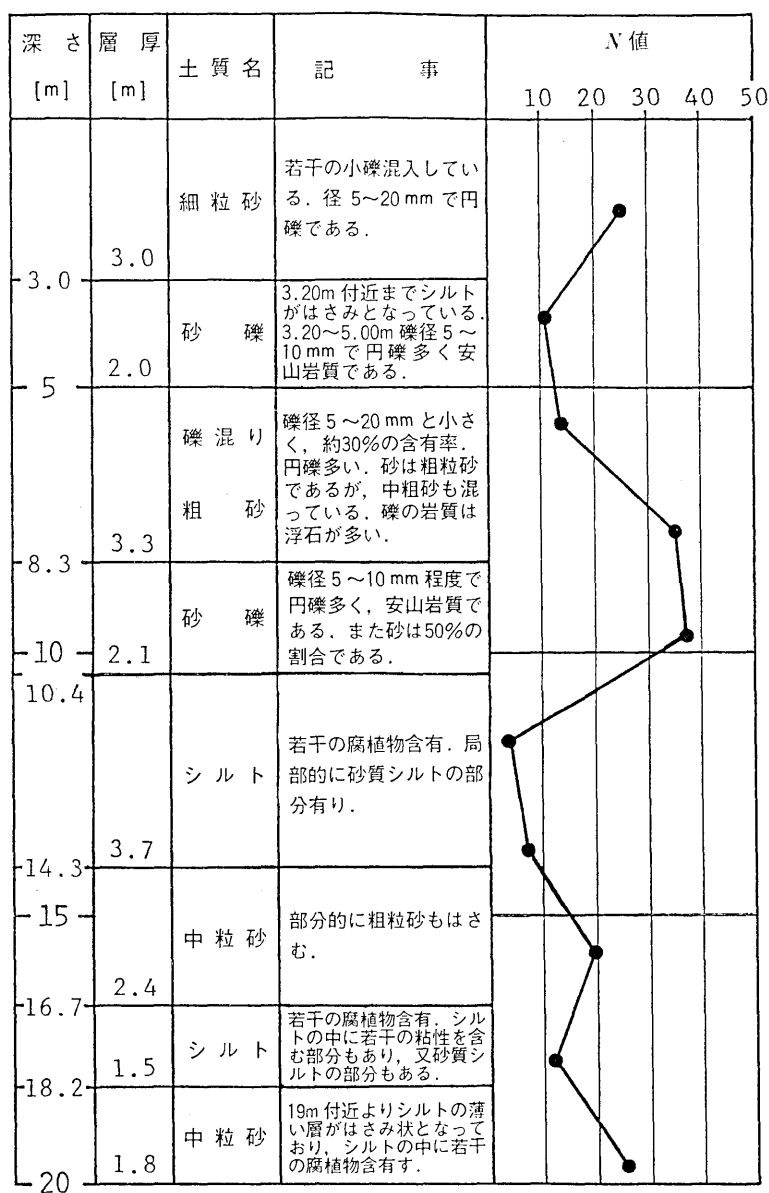


Fig. 26. Result of the soil tests at the site (Noshiro Shogyo High School).

約 7.0 cm, 4 階床ではそれぞれ 約 15.0 cm と 約 9.0 cm である。周囲の地盤変動の状況から教室棟が西の方へ移動することとも南のグラウンドの方へ若干傾いているものと思われる。エキスパンション・ジョイント脇の排煙ダクトにはたてにひび割れがはいり、基礎付近で地盤との間にすきまが出来ている。教室棟両端の地盤が沈下しており、昇降口玄関底が渡り廊下と離れ、土間コンクリートにひび割れがはいっている。体育館と渡り廊下の取り付け部のエキスパンション・ジョイントが上下、水平方向にずれ、床に段差が出来

ており、エキスパンション・ジョイントに沿って地割れが走っている (Fig. 23). 体育館の床は約 6 cm 程度盛り上がり、格技場のブレースは 1ヶ所座屈している。教室棟周辺にある浄化槽は地盤の液状化のため浮き上がり (Fig. 24), グランドには著しい地割れや、噴砂が見られる (Fig. 25).

