

## 長野盆地および周辺の地盤条件

飯島 弘

国立防災科学技術センター

### Ground Conditions in Nagano Basin

By

Hiroshi Iijima

*National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo*

#### Abstract

Nagano tectonic basin is situated at the north eastern margin of the Fossa Magna. One of the remarkable character of this basin is that the thickness of unconsolidated deposits, such as gravel, sand, silt and clay, reaching about 200 m or more at the central part of the basin. This fact shows that through the long time this basin has kept its condition as an inland depression and supplied vast volume of deposits from the surrounding upheaval areas.

Main part of Nagano city is standing on the fan of the Susobana river and on an alluvial plane which develops in front of the fan.

Nagano basin is divided into the following geomorphological units.

1. Mountain and its slope.
2. Fan.
3. Natural levee and river bed.
4. Back swamp.
5. Areal tectonic depression.

It was made clear by some drilling data, soil mechanical data and seismological observations at the ground surface, that the topographical units show the following characters, respectively.

1. Mountain: Tertiary mudstone, volcanic rocks and Pleistocene (Toyono Formation) rocks. Developed reversal faults.
2. Fan: Sand and Gravel. Standard penetrating Test ( $N \geq 50$ ).  
Ground Water level, very low (-5 ~ -20 m).
3. Natural levee and river bed:  
Sandy soil ( $N < 5$ ), sand and gravel ( $20 \leq N \leq 35$ ).  
SMAC-record (horizontal) period distribution, 0.1 ~ 0.25 sec.  
and short and narrow.

4. Back swamp: Peat, silt, sand and clay ( $0 \leq N \leq 15$ ). Ground water level, high. SMAC-record (horizontal) period distribution, 0.1 ~ 0.7 sec. and comparatively long.

1. まえがき

この報告は松代群発地震を契機として長野県防災会議震災対策部会が“長野盆地の地盤”<sup>5)</sup>(1966年10月)として発刊した資料を参考として、その後当センターにおいて収集したボーリング資料・各種土質試験結果および地盤の震動性状に関する資料を追加補充して長野市およびその周辺の地盤状況を概観したものである。

“長野盆地の地盤”では主として地質構造発達史的な見地から長野盆地の特徴として次の諸点をあげている。

1) 長野盆地は陥没性の盆地で、盆地西縁には多数の断層がみられ、最近の水準測量の結果にも西側山地が隆起し、東側低地が沈降する傾向がみられる。

2) 盆地周縁に洪積世の湖沼性堆積物と考えられる豊野層が分布することから、洪積世にも盆地状を呈していた時期が予測される。

3) 盆地底には厚さ200mを越える未固結堆積物(主として沖積層)が分布する。これは沈降と堆積が並行して進んだものと考えられる。

さらに地質学的観点から長野市および周辺部の地盤を図-1のごとく区分している。

今回新たに得られた資料は、長野市東部ないし東南部のいわゆる長野市の新開地の地質・地盤調査のためのボーリング資料がほとんどで、盆地全域を同一精度で論ずるには資料が不足でかつ偏っているといわざるを得ない。しかし長野市の都市域の拡大につれて、この地域も次第に都市化の傾向が認められ始めているし、旧長野市域に比べて一般に地盤条件が、静的にも動的(地震時)にも不良であると考えられるので今後とも慎重な調査を要すると考えられる。旧長野市内のボーリング資料は土質試験を伴ったものが少く、かつ近隣市町村の資料とあわせて“長野盆地の地盤”に集録されているので、今回は参照するに留めて再録はしないことにした。ただし、最近、鉄筋コンクリート建築物(主として電報電話局・郵便局など)

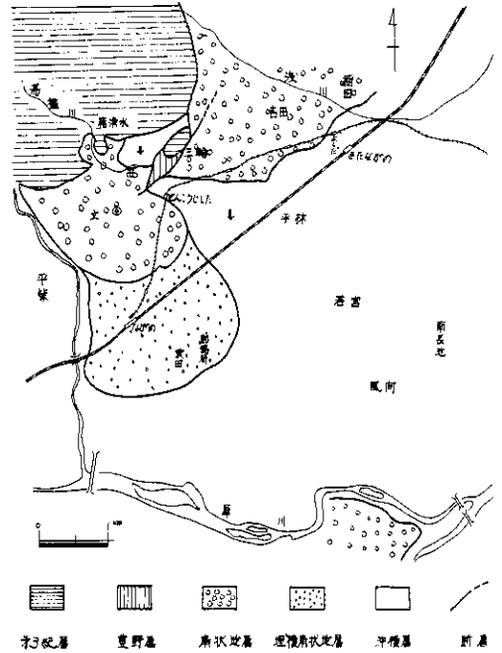


図-1 長野市付近地質概念図(長野盆地の地盤<sup>5)</sup>より、一部省略)

Schematic geological map of Nagano City and its vicinity.

