

『特別講演』 新潟地震について — 鉄筋コンクリート
造建築物の被害と地盤の挙動 —

建設省建築研究所

大 崎 順 彦

1 新潟市の鉄筋コンクリート造建築物と被害

新潟地震当時、新潟市内における鉄筋コンクリート造建築物の総棟数は、だいたい1530棟程度と推定される。これら建築物の地上階数は、2ないし4階建のものが圧倒的に多く、地階を有するものは、比較的少なく、だいたい25棟内外ではないかと考えられる。

これら建築物のうち、今回の地震によりなんらかの被害を受けたと思われるものは、約310棟で、被害率はほぼ20%にあたる。これら被害建物は、ごく軽微な被害のものまで含めれば、ほぼ新潟全市にわたって分布しているが、かなり被害の顕著なものは、川岸町を含む白山一帯から、信濃川の左岸に沿い、万代橋北詰から入船町に至る区域と、信濃川右岸では、新潟駅前から流作場を中心とする一帯と、川沿いのごく幅のせまい区域という、かなり限られた区域に集中していることは注目すべきであろう。

またこれら建築物の被害には、従来の地震時に見られたような、振動力による損傷あるいは破壊といった形態のものが、ほとんど見当らず、地表面のきわめて不規則な動き、すなわちいわゆる地盤変動により、建築物が強制変位を受けて破壊したとみられるものが多い。このような形態の被害は、鉄筋コンクリート造被災建築物中の約 $\frac{1}{3}$ にあたる。

被災建築物中、残りの $\frac{2}{3}$ は、上部構造には構造的な損傷がないまま、全体的に1つの剛体として沈下あるいは傾斜するという形態の被害を生じ、しかもそれが非常に顕著であつたというのが、今回の災害の大きい特徴であるとみるべきであろう。

いま傾斜した建築物の傾斜角を 1° 以下、 1° ないし 2.5° および 2.5° 以上の3段階に分け、各段階に属する建物数の全棟数に対する比率を示せば

傾 斜 角	1° 以下	1 1.4 %
	$1^{\circ} \sim 2.5^{\circ}$	4.5 %
	2.5° 以上	4.2 %

となる。また 1° ないし 2.5° のものを○印、 2.5° 以上のものを●印で示して、これら被害の顕著な建築物の分布を図示すれば、図-1のとおりである。

このような傾斜例の最もはなはだしいものが、ほとんど完全に横倒しとなつた川岸町県営アパート4号館であり、駅前の清水商店ビルは 19° の傾斜、また 8° の傾斜を示した子宝靴店の建物などがある。このような建物でも、上部構造の損傷はほとんど見当らず、大傾斜した現状でも建具の開閉はほぼ自由で、扉の鍵までがきちんとかかる。このような事態は、上部構造がオーバーストレングスであつたとみるよりは、基礎構造にその原因があつて、上部構造との間に、バランスを失したものがあつたと解釈するのが妥当であろう。

