

## 2-3. 3の階層：地震に対して構造物(建物・道路・橋梁など)自体に問題がある被害

最後に「3の階層」、地表に建つ構造物自体に問題があると考えられる被害例を観察、その後の耐震対策例についてふれてみる。

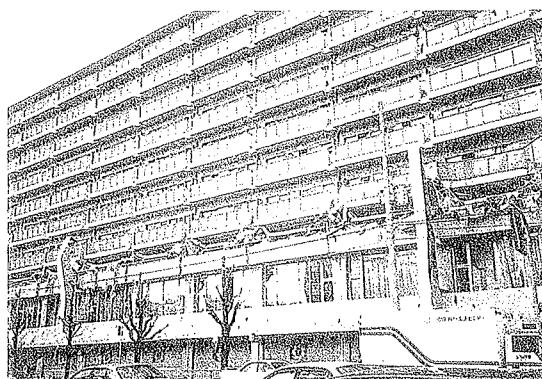
建築物については、1981(昭和56)年6月1日に建築基準法施行令改正により、新しい耐震基準が施行された。つまりこの日以降に建築確認を受けた建物に対して新耐震基準が適用されている。ある建物について、工事に着工するのは建築確認を受けた後になるので、新基準が適用された建物は木造戸建の場合でも1981年9~10月以降に完成したものになる。マンションなどの建物は早くも1982年夏~秋頃の竣工時期以降の建物になる。

一般的に考えて新耐震基準が適用以前の建物については注意を要するわけである。

### 座屈

地震動の激しいショック(強い加速度)により、建造物を支える柱などが押し潰されることで、地震動に対する建造物の強度不足が原因である。

写真 阪神・淡路大震災で見られた被災例。



3階部分が押し潰された(座屈した)10階建てマンション(2階までは店舗)。西宮市北今津付近の国道2号線沿いにて。

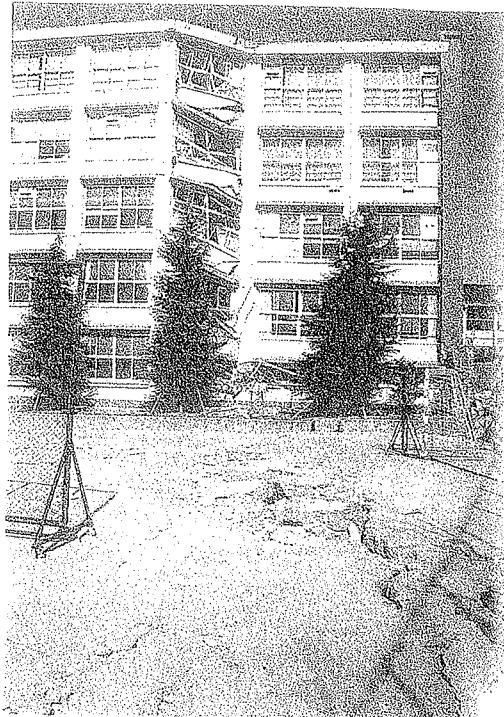
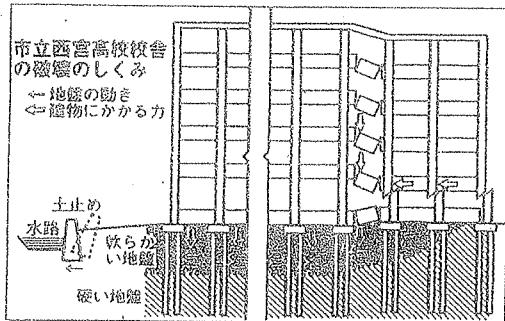
(1995年1月17日午後 秋元 宏撮影)

写真 阪神・淡路大震災では名神高速道路で尼崎市内の高架橋を支える数多くの橋脚に座屈が発生、同道路は復旧まで長期間不通になった。(1995年1月17日午後 秋元 宏撮影)