の基礎調査を目的としたボーリングが各地で実施されているのでこれらの代表的なものは収録することにした。

この調査・研究のため各地に散在するボーリング資料・土質試験資料の収集に尽力を惜まなかつた相原奎二主任研究官(松代地震センター)、高橋博地震防災研究室長に厚く御礼を申し上げます。また今回の調査の主旨を諒解され、資料の閲覧・複写を快よく許して下さいました長野郵政局建築部、電々公社信越電気通信局建築部、中部電力k.k.長野支店土建課の皆様は心から御礼申し上げます。

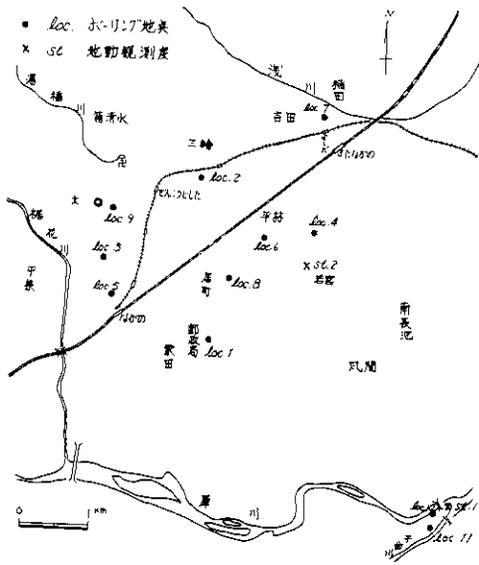


図-2 ボーリング・地動観測点位置図  
Location map of boring points and ground movement observation points.

2. ボーリングおよび土質試験結果からみた各種地盤

2.1. 扇状地

善光寺を中心とし、半径約1.5 kmの円弧で囲まれた、西は楯花川以東、東は長野電鉄善光寺下駅以西の地域、すなわち、長野市の旧市街地は楯花川および湯福川の形成した複合扇状地の上に立地している。長野市の東北部には浅川の扇状地が、南東部には金山沢による押出状の扇状地が発達している。楯花川扇状地におけるボーリング柱状図（長野県自治会館の水源地）によれば、数mの表土層の下は厚い玉石まじりの砂礫層よりなっている。すなわち、深さ4～6.7 mの間は褐色を呈する玉石まじり砂礫層よりなり、深さ6.7～7.1 mの間に薄い粘土層をはさんでいる。この粘土層を境にして深さ6.7 m以深は青色を呈し9.0 mまでは砂層および砂礫層の分布がみられる。色調の相違以外に厚い砂礫層を細分する手掛りはみられないが、地表面下6.7 mまでの地層はφ1.5～4.0 cmの玉石を含む砂礫層で標準貫入試験値は $N > 50$ で良く締まっている。

市街地の北部すなわち扇頂部では地下水位面が

深く、南部の扇端部ないし沖積層によって薄くおぼわれた部分では一般に地下水位が浅くなっている。この傾向は須坂市の立地する松川・百々川扇状地でも同様である。楯花川扇状地は建築物および土木構造物の基礎地盤としては一般に良好で、建築基準法施工令による第2種地盤に該当するものと考えられる。

2.2. 沖積地

沖積層は各扇状地の末端から犀川・千曲川に至る間の低平地および善光寺北方の箱清水陥没区に分布している。ただし、国鉄信越線の東南約1.4 km付近までは西北方向から舌状にのびる楯花川の扇状地堆積物が沖積層の下の比較的浅所に分布している。

