

49. 1980年伊豆半島東方沖地震による 建築構造物の被害について

地震研究所 { 園 田 吉 隆
大 沢 胖

(昭和55年10月31日受理)

ま え が き

1980年6月29日午後4時20分頃伊豆半島東方沖に地震が発生し、気象庁の発表によればM=6.7、震源は東経139°18′、北緯34°55′、深さ0 kmであり、各地の震度は網代、大島が震度V、館山、東京、熊谷、横浜、三島、新島が震度IV、石廊崎、甲府、千葉、宇都宮が震度IIIであった。これは6月25日頃から7月上旬にかけて続いた伊東市東方を中心とする群発地震の中の最大地震であった。幸い人的被害は負傷者7人という程度であったが、伊東市および熱海市を中心に建築構造物に被害が発生したため、筆者らは7月1日、2日および31日の3日間伊東市を中心に主として鉄筋コンクリート構造物の被害調査を行ったのでその結果を報告する。

被 害 概 要

表1に静岡県下の今回の地震で被害のあった市町村の人的および構造物の被害の一覧表を示す。今回の地震による被害の特徴は、土木および建築構造物の被害が伊東市南部に集中していること、および鉄筋コンクリート造の学校建物が震央から10数 kmの富戸で大きな被害を受けたことである。一般木造住家の被害は、地震動による直接的な被害としては屋根瓦のずれおよび落下、建具の破損等であり、間接的な被害としては盛土や石垣の崩壊による傾斜、一部破損を挙げることができる。今回詳しく調査した建物は表2に示す4棟の学校建築である。鉄筋コンクリート建物ではエキスパンションジョイントの損傷が多く、ついで本棚等備品の転倒、窓ガラスの破損等であり、主たる構造体に目立った被害を生じているのは富戸小学校教室棟および体育館のみである。伊東市内の強震加速度記録は最大加速度が300 galを越えている。以下に個々の建物について被害状況を説明する。

1. 伊東市立富戸小学校

鉄筋コンクリート3階建の教室棟および鉄骨造の体育館からなっている。同小学校はFig. 1に示すように南側に相模湾を望む海拔100 m程度のなだらかな斜面に建っており、東西に長い教室棟の西半分(昭和42年竣工)は盛土の上に、東半分(昭和43年竣工)は切土上に建てられている。体育館はグラウンドの南東に建っている。北側はグラウンドをはさん

表 1 市町村別被害状況

(静岡県地震対策課 S55.7.3現在)

市町村名				合 計	熱海市	伊東市	三島市	裾野市	沼津市	修善寺市	函南町	大仁町	中伊豆町
被害区分													
人的被害	負傷者	重傷者	人	3		3							
		軽傷者	"	4		4							
		計	"	7		7							
住家被害	半壊		棟世帯人	1 1		1 1							
	一部破損		棟世帯人	665 669	2 2	554 558	53 53	4 4	1 1	20 20	2 2	3 3	26 26
非住家	公共建物その他		棟棟	2 11	2 1	10							
	その他の被害	文教施設	箇所	13		13							
道路		"	29	7	19		1	1				1	
河川		"	4		4								
港湾		"	4	1	3								
水道		"	39	4	34	1							
清掃施設		"	1		1								
崖くずれ		"	13	6	5			1			1		
鉄道不通	"	5	3	2									

表 2 伊豆半島東方沖地震被害調査一覧表

建物名称	所在地	構造・規模	被害程度	建設年
富戸小学(校舎)	伊東市 富戸	RC 3F	中 破	S 42.43
"(体育館)	" 富戸	S造 1F	中 破	S 44
宇佐美小学校	" 宇佐美	RC 3F+1F	軽 微	S 38.39.49
川奈小学校	" 川奈	木造 2F	軽 微	S 30
西小学校	" 幸町	RC 3F	軽 微	S 49

で海拔 200 m 程度の丘陵に続いている。校舎はいずれも昭和 46 年の柱の帯筋に関する建築基準法施行令の改正以前のものである。敷地内、校舎南側の盛土の斜面付近およびグラウンド中央付近にはほぼ東西方向にひびわれが走っており (Fig. 3)、後者の北側への延長部分では路肩の土砂崩れが発生している。教室棟西側給食室付近にも盛土が崩れたことによると思われる幅 2 cm、長さ 12 m ほどのひびわれが発生している。他にも校舎北側に小さな地割れがいくつか見られる (Fig. 2)。