第17図 最初の破壊は、右側校舎の1階部分の柱の座屈から始まった。

地震による校舎が破壊される順序として、先ず図の1階部分右側3本の柱が地震動によって座屈する。それによって右から3つ目のスパン(梁)が破損傾斜。さらにこれより左側の校舎はもともと池を埋め立てた敷地の地盤(盛土)の液状化によって沈下。手前のグランドには地盤の液状化に伴う地割れが見られる。



写真と第17図 阪神・淡路大震災で被災した市立西宮高校の校舎。図で示された「市立西宮高校校舎の破壊のしくみ」は、関西大学直下型地震基礎地盤研究グループ(代表 西田一彦教授)による調査結果で、「ため池の埋立地など地盤が急変した場所に建てられたため、地震で不同沈下や液状化による土の流動が起き、破壊につながったことを確認した。」とある。(写真と図はいずれも「詳林」第17号-震災の記録-1995 市立西宮高等学校より)

#### A k 法(6頁参照)による「3つの階層」についての総合評価の例

「1の階層」については危険度評価 3 (理由は7頁2-1参照)。結果論になるが、上記の市立西宮高校の被害を例に、続いて「2の階層」と「3の階層」についてA k 法で危険度評価を試みる。

「2の階層」について…。この学校の敷地はもともとあった池を埋め立て(盛土)造成された。したがってA k 法では危険度評価 3 とされる。

「3の階層」つまり建物自体の耐震評価は、地盤の良い「大阪層群」上に載っていた校舎の一部の柱が座屈を起こした。つまり鉄筋コンクリート造りではあるが、1981年建築基準法施行令改正以前の建築であることと、耐震補強がなされていないことから、危険度評価 1 からランクを2つ落として危険度評価は 3 となる。

したがって3つの「階層」の総合危険度評価は:「1の階層」= 3, 「2の階層」= 3, 「3の階層」= 3 で、3者を重ね合わせた総合危険度評価 = 9 の結果となる。総合危険度評価の点数は、最良の3から最悪の10までの値を取る。なので市立西宮高校の校舎の総合評価9は大きな地震被害を受けやすい値を示している。

地域防災計画を考える上で、このA k 法の「3つの階層」の総合危険度評価を行うと個々の被害想定が点数で表され、防災の具体的対応に役立つと考えられる。

## 重い瓦屋根の木造家屋は地震に弱い

伝統的な日本の木造家屋は、礎石の上に木造の支持構造がありその上を重い瓦屋根が覆っている。日本の夏の気候に適応し、風通しを考え、壁面積も少ないので、それ故、直下型地震のような強い地震動には極めて弱い。阪神・淡路大震災の際にはこの種の木造建造物は大きな被害を受けた。

## 建築後年月が経った木造建築

特に1960年代以降、高度経済成長期に急増した木造アパートのような木造建築は耐震性に乏しく、火災の危険性も高い。このような建築物が密集している地域には特に地震やそれに伴う火災対策が必要である。耐震構造の強化



と同時に大規模火災に備えた防火対策が必要なことはい云うまでもない。特に阪神・淡路大震災の際、多数の犠牲者が出了た神戸市長田区の木造家屋密集地帯で起こった大火災の悲劇のような例を教訓に、木造家屋密集地の耐震・防火対策は行政主導のもとに各地で急ぐべきである。

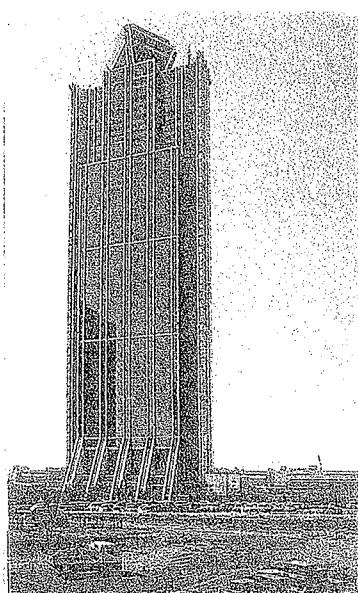
## 長周期振動に弱い高層建築

長周期振動に弱い高層建築：例えば2011年3月11日に起きた東日本大震災の際、震源から約700km離れた大阪で、55階建て（高さ256m）の大阪府庁の一部が入居する旧WTCビル（橋下知事時代に大阪府が大阪市から購入したビル=右写真）では大変だった。ちなみにこの地震の大震度はⅢであった。

