

特報 新潟地震の被害について

大阪大学工学部 鳥 海 勲

ニュースや各種報告ですすでにご存じのとおり今回の新潟地震の災害は従来の地震災害とその状況を異にする奇妙なものであった。地震には大丈夫とされていた鉄筋コンクリート造りの中小ビルやアパートが傾斜、沈下し、かえって木造家屋があまり被害をうけずガラスもわれず瓦もおちていないのは非常におかしな印象を与える。

福井地震のときの大和百貨店がハデに崩壊した写真は米国、ソ連の地震工学の教科書にもかならずのっているほど世界的に有名であるが、今度の川岸町のアパートなどもまた別の見事な実例を提示するもので、来年1月ニュージーランドで行なわれる第3回世界地震工学会議では全世界の地震工学者の目をみはらせるものとなると思われる。

東日本の地盤特性にくらい私は新潟の地盤はいつれ信濃川の河口に位置するデルタ地帯で大阪の軟弱地盤に似たものだろうぐらいに思っていたのであるが、調査に行ったときは市内いたるところ、舗装道路も広場も全部砂と水で埋もれ、震災の調査にきたのか、水害の調査にきたのか判らぬような状態であった。新潟全市が深い砂層の上にたった街だとはじめて納得したしまつで「砂上楼阁」とはうまいことをいったものだと、思ったのである。

そのうちに同じ砂上楼阁でも砂丘台地は全く無被害で

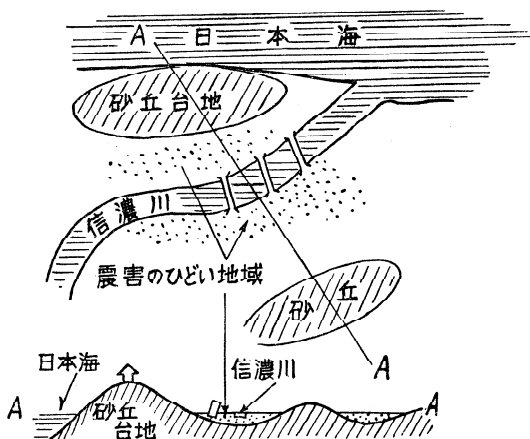


図1 新潟震害分布

信濃川沿いの旧洪水域付近に被害が集中していることが判ってきた。図1においてとくに日本海に面した砂丘台地は新潟大学をはじめ多くの建物があるが無被害であり日本海岸の急傾斜面に地すべりも起っていない。それと信濃川沿岸の市街地が顕著な対比を示している。

砂が地震時に水のごとくわきかえる液化現象は大体

1. 砂の粒子が細かいこと (0.2 mm 以下)
2. ふんわりとつもっていること
3. 水につかっていること

の条件が必要であるとされている。被災地域は地下水位は1 m 程度であり、その条件を全部みたしている。

この平地部の地層は図2に示すごとく表面5 m ぐら

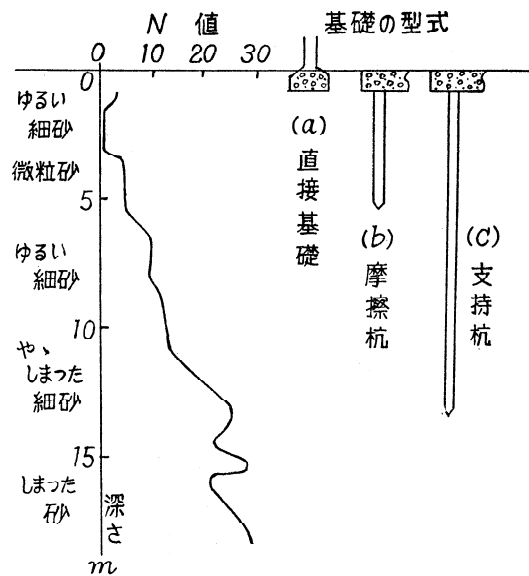


図2 新潟市平地部一般柱状図

いの細砂はきわめてゆるくその下に多少しまつた砂層があり、さらにややしまつた砂層が13~15 m まである。その下は矢張り砂層であるがこれは海岸砂丘と同質のしまつた砂層となっている図2でN値というのは標準深さを打込むに要する打撃回数であってこの数値の大きい程堅い地層ということになる。基礎は、同図に示すごとく (a) 直接地盤に基礎を設けたもの (b) 長さ5 m ぐら