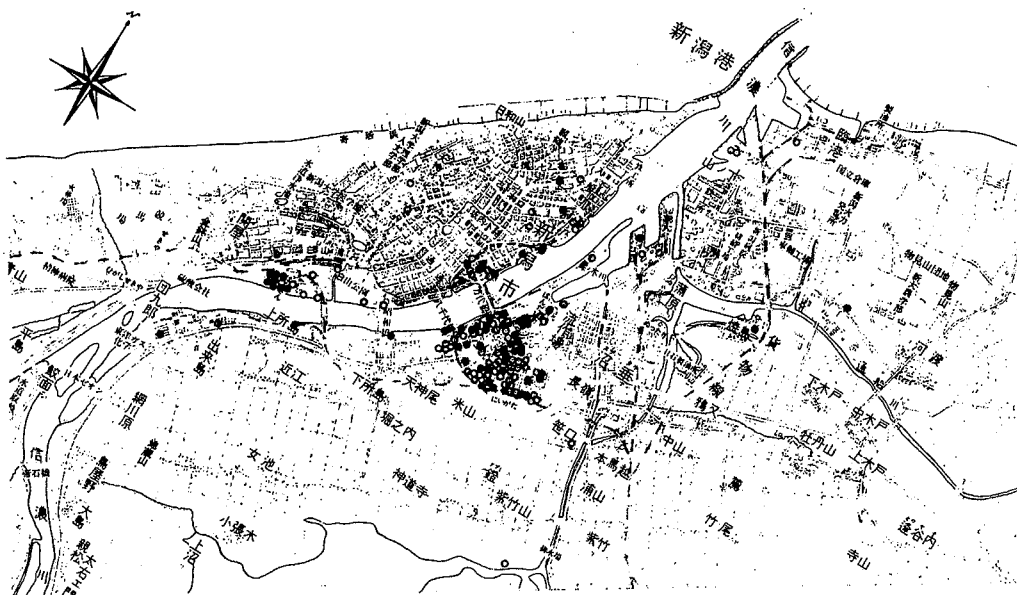


図 - 1

2. 新潟市の地盤と被害分布の関係

このように上部構造の振動的被害が少なく、基礎の沈下あるいは不同沈下による被害が優越するのが、一般に厚い泥層からなる軟弱地盤地域における被害の特性であることは、従来の経験からも認められていた。

新潟市内では以前からかなり多数の地盤調査が行なわれており、既往のボーリング本数は、市内ではほぼ220本程度と推定される。いまこのようなボーリング資料を総合し、1例として、市内で被害のはなはだしかった地帯、すなわち川岸町から新潟駅に至る線に沿つての地盤断面図を描いてみると、図-2のようになる。

この図によれば新潟市の地盤は、局部的に若干の腐植物を含む粘性土をはさんではいるが、全体的に砂地盤である。また地表面下10mくら

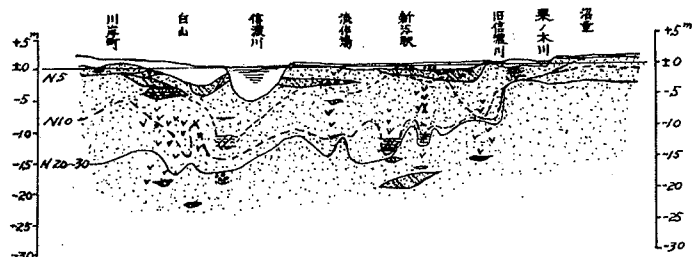


図 - 2

いの深さまでは、いわゆる標準貫入試験の N 値が 10 以下で、ゆるい砂層であるが、だいたい 15m の深さに達すると、 N 値 20 ないし 30 以上の硬質砂層となっていて、巨視的に見れば、土質工学的にはむしろ良質地盤とみることができよう。したがって上述のような被害の特徴を、単に軟弱地盤の故とすることは適切ではなく、なにか従来は顧みられなかつた異常な地盤の作用があつたと考えなければならない。

試みにそれぞれのボーリングについて、深さ 8 m で N 値が 10 以上となつているものを $\bigcirc$ 印、 N 値が 10 未満のものを $\times$ 印で表わして、その分布を描いてみると、図-3 のようにな

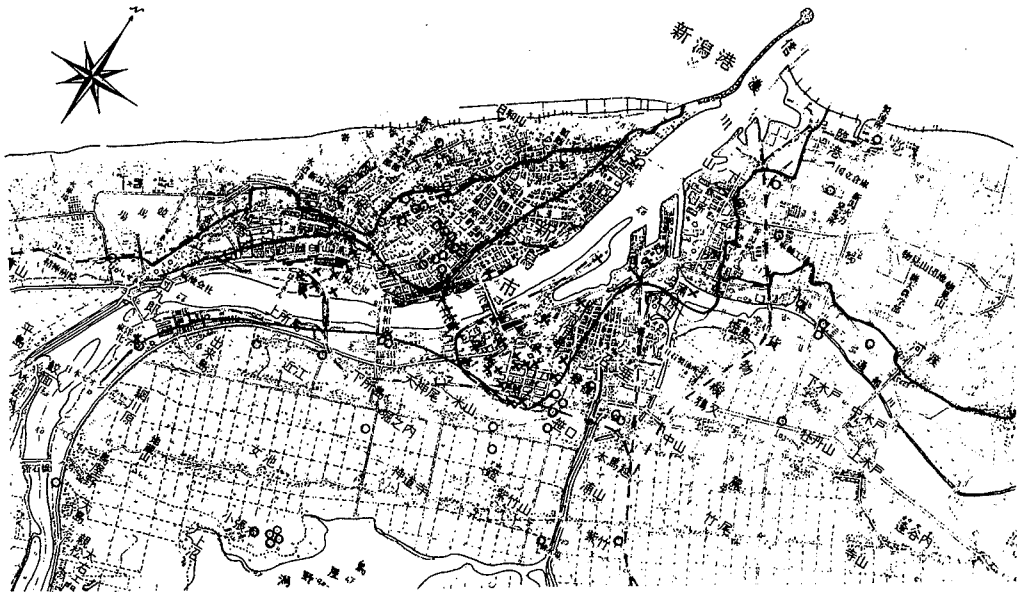


図 - 3

る。この図と図-1を比較すると、深さ 8 m で N 値が 10 未満である地域と、被害の顕著な建物が集中している地域とが、ほぼ完全に一致している。したがって地盤中のこのような部分の挙動と、今回の被害との間に、密接な関連のあることが考えられる。