地震で、同ビルではゆっくりした大きな横揺れが約10分以上続いた（揺れ幅52階で2.7m）。エレベーター全32基が停止し4基（ロープの絡まり）に5人が閉じ込められた他、天井ボードの落下・ガラスの破損・防火扉の歪み（47個所）・階段室の壁面パネルの破損や多数のひび割れなど全360カ所の被害が出た。

また府職員労働組合の調査では、「立っていらぬかった」、38階にある府庁事務所では「泣き出す人、飛び出す人もいた」「10分以上は揺れが続き、車酔いにあったようで気分が悪くなつた」などの声が寄せられたという。

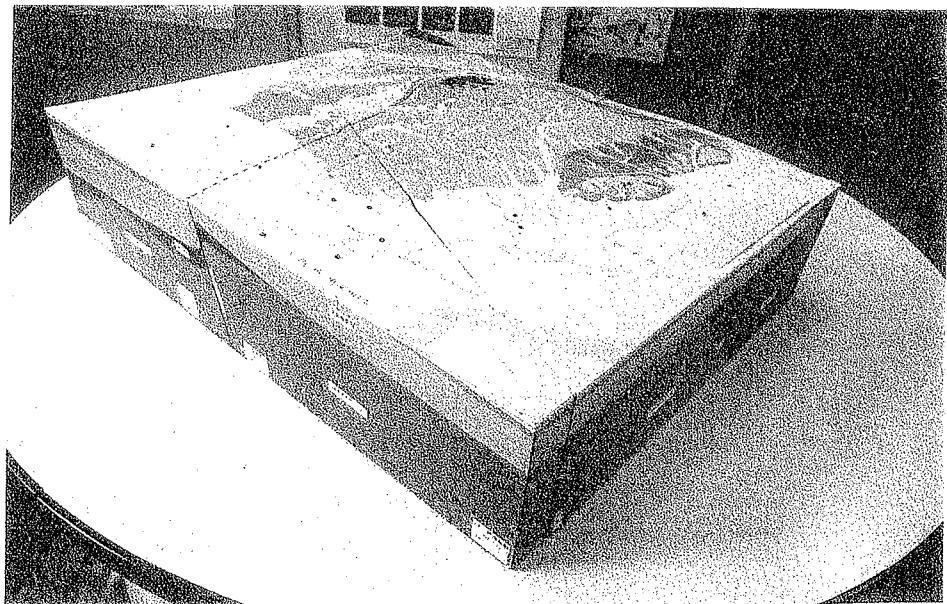
この例に見られるように、マグニチュードの大きな地震が起った場合、震源域から離れた地域でも、減衰し難い地震動の長周期地震動のため、固有振動数の周期の長い建物が共振を起こす。近年各地に増えたタワーマンションなどの高層建造物では、直下型地震でなくても上記のような地震被害が有り得ることを知っておきたい。