敷地の地盤調査結果を Fig. 26 に示す。地表近くは細粒砂と砂礫よりなっており、 $N$  値は低い。校舎は深さ約 8 m の砂礫層 ( $N$  値 38 程度) に RC ぐいにより支持されているが、その下の深さ 10 m から 20 m の層の  $N$  値は 5~25 程度と低く、比較的軟弱な地盤上に建っていることになる。そして、地震時には地表面近くの砂層が液状化し上記の被害をもたらしたものであろう。このような被害を受けた場合、くいの損傷も予想されるため掘削調査の必要があるが現時点ではまだ行われていないので損傷の有無、程度は不明である。

### 3) その他

鉄骨造建物では筆者らは直接調査していないが青森県木造町の館岡中学校で多くのブレースが破断したとの報告がある。

ブロック塀の倒壊は数多いが、地盤の変動によるものがほとんどである。

窓ガラスの割れはスチールサッシではめ殺し油性パテ止めの場合に多く見られ、秋田県庁では約 400 枚が破損した他、各地の建物でも同様の被害の報告がされている。

## 5. 結 び

今回の地震による被害の特徴の一つに地盤の変動によるものが多く見られたことをあげた。このような被害は 1964 年新潟地震でも数多く報告されており、改めて軟弱な地盤上に建つ建造物の基礎構造計画の重要性とともに宅地造成をいかに行うかということの重要性が認識された。そして、土の動的挙動や建物と地盤の相互作用の研究の推進の必要性とともに、個人の住宅のように地盤改良や基礎構造に十分な資金がかけられない場合には、基礎の幅を広げるような簡単な補強方法や、あるいは被害に対する補償制度又は保険制度も必要であることが痛感された。

## 謝 辞

この報告は筆者らの一人が日本建築防災協会に設置されている SPRC 委員会 (委員長梅村魁博士) の調査団と同行して行った調査結果を主としてまとめたもので、報告書作成上種々ご配慮を頂いた同委員、ならびに同行した千葉大学教授村上雅也氏、東京大学生産技術研究所助手関松太郎氏、同大学工学部助手田才晃氏、同大学大学院塩原等君に深く感謝します。





Fig. 2. North elevation of Namioka town hospital (Namioka-cho, Aomori pref.).

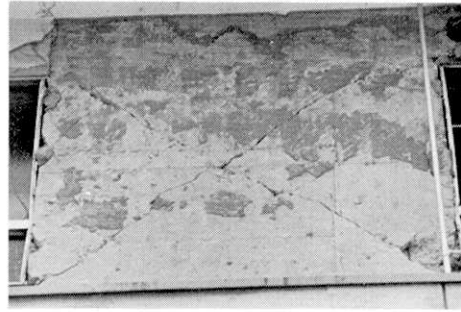


Fig. 3. Shear damage to wall (Namioka town hospital).



Fig. 4. Shear damage to column (Namioka town hospital).



Fig. 5. Damaged wooden house due to subsidence of the ground (Arayamotomachi, Akita city).

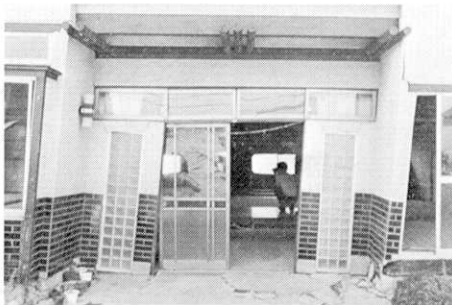


Fig. 6. Damaged wooden house due to landslide (Gomyoko, Wakami-cho).



Fig. 7. A house whose foundation slid away (Gomyoko, Wakami-cho).