いの摩擦杭を使用したもの（c）長さ 13~15 m の支持杭を使用したものに分類される。

地動により地盤が液化すれば地盤の支持力はなくなり建物のバランスは浮力でとらねばならなくなり、地下へもぐり込むのは当然となる。図 3 に示すごとく反力とし

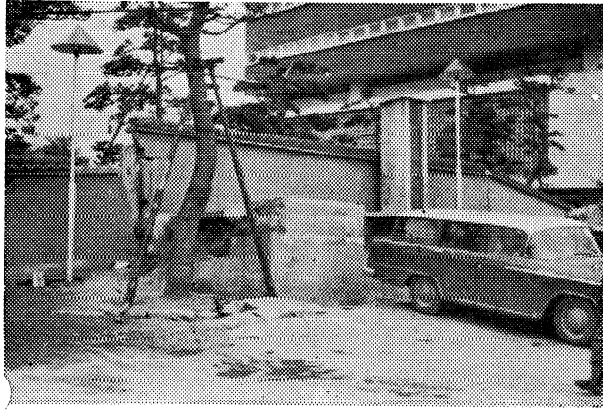


図 3 壁をつき上げ、とび出した浄化槽

て浮力が出てくるので軽くて浮力の大きいもの、たとえば空の浄化槽、マンホール、地下油槽などは逆に地上にとび出して来る。直接基礎の鉄筋コンクリートの中小ビルは自重のため沈下したり傾斜したりする。図 3 は壁を

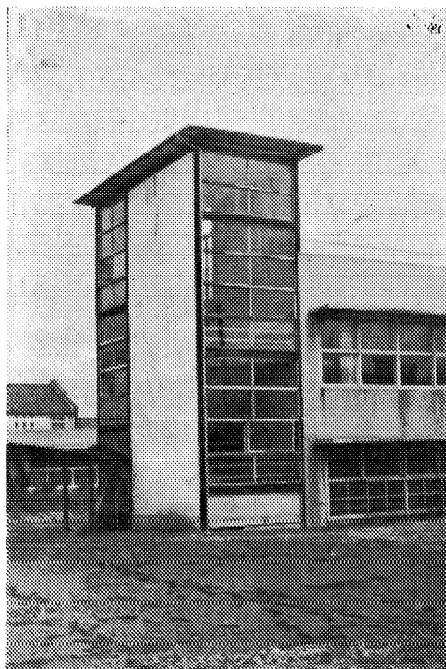


図 4 1 階腰部まで沈下した病院

つき上げてとび出した浄化槽、図 4 は一見無被害であるが一階腰部まで沈下埋没した病院である。ガラスがわれていない。被害の一般型式は図 5 に示すごとくで片側が

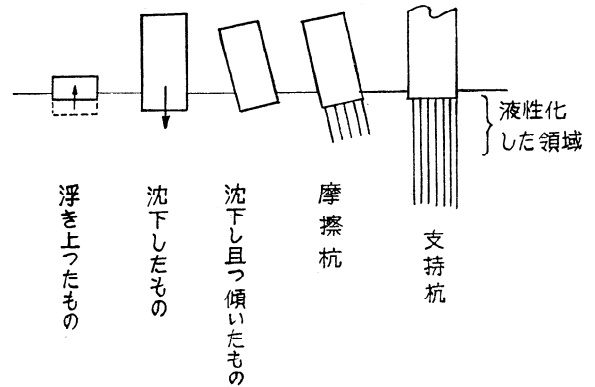


図 5 震害一般図

重い建物などは沈下しつつ傾いているが一旦傾きはじめると復元力は負であるので、もとにもどらずますます傾斜は成長する。短い摩擦杭を打ったものも同じ状況を示しているがあとで底を掘ってみると杭は折れずに基礎についていることが判った。これに対し、しっかりした支持層まで打込んだ支持杭のあるものは目にみえる被害は出ていない。これより考えても液化化したのは表層 5~6 m ぐらいまでの地層ではないかと思われる。