2011年3月11日、東日本大震災で大変だった大阪府庁の一部が入る咲州の旧WTCビル

## 参考資料

- 笠間太郎・岸本兆方 1974 神戸と地震 神戸市総務局・土木局
- 藤田和夫・笠間太郎 1983 地域地質研究報告5万分の1図幅「神戸地域の地質」 通産省 地質調査所  
市原 実 1993 大阪層群 創元社
- 国土問題研究会 阪神・淡路大震災調査団 1995 地震と震災「阪神・淡路大震災の警鐘」 国土問題研究会
- 中川康一 1995 阪神大震災に関連した大阪盆地の地質構造と地盤問題 I A M G (International Association Mathematical Geology)'95予稿集
- 藤田和夫 1995 兵庫県南部地震の地質学的特性-横ずれ断層系の活動- 土木学会誌1995.7 Vol. 80 土木学会
- 西田一彦他 関西大学直下型地震基礎地盤研究グループ 1995 「評林」第17号  
市立西宮高校校舎の破壊のしくみ 市立西宮高等学校
- 秋元 宏 1995 阪神・淡路大震災 「マガネリ」94-6号  
その日の報告と災害情報を考える
- 堀田文一 1995 豊中の阪神・淡路大震災 堀田文一
- 佐野正人・辻野裕之・中村靜也 1996 神戸・阪神地域の地下構造と活断層、 大阪湾の深部構造を考える《資料集》 断層研究資料センター
- 藤田和夫・佐野正人 1996 阪神・淡路大震災と六甲変動 科学Vol. 66 No. 11  
“震災の帶”をもたらした埋没大地形 岩波書店
- 室崎益輝・藤田和夫他 1998 大地震以後 岩波書店
- 藤田和夫・佐野正人 1999 六甲変動と近畿三角帯、 《資料集》近畿の地震環境 断層研究資料センター
- 地震調査研究推進本部 2004 上町断層帯(インターネット検索) 文科省 地震調査研究推進本部
- 佐野正人・中川康一 2007 大阪盆地の地下構造から上町断層を考える 断層研究資料センター20周年記念講演会《資料集》
- 藤田和夫・佐野正人 2009 阪神・淡路大震災と六甲変動 断層研究資料センター  
“震災の帶”をもたらした埋没大地形 記念誌
- 秋元 宏 2014 大規模災害の想定について 吹田地学会NEWS No. 37  
直下型地震に備え防災に生かす地質学の知識 別冊記事
- 原田一郎・秋元 宏 2015 地域防災のための盛土調査 地球環境基礎講座資料  
吹田市円山町で盛土分布調査を実施 吹田地学会 2015. 3. 22.
- 秋元 宏 2015 吹田地域を中心に 吹田地学会行事資料  
上町-仏念寺山断層に沿って歩く 2015. 11. 15.
- 秋元 宏 2016 吹田市域を中心に 吹田地学会行事資料  
直下型地震に対する防災について 2016. 1. 28.
- 秋元 宏 2016 熊本地震被害を「A-k 法」で観る 吹田地学会NEWS No. 45  
今後の地震・水害などの災害を防ぐ防災・減災について 2016年7月
- 秋元 宏 2016 五反島遺跡を地学的に考える 吹田地学会NEWS No. 46  
遺跡の調査記録から 2016年11月
- 秋元 宏 2017 地域防災講座資料 2017年8月12日  
直下型地震！きたらどうする 防災地図展にて配布
- 秋元 宏 2018 防災をテーマにまち歩き資料 2018年5月26日  
吹田市域を中心に 想定される自然災害 講演資料



写真説明 写真の地質模型は「千里丘陵とその周辺の地質模型」

縮尺 1/2.5万 縦横比1:1 模型制作：秋元 宏(2004年)

この地質模型は、市原 実(1991年)「大阪とその周辺地域の第四紀地質図」30 URBAN KUB OTA クボタの中の「千里丘陵とその周辺の地質図(1/2.5万)」に基づいて筆者(秋元)が制作したものである。この模型は、ふだん万博記念公園内の自然観察学習館に「アズキ火山灰」など他の地質標本とともに展示されている。

## II 次の「直下型地震」への対応

II-1. 地震がつくった近畿地方の地形

II-2. 地震被害想定(Ak法)の提案

解説と資料編集：秋元 宏（吹田地学会前会長）

※ 本資料についての連絡先：☎/Fax : 06-6831-3115 E-mail : akimoto.hiroshi@cream.plala.or.jp

資料印刷：第1刷 2018年10月9日 第2刷：2018年11月12日