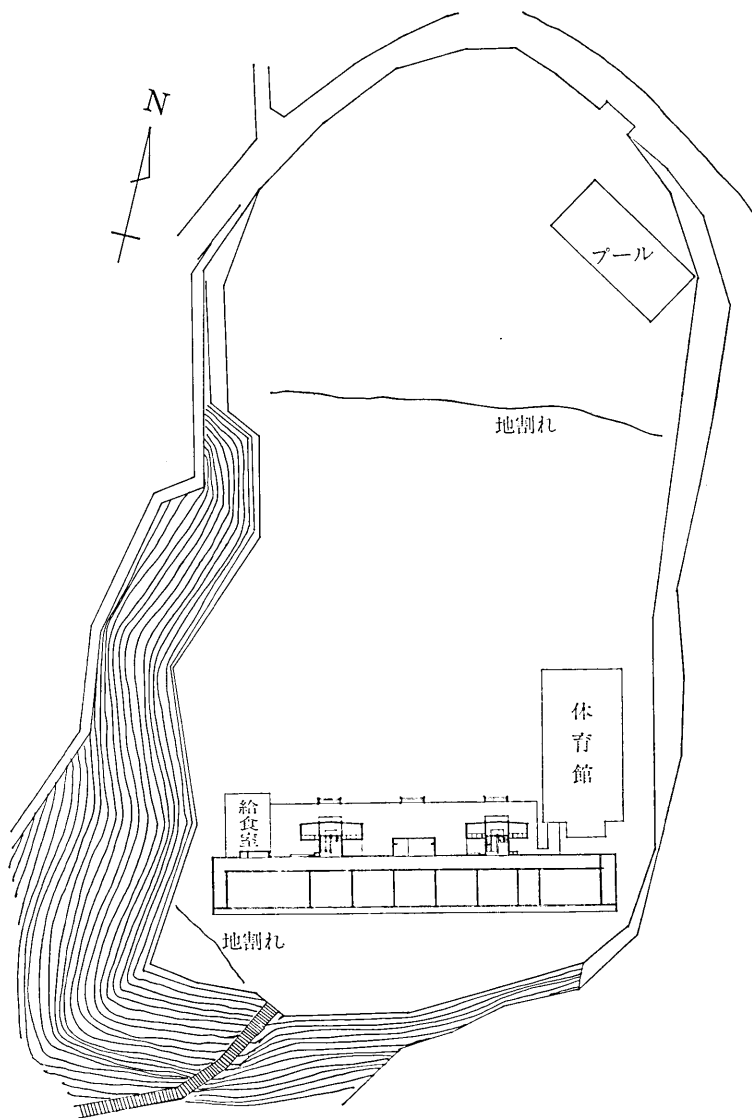


Fig. 1. Plan of Futo Elementary School.

[RC 3階建教室棟]

教室棟は平面図 (Fig. 1) に示すように東西方向に連なる教室の四隅に柱があり、南側には廊下、北側にはベランダがはね出したような形で配置されている。廊下の北側は部分的に連窓および階段室を持つ非耐力壁であるが、この非耐力壁が最も大きな被害を受けている。主な被害としては以下のものが挙げられる。

- a) 1階から3階まで階段室部分に接する廊下北側の壁に大きなせん断ひびわれが入っており、コンクリートがはく落し鉄筋が露出している (Fig. 4)。これらの部分には

配膳用エレベーター、配電板、ダストシュート等が設けられており、それらのために壁の欠損部分はかなり大きくなっている。

- b) ほぼ全館にわたって柱、梁には桁行方向の変形に伴うと思われるひびわれが入っている。柱は柱脚および柱頭部に曲げまたは曲げせん断ひびわれを生じ、梁は柱との接合部付近に曲げひびわれを生じているが、ひびわれ幅は小さく 0.2 mm 程度である。
- c) 階段室および給食棟の突出部分と教室棟との接合部やその付近で柱、壁あるいは床スラブが破損している。給食棟との接合部は数 cm 程度のひびわれが開口しており、大きな残留変形があるものと思われる。