これだけ大きくゆられたのでゆるかった砂が振動詰めで逆に堅くしまったのではないかと考えられたので地震後いくつもボーリングを行ないその資料を同一地点の地震前の資料と比較したところ詰論は変化なし、とくに変わった点をあげるならば表層がさらに少しゆるくなった程度ということになった。振動をうけても細かい砂はしまらないらしい。そして地動をうけたときだけ液化し振動が止むと、もとの性質にもどるわけである。

この地区で工場関係も場所によっては相当被害をうけているがその大部分は前述のごとくたよりとする基礎地盤がたよれなくなり、基礎が傾きあるいは沈下したことに起因するものである。河岸に近いものは図 6 のごとく河岸の方へ沈下し引かれている。鉄骨は非常に靱性のあるものでそのため崩壊することはめったにないが大きく

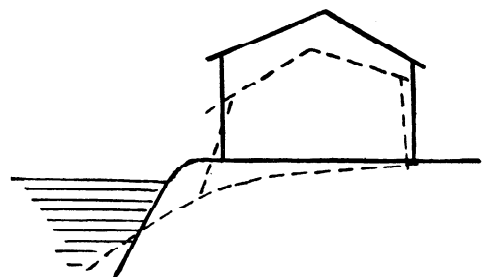


図 6 河岸の被害

変形してしまう。地盤が動いては、その上にたつ構造物の脚がその動きをくいとめる力はない。柱の基礎が個々に独立でなく地面付近で互いに剛に接続されていない限り地面について移動する。図7は信濃川護岸の被害である。地下の動きが大きかったので場所によっては下水の

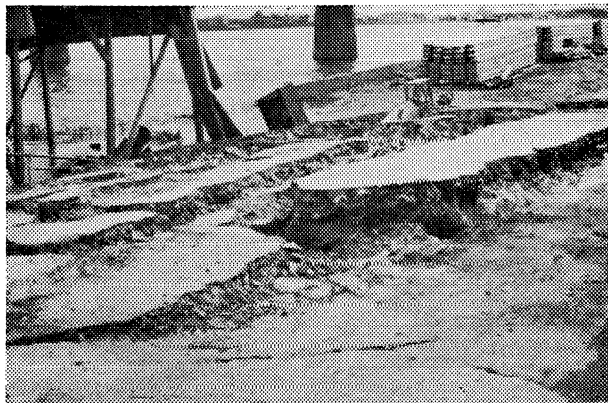


図7 信濃川護岸の被害

大型ヒューム管が圧潰している。また構造物と周辺地盤の相対変位のためその接続面で管、アース線などが切断している。

プラント、発電所などは地震時自動的にあるいは半自動的に運転を停止するが、これも運転停止後ある時間はその運転を安全に停止させる操作に動力源が必要であるが、今度の場合は商用電源はもちろん停まるし、非常用ディーゼル発電機もその基礎が傾いたり、電線が切断したりで、普通の停電時のようにただちに発電開始とゆかなかつた例もある。このように一応充分対策がたっているとみられたものが案外実行不可能だったことはいくつもある。重油タンクは燃えて問題になったが、これも数回の地動で頂部から溢流があり、1 min 以内に発火している。生きのこつたタンクもその頂部天井と周辺部のとりつけ付近にしわがよっている。アラスカ地震でも重油タンクは燃えているので必ずしも偶発事故ではないと思われる。非常ポンプは非常用動力も駄目で使用不能、消防車は地われで運転不能、タンクからあふれる燃える油をとめるべく設計された防油堤はそれ自身地震で破壊されて役にたたぬという状況となる。

このような状況を考えるとラントを張って、のんびりした各種防災実験は実験そのものの成果はうたがわれないとしても、その基本条件のとり方に問題があるように思われ、一般災害には役立つとも非常災害にはどうにもならないということが起らねばよいが、どうもその点が心

配である。戦時中の空襲に対して消防車がほとんど役にたたなかったのと同断である。重油の燃焼による火熱は高く、普通の火災ではヒビが入るか、材質が劣化する程度におわるコンクリートですら表面から文字通り溶けおち残った面がガラス化してつるつるになっている。