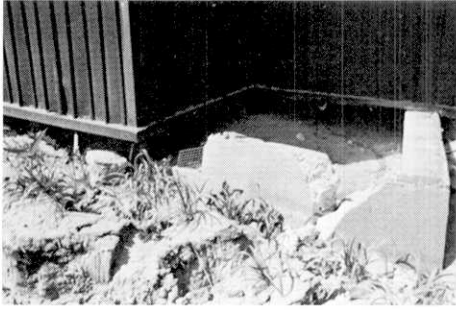


Fig. 8. Close up of the damage to the foundation (Gomyoko Wakami-cho).

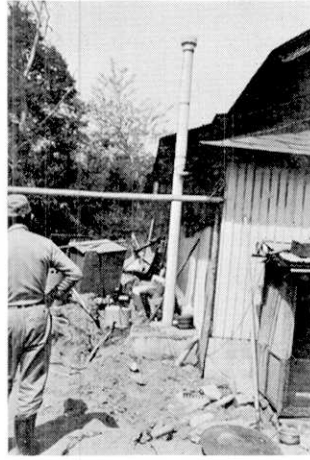


Fig. 9. Ground deformation alongside the damaged wooden house (Kurooka, Noshiro city).

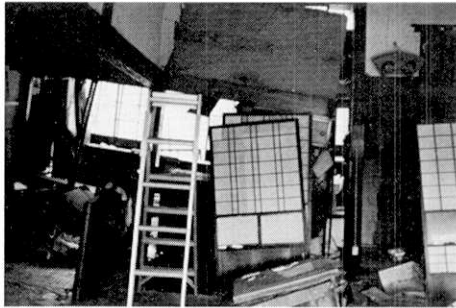


Fig. 10. Lintel pulled away from the column. (Kurooka, Noshiro city).

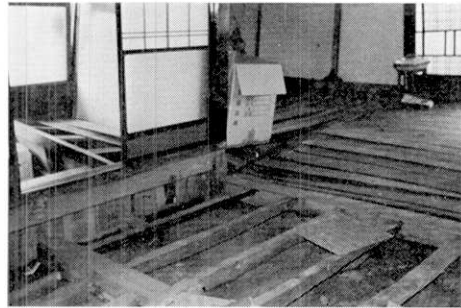


Fig. 11. Sleepers were pulled away from the support column and the floor fell down (Kurooka, Noshiro city).

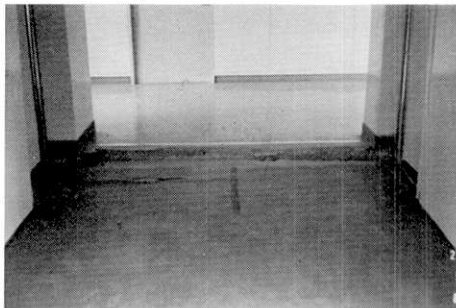


Fig. 12. Difference in level at the expansion joint (Hiroomote Elementary School, Akita city).



Fig. 13. Top part of the Honkin department store and its collapsed observatory. (Oh-machi, Akita city).



Fig. 14 Collapsed observatory (Honkin Department Store, Akita city).



Fig. 15. Close up of damage to the column (Honkin Department Store, Akita city).

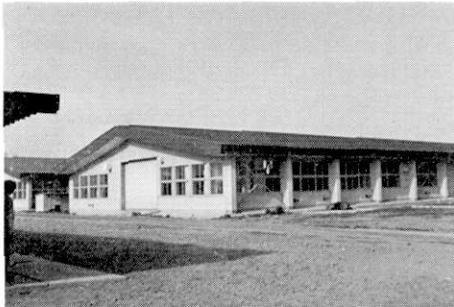


Fig. 17. Elevation of the automobile course building (Oga Kogyo High School).

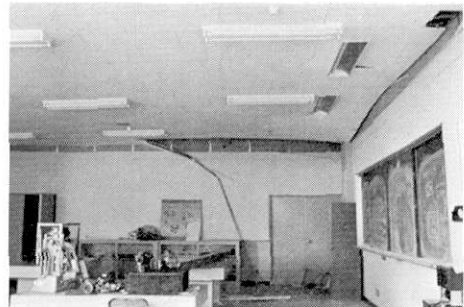


Fig. 18. Damage to the partition wall in the automobile course building (Oga Kogyo High School).