そのほか、各部で非構造体および備品の被害も多く (Fig. 5)、給食室のボイラーの移動およびそれに伴う配管の損傷、ロッカー、本棚の移動、転倒その他備品の棚からの落下、破損が起っている。理科室では水平方向にバンドで拘束されていたガラス器が飛び上って割れるなど上下動もかなり大きかったことが推測される。

全体的に地震時の挙動の特徴とその原因と思われるものをまとめると次のようになる。

- a) 教室棟は各教室の四隅の柱で支持され、ベランダおよび廊下がはね出したように配置されているため、桁行方向に耐震壁が不十分である。そのために桁行方向の変形が大きくなり、その変形に追従できない北側の非耐力壁に大きなせん断ひび割れを生じ破壊した。
- b) 階段室および給食室は教室棟の北側の非耐力壁に接続しているがそれらの部分は本体に比較して壁の量が多く震動性状が異なるために接合部分で壁が破壊された。
- c) 全般的に西側部分の被害が大きく、このことは西半分が盛土上であることと関連があると思われる。
- d) 今回大被害を受けた部分はほとんど1978年1月の伊豆大島近海の地震によって多少の被害を生じており、補修が行なわれていたが今回の地震でひびわれが進展しており、地震動が前回より一段と強かったことを裏付けている (Fig. 6)。

〔鉄骨構造体育館〕

体育館はグラウンドの東隅、切土部分に南北に長く建てられており、6×4スパンの鉄骨造で長手方向は4隅が直径 22 mm の鉄筋ブレースにより補強されている。大きな被害としては a) 建物4隅の長手方向のブレースが8本共全部破断 (Fig. 8) b) 北側妻面の外装モルタルが横 4 m 縦 6 m にわたってはく落 (Fig. 7) c) 天井面内のブレースが数本破断してぶら下がっていることである。壁面のブレースの破断はすべてガセットプレートの部分で起っており (Fig. 10, Fig. 11)、鉄筋で破断しているものがないことから、ブレースの取り付けに問題があったものと思われる。ブレースの破断した体育館長手方向は教室棟の被害が少ない梁間方向であるが、教室棟の場合梁間方向に十分に耐震壁が配置されているのに対して、体育館は壁面上部がほぼ全面窓のための開口であり、水平力の多くが4ヶ所のブレースに負担されたためと推測される。壁面上部と軒の接する位置に建物全周にわたってモルタルにひびわれが発生しており、長手方向の変形が大きかったことを示している。妻面のモルタルのはく落は鉄骨門型ラーメンの面内変形にモルタルが追従できなかったことに加えて面外方向の地震力によるものと思われる。天井面内ブレースの破断は2ヶ所確認されているが、ボルトが他にも落ちていることから破断ヶ所がそれ以上あるものと推測される。これはそれぞれの門型ラーメンの面内変形量が不均一で天井面内にかんりの



Fig. 2. North elevation of Futo Elementary School Building and Gymnasium.



Fig. 3. Crack appeared on the west end of the lot (Futo Elementary School)

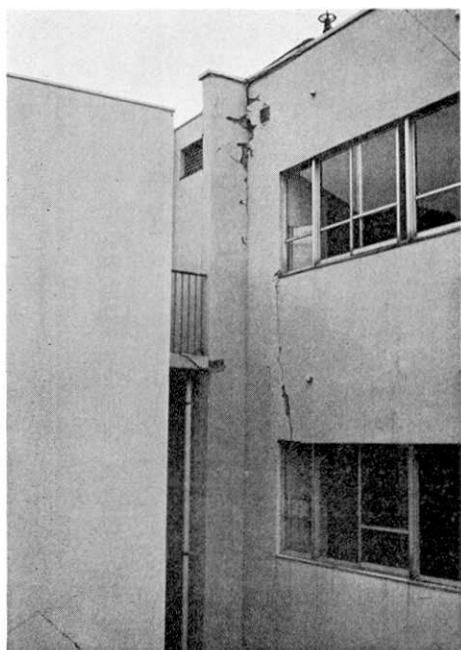


Fig. 4. Shear fracture of non-structural wall (Futo Elementary School)