近時高層ビルが解禁になり多くの高層ビルが設計されだしているが、普通程度の地震には無被害でも100年に1度の大地震には予定通り潰れる部分を作って全体としての崩壊を防ごうという設計態度があり、一般地震あるいは平常時とのかねあいが色々工夫されているが、こういう考え方は高層ビルだけでなく工場関係の設備についても可能ではあるまいか。今度の新潟地震は新潟地方にとっては正に百年目だったわけで、明治以後、激しい地震がなかったからといって安心しているわけにはゆかない。地震の週期（もしあるとしても）は人間の寿命をへえた長いもので近代化学の導入されてからまだ100年にならぬわが国では長期統計の基準となる資料自身にも問題があり、年々新記録が作られてゆく状態では予測のむずかしいことである。

近時、新聞紙上などで伝えられる地震予知の問題も10年たつて予知が本当に可能かどうか、たしかめられるという段階であつて、もちろんそれはそれで努力が必要であるが、当分は予知そのものはむづかしいことのようにある。よしんば幾分可能になったとしても、台風でさえ予定位置へ上陸しないのだから予知と予報とは別問題で予報はなかなか出せないと考えておかねばなるまい。したがってわれわれとしては100年に1度予告なしに大地震に襲われる可能性を覚悟しそのとき、工場がどのような災害をうけるか想定しなくてはならない。地震のことは常時考えていられるものでもないので、他地域で地震災害が出るたびにそれを機会にチェックしてゆくより仕方がないと思われる。新潟地震以後、地震保険の話がときどき出ているが、これなど、地震発生頻度、被害などについて相当資料を必要とするであろうから、原子炉、高層ビルについて地震工学の発達に役立つ影響力をもってくるかもしれない。

今度の新潟地震は地盤災害といわれるごとく地盤の液性化現象を主体にしたものでありその地震波形も新潟と秋田では図8に示すごとく様子が違っている。秋田の波形が普通の波形で、液性化の起つた新潟の波形は途中からゆるやかなものになっている。この記録はいつでも建物地階の強震計でとられたものである。場所および構

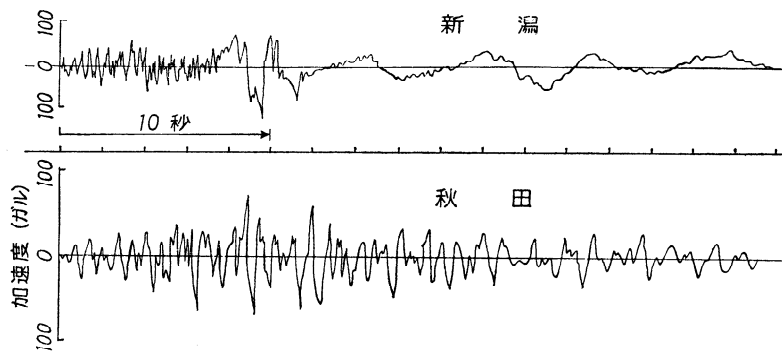


図8 新潟地震記録(加速度)

造物によっても変わるが普通、設計にはこの加速度の値は200ガルにとっている。しかしそれは構造物へ入る加速度の値で地盤がしっかりしている話で今度は記録波形の示すごとく新潟では平地部でもその値に達していない。このような被害の出かたは今度がはじめてであろうか。古い記録によると新潟地方は矢張り噴砂などの地震記録が残っており、昔からその性格はもっていたようであるが当時は重い建物もなく、明治以降にその性格を暗

示するような程度の地震をうけなかった点に問題があった。

他地方にはこのような型の地震災害は起らないとはいいい切れない。昭和19年名古屋地方に発生した東南海地震では、海岸地帯の工場などで今回の地震と類似の被害状況であったという人がかなりあるが戦時中で記録がないのではっきりしない。現在全国主要都市の地盤図が作製されつつあり、

大阪も完成に近いがその資料を地震の立場から検討してみることも手がかりの一つとなろう。今回の砂の液化現象は研究室の小規模な実験ではすでに昔から判っていたことであるがそれをそのまま一つの都会のごとく大規模なものへ結果を移行拡大させる点にもいろいろ不確定な要素があり、なかなか具体的な予想が困難なのであるが今回の地震はその発生の可能性を実際に示してくれたわけである。