2.2.1. 沖積層に埋積された扇状地

国鉄長野駅付近で、扇状地堆積物をおよぶ沖積層の厚さは約2 m、西栗田付近で約4 m、さらに東南方向では次第にその厚さを増している。

沖積層は腐植物まじり粘土および細砂層よりなりほとんどが $N < 10$ である。地下水位は一般に浅く地表面から2 m前後である。

この地域では比較的浅く $N > 50$ が期待される扇状地堆積物に達するので、支持層として使用されている例が多いようである。

2.2.2. 低湿地帯

箱清水陥没区および善光寺下から東南東方向、三輪—平林—南長池にかけて軟弱な地層が厚く分布している。

三輪付近では深さ10 mまでは厚さ0.5～1.5 mの有機質粘土および砂の細互層をなし、 $N$ 値は $N = 5 \sim 15$ でやや軟弱な部分がある。10 m以深は茶褐色の中粒・粗粒砂となり $N$ 値は増大している。地下水位はきわめて浅く地表面下数十cmである。

平林付近では深さ5 mまではシルト層および泥炭層よりなり $N$ 値は $N < 3$ で軟弱である。深さ5～10 mの間は青緑色のシルト質砂層( $N < 10$ )およびシルトまじり砂礫層( $N = 25$ )よりなっている。10 m以深は再び腐植物や貝殻の細片を含むシルト層となり、このシルト層は上部のシルト層よりやや締っており $N = 7$ 程度で深さ15 mまで確認されている。すなわち0～5 mの軟弱シルト層、中間砂礫層(5～10 m)および10 m以深のシルト層の3サイクルがみられる。地下水位面は浅く0.2 m前後である。

居町付近は沖積層に埋積された扇状地の末端部にあたり、沖積層の厚さは10m前後となっている。深さ10mまでは粘土層およびシルト質粘土層よりなりN値は $N < 10$ で地下水位も1m前後で一般に高い。10m以深25mまでは粘土まじり砂礫層(扇状地堆積物)よりなり固結度は急増している。居町付近のRC4階建程度の建築物は基礎杭先端を12m前後の粘土まじり砂礫層ないし砂礫層まで打込んでいるという。

低湿地帯の地盤は全般的には建築基準法施行令による地盤分類の第3種地盤に該当すると考えられるが、平林南部から南長池にかけては $N < 7$ 程度のシルト層ないし粘土層が30m以上に達する可能性も十分考えられるので、第4種地盤に近い部分もあると考えた方が妥当であろう。

### 2.2.3. 自然堤防および河床

深さ2.5m前後までは表土ないし砂質土よりなり、N値は $N < 5$ 程度である。それ以深は玉石( $\phi 6 \sim 18 \text{ cm}$ )を含む砂礫層よりなりN値は $20 < N < 35$ を示す。前記の扇状地堆積物と粒度組成はほぼ似ているが、N値が $N > 50$ を示すのに対し現河床堆積物のN値はやゝ低い値を示している。地下水位は地表から3m程度と考えられる。

### 3. 予測される各地盤の振動特性

建設省土木研究所は松代群発地震に関する総合研究の一環として、構造物の地震応答に関する研究を行った<sup>6)</sup>。この研究の一部として異なる種類の地盤三ヶ所所地盤の地震動を観測している。観測はSMAC-B2型強震計を千曲川の河川敷および長野国道工事々務所構内(長野市若宮付近)の地表に設置し、比較的規模の大きい22回の地震について地動を観測した。

千曲川の河川敷はこの報告の分類による河床にあたり、薄い砂層と玉石まじり砂礫層が地表面下2.5m付近まで分布する地盤にあたる。

長野出張所構内はこの報告の分類による低湿地に該当し、シルト層および約5m厚の砂層・礫層をはさむ軟弱地盤よりなっている。

両地点における観測結果によれば、地震時の地動の性状、とくに水平動の周期に比較的確な差異が認められている。すなわち、千曲川河床では水平動の周期が短く0.1~0.25secの間に集中して現われたのに反し、長野出張所構内では周期

が長く0.1~0.7secの間に分布し、かつバラツキが大きいことが明かにされた。また両地点で共通的に認められた現象として加速度が大きくなると周期も伸びる傾向があるという。この観測結果は従来行なわれてきた地盤構成と常時微動および地震動の周期特性に関する相関関係とよく調和している。

構造物の震害は主として、構造物の固有周期と地盤の卓越周期が近い場合に、構造物が不規則な地動を受けて類似共振現象をひきおこすことによると考えられている。金井らの木造家屋(2階建)の固有周期に関する実験的な研究<sup>2)</sup>によれば0.33~0.50sec程度の範囲にあり、木造家屋の震害は共振的な作用で増大することが明かにされている。