Fig. 5. Damage and crumbling of the facing (Futo Elementary School)

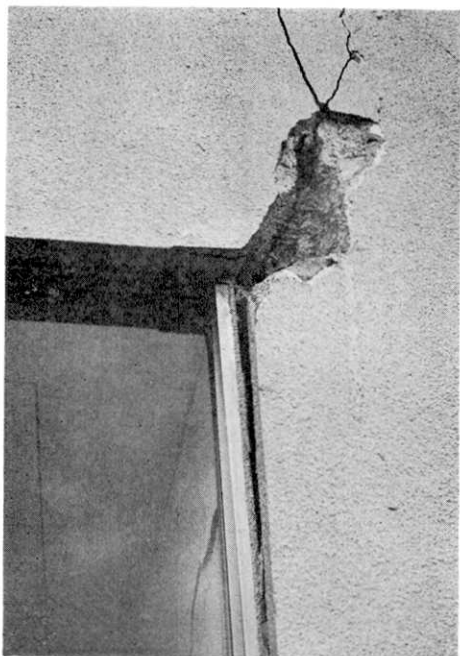


Fig. 6. Extension of shear cracks (Futo Elementary School)

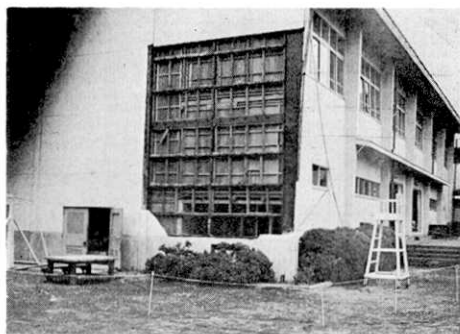


Fig. 7. Exfoliation of mortar at the south end of the gymnasium (Futo Elementary School)

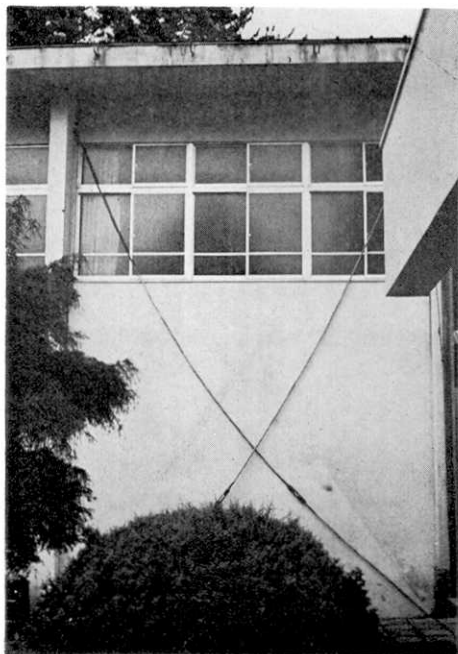


Fig. 8. Broken braces in the longitudinal direction of the gymnasium (Futo Elementary School)

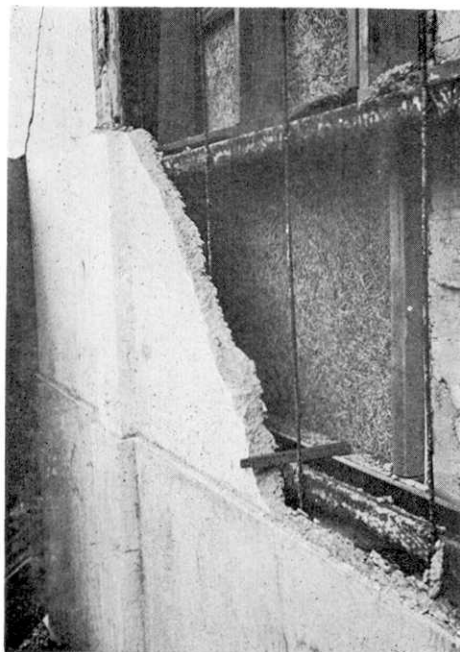


Fig. 9. Details of the crumbled mortar facing (Futo Elementary School)