3. 地震による地盤の変動と液化現象

前述のような今回の地震によつて転倒あるいは大傾斜した建築物を詳細に観察すると、いわゆる地盤のスベリ現象は認められず、単に地盤中へ没入した形態をとっている。このことから、おそらくは前述のような地盤の部分がつまたくせん断抵抗力を失つて、液体のような性状を呈するいわゆる液化現象 (Liquefaction) を起こしたものと考えられる。

一般に液化現象とは、地下水位下にある砂地盤の間ダキ水圧が、なんらかの原因で上昇

じていわゆる過剰間ゲキ水圧を生じ、砂の粒子と粒子を圧する有効応力が消滅して、砂地盤がせん断抵抗力を失う現象をいう。地震時に、このような間ゲキ水圧の上昇を引き起こす原因としては、締めりのゆるい砂粒が振動によつて締め固められる過程において、粒子の沈降が間ゲキ水に圧力を及ぼすことがまず考えられ、また沈下水が地震動に対して一種の応答を示し、地下水圧の稠密波を生ずるのではないかということも想像できる。

新潟市内では、地震後現在までに約40本のボーリングが実施されており、これらと同一地点における地震前のボーリング資料とを比較検討すると、地震中における地盤の性質の変動を明らかにすることができる。すなわち同一地点でも、深さによつて地震中にゆるんだ砂層の部分と締つた部分とがあるが、これをいわゆる臨界間ゲキ比 (Critical Void Ratio) との関連においてとらえ、地震前の間ゲキ比が臨界間ゲキ比より大きかつたものは締めり、小さかつたものはゆるんだと解することができよう。なお砂の臨界間ゲキ比は、粒度分布や粒形のほか、地表面からの深さによつても変化する。

いま同一地点、同一深度における地震前後の N 値の関係をプロットしてみると、図-4のように、各深さともある限度よりもともと N 値の大きかつたものはゆるみ、 N 値の小さかつたものは地震によつて締つた傾向を示している。地震前後において、 N 値の変化しなかつたところを、ちょうど臨界間ゲキ比にあつたものと考え、このような点に対応する N 値を深さに対して描いてみると図-5を得る。

周知のように、臨界間ゲキ比状態よりゆるい砂層は、外部より刺戟を受けた場合収縮し、その収縮の過程で間ゲキ水圧の上昇を引き起こして、これが液化現象を生ずる原因になつたと考えすることは、あながち不当ではあるまい。前出の図-3で、1つの限界値として採用した深さ8mで $N=10$ なる値は、ちょうど図-5の曲線上にある。

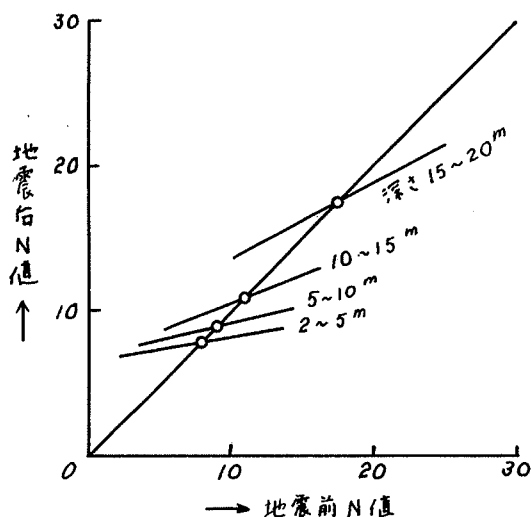


図 - 4

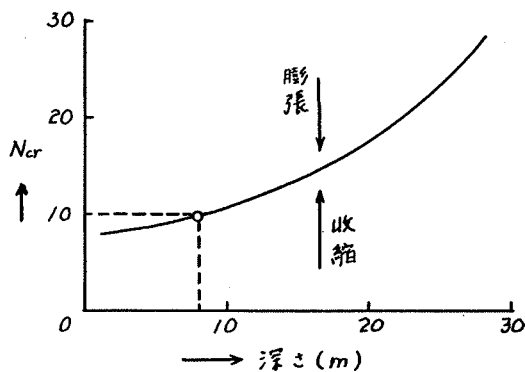


図 - 5