すなわち、長野盆地の低湿地帯に木造家屋がある場合に、部分的な破壊によって建物の固有周期が伸びたとしても、共振現象が持続する可能性が大きいことが予測される。

また低湿地帯、河床における水平動の観測結果と地盤の構成状況をあわせ考えると、長野市中心部の扇状地および台地では水平動の周期は河床部におけるものより短かく、かつバラツキは少くないものと予測される。

### 参 考 文 献

- 1) 飯島南海夫(1962): フォッサ・マグナ北東部の火山層序学的並びに岩石学的研究(その1), 信大教育学部紀要, №12
- 2) Kanai, K. and Morishita, T.(1963): Relation between Earthquake Damage and Nature of Ground, Bull. Earthq. Res. Insts., 41, 271-277
- 3) 経済企画庁(1963): 全国地下水(深井戸)資料台帳中部編。
- 4) 金井 清(1966): 強震観測と常時微動の観測。松代地震総合報告会 講演要旨, 国立防災科学技術センター, 21-24
- 5) 飯島南海夫, 齊藤 豊(1966): 長野盆地の地盤, 長野県防災会議震災対策部会。
- 6) 土木研究所(1966): 松代地震強振記録(第一報), 土木研究所資料, №163

図-31 調査目的 長野県長野市田中町 (Loc. 1)

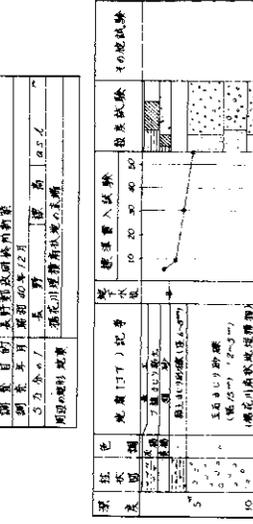


図-32



図-33



図-34

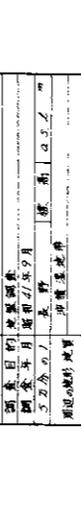


図-35



図-36

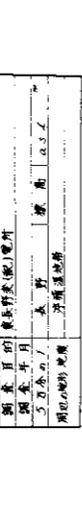


図-37



図-38

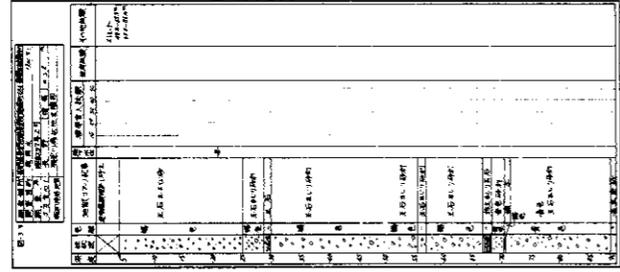
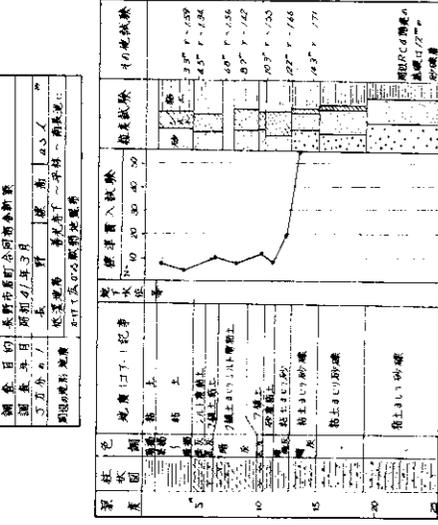