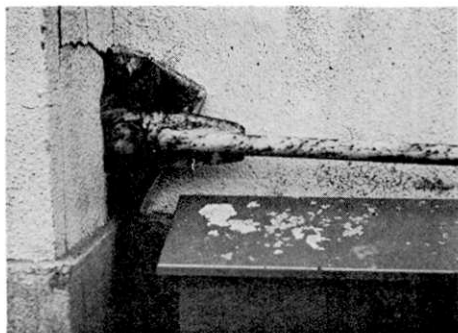


Fig. 10. Connector of brace which remained sound (Futo Elementary School)



Fig. 11. Connector of brace broken at its profile deficiency (Futo Elementary School)



Fig. 12. Overturned stone sculpture in the Mishima Shrine (Futo, Ito city)



Fig. 13. Wreckage of a stone wall (Futo, Ito city)

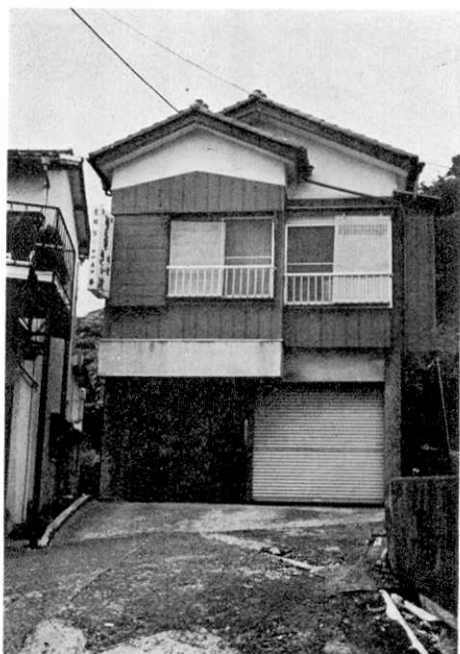


Fig. 14. Wooden house which survived the earthquake (Futo, Ito city)

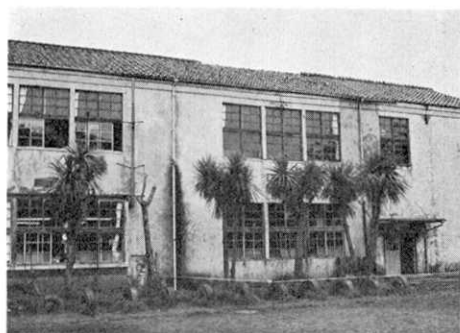


Fig. 15. West elevation of Kawana Elementary School (Kawana, Ito city)

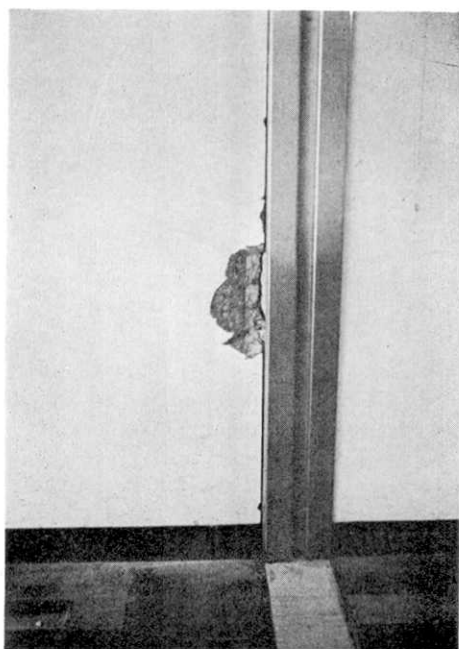


Fig. 17. Damage to expansion joint (Nishi Elementary School, Ito city)

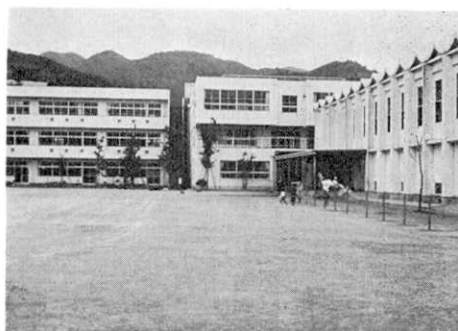


Fig. 16. East elevation of Nishi Elementary School (Saiwai-cho, Ito city)