Fig. 19. Buoyed septic tank due to liquefaction (Oga Kogyo High School).



Fig. 21. South elevation of Noshiro Shogyo High School.

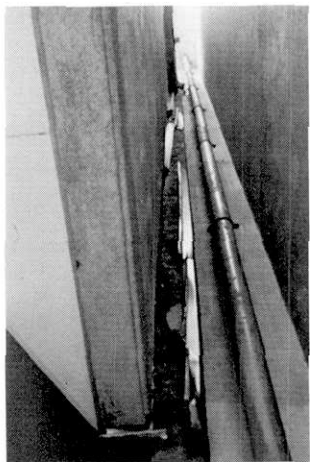


Fig. 22. Slippage at the expansion joint between the passage and the school building (Noshiro Shogyo High School).

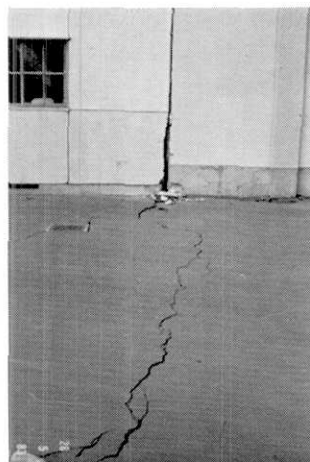


Fig. 23. Damage to the expansion joint and ground cracks (Noshiro Shogyo High school).



Fig. 24. Buoyed septic tank beside the school building (Noshiro Shogyo High School).



Fig. 25. Ground Cracks (Noshiro Shogyo High School).

## 参 考 文 献

- 1) 強震観測事業推進会議, 国立防災科学技術センター, 1983, 強震速報 No. 23, 1983年5月26日日本海中部地震, 昭和58年6月.

---

33. *On the Damage to Buildings Caused by the Nihonkai-Chubu Earthquake of 1983.*

By Shinichiro TAMORI and Yutaka OSAWA,

Earthquake Research Institute.

The Nihonkai-Chubu Earthquake ( $M=7.7$ ) occurred on May 26, 1983. This earthquake caused severe damage to many buildings, mostly in Akita and Aomori prefectures. This is a report on a visual survey of damage to buildings in the main part of affected area.

The feature of the damage to buildings is the fact that most of it was caused by ground deformation due to liquefaction. In this area, wooden houses have very light roofs made of galvanized sheet iron. So, even when a house suffered severe damage, it rarely fell down. The districts where buildings were heavily damaged by such ground deformation as sliding and subsidence are Arayamoto-machi and Arayamatsumi-cho in Akita city, Wakimoto in Oga city, Wakami-cho, Hachiru-cho, Noshiro city, all of which are in Akita prefecture, and Shariki-mura and Azigasawa-cho in Aomori prefecture.

Damage to expansion joints in reinforced concrete buildings was widespread in the affected district.

The Noshiro Shogyo High School buildings were some of those a most severely damaged by the earthquake. Two buildings of the school are of 4-story reinforced concrete structure and two gymnasiums are of 1-story steel structure, and the buildings and gymnasiums stand on very soft sand ground, so the two reinforced concrete buildings are supported by piles. The heaviest damage occurred at the expansion joint portion of the passage between the two reinforced concrete buildings. The connected portion was separated from each other by 9 cm and slid 15 cm apart on the 4th floor. Similar damage also occurred at the connected portion of the passage between the gymnasium and the reinforced concrete building. There were also heavy cracks and traces of the sand emission due to liquefaction on the school ground and the two septic tanks were buoyed up by this phenomenon.

The damage to buildings caused by this earthquake gives important lessons for earthquake resistant design of buildings including wooden houses, reinforced concrete structures and others. It is important to consider the planning of a building foundation and the investigation of the dynamic behavior of soils where the ground is apt to be liquefied.