図-39

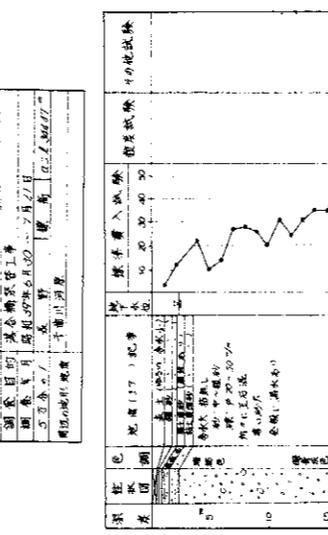


図-40

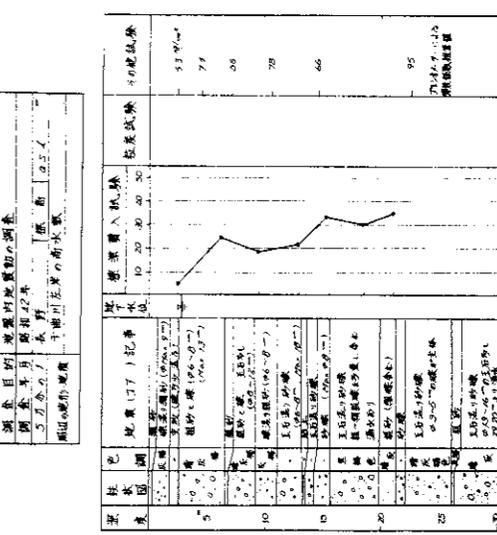


図-312

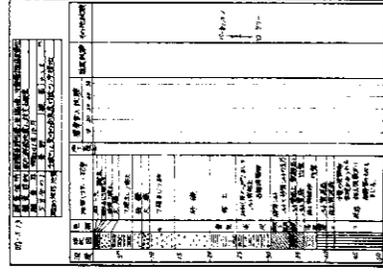
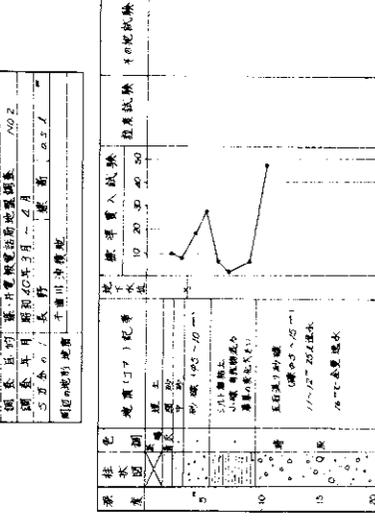


図-313

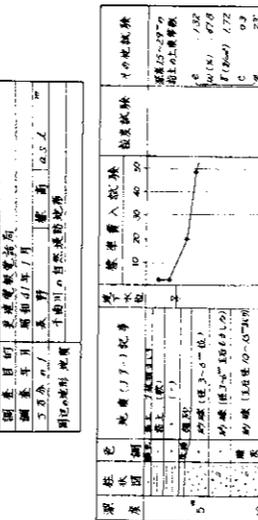


図-315

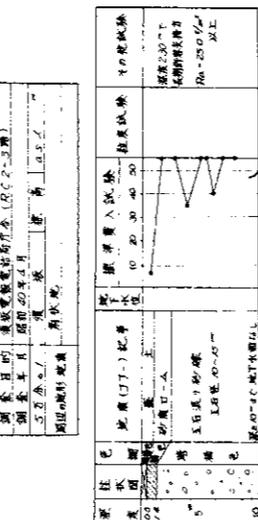


図-316

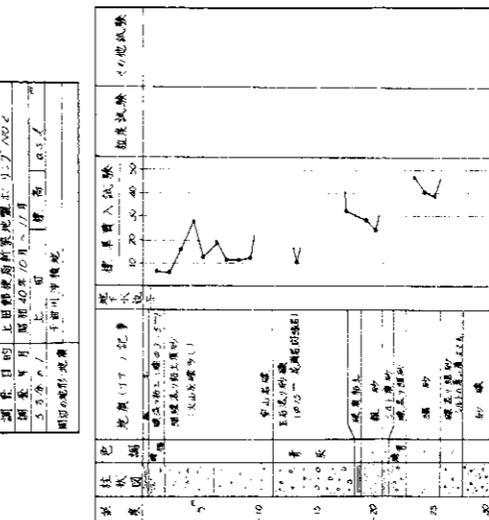


図-317

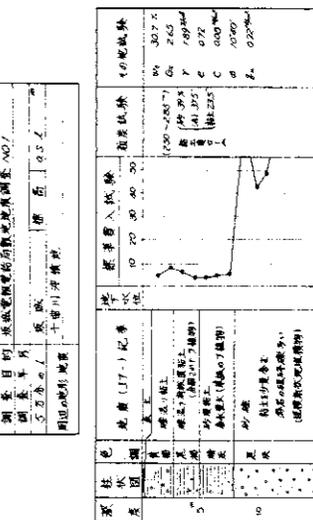


図-3 ボーリング柱状図  
Columnar section of boring.