力が加ったことによると思われる。

2. 伊東市立宇佐美小学校

伊東市宇佐美の海岸から数百メートルの平地に建つ地上3階、半地下1階の4階建の鉄筋コンクリート建物で1963年から1965年に3期に分けて建てられた旧館に、1974年竣工の新館がエキスパンションジョイントにより直角方向に接続されている。そのエキスパンションジョイント付近の仕上げモルタルがはく落している。新館はグラウンドへの通路を確保するために1階部分の半分ほどがピロティーになっているため、上階の変形が大きくなったと考えられる。エキスパンションジョイントは間隔が1cm程度しか確保されておらず、10cm程度のクリアランスがあれば被害は非常に軽微であったものと思われる。旧館の桁行方向には1階の壁にせん断ひびわれが見られ、新館のたれ壁には曲げひびわれが見えるがいずれも軽微である。

3. 伊東市立西小学校

伊東市街、伊東大川による沖積地に位置する1974年竣工の鉄筋コンクリート3階建の本館および体育館よりなる (Fig. 16)。本館は東西に長い管理棟部分とそれにエキスパンションジョイントを介して接合されている南北に長い2棟の教室棟からなっている。被害のあったのは前述のエキスパンションジョイント部で衝突により仕上げモルタルが一部はく落している (Fig. 17) ほか付近の耐力壁 (南北方向) にせん断ひび割れが発生している。また、管理棟の耐力壁 (東西方向) にもせん断ひびわれが見られるが被害程度は軽微である。

4. 伊東市立川奈小学校

川奈港に近い東下りのゆるやかな傾斜地に位置する1955年竣工の木造モルタル2階建の建物である (Fig. 15)。建物はかなり老朽化している。屋根瓦特に棟瓦に脱落したものが多く、モルタル塗りの外装にはひびわれ、はく離が建物全周にわたって見られるが、主たる構造体の被害は軽微である。敷地内の強震計が最大加速度 300 gal 以上を示している。川奈港付近には地くずれ、石垣の崩壊、屋根瓦の落下、鉄骨コンクリート造建物のひびわれが他にも何か所か見られた。

謝 辞

現地視察の際に協力していただいた富戸小学校、川奈小学校、西小学校、宇佐美小学校および伊東市役所の職員の方々に厚く謝意を表します。

文 献

- 田中貞二・坂上 実・大沢 胖・吉沢静代, 1980, 1980年伊豆半島東方沖地震および同群発地震の加速度強震記録と最大加速度データ, 地震研究所彙報, 55, 1043-1064.
関松太郎ほか, 1980年伊豆半島東方沖の地震による建築物被害調査 (速報), 建築防災1980, 8月.

49. *On the Damage of Buildings Caused by the Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake of 1980.*

By Yoshitaka SONODA and Yutaka OSAWA,
Earthquake Research Institute.

Izu-Hanto-Toho-Oki Earthquake ($M=6.7$) took place on June 29, 1980. It was the largest shock among the earthquake swarm that continuously occurred east off the Izu Peninsula from late June to early July. The earthquake caused severe damage to some buildings in and around Ito city. This is a report on the visual survey of some of the damaged buildings in the area.

The Futo elementary school building and its gymnasium were the most heavily damaged by the earthquake. They stand across the excavation and the fill, halfway up a slanting surface. The schoolhouse is a 3-story reinforced concrete building. In the longitudinal direction, it has rather slender frames and non-structural walls, while in the transverse direction, it has considerable numbers of walls. The longitudinal non-structural walls were fractured by shear force and the junctions to the stair halls were severely damaged.

This might be attributed to the incompatibility of both deformation capability and vibration characteristics of the frames, walls and stair halls.

All the braces of the steel framed gymnasium have been broken in the connectors and a fairly large portion of mortar facing ($4\text{ m}\times 6\text{ m}$) on the wall exfoliated and fell. It is presumed that the braces bore the greater part of the lateral force during the ground motion because the building does not have enough walls in the same direction. If the connectors had been strong enough to bind the braces, the gymnasium might have remained safe and sound.

Damage to expansion joints in reinforced concrete buildings and slippage of roofing tiles in wooden houses were the wide spread damage in the afflicted district.