

# 山留め工事に伴う地盤変状測定

大阪第2建設部 福島工事事務所 前田 俊雄  
 (前) 同 部 同 所 安福 昭  
 (前) 同 部 同 所 鎌倉 安博

## まえがき

本測定の目的は、大阪府道高速大阪西宮線阿波座北工区の基礎工掘削工事に伴う、山留背面の地盤の変状について測定を行ないその施工性と地盤の変形について解析を行うものである。

阿波座北工区は、都市計画街路・尼崎堺線に位置しており、街路下には地下鉄千日前線が走っている。また杭基礎は図-1に示すように地下鉄構造物を挟むような形で、一部歩道上にまで及ぶ連

続フーチングおよび独立フーチング形式となっている。その関係上民家にかなり接近しているため、杭基礎施工時の土留矢板の変形、周辺地盤の沈下、および地中の変位などを測定することにより周辺地盤の挙動を捕え、それが民家に対してどのような影響を与えるか、あるいは施工法などの検討のため本調査を行った。杭基礎はⅠ期およびⅡ期工事の分割施工(民家側の施工はⅡ期工事)となるためⅠ期工事において、土質調査も含めて実施した。以下その調査概要および測定結果について報告する。

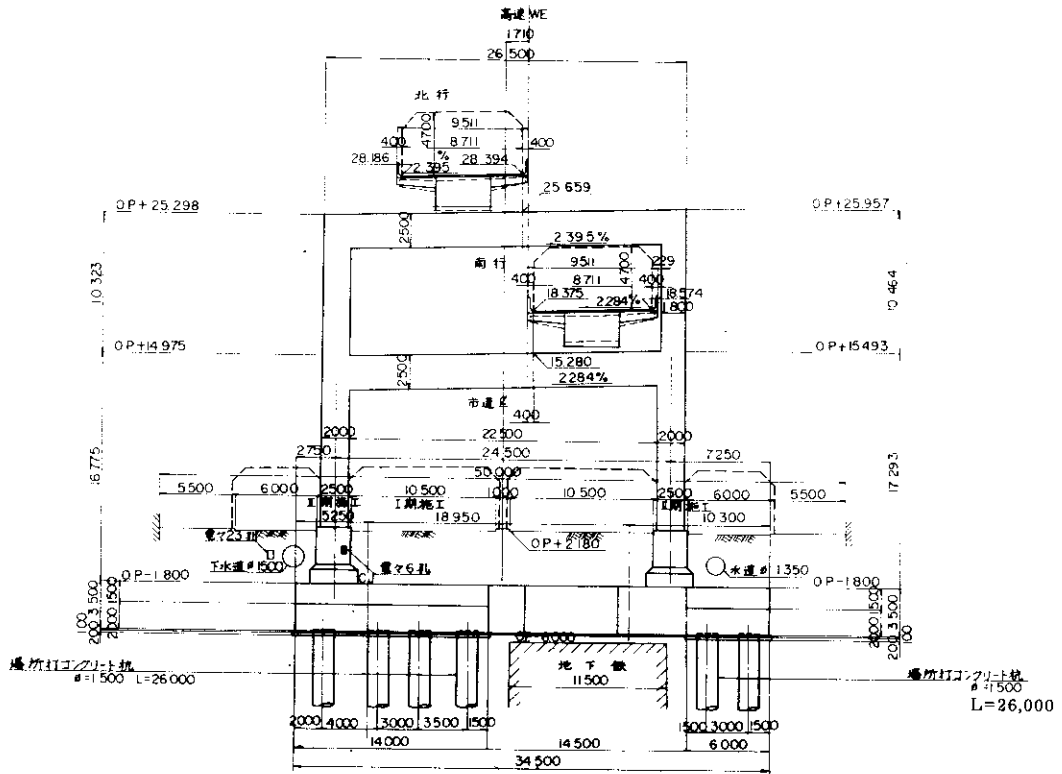


図-1 構造一般図

## 1. 調査概要

測定地点は民家に接近するⅡ期施工において、その地盤条件が類似していること、また施工条件がⅡ期施工と同様であること、および現場制約などを考慮して当地点を選定した。

調査は図-2に示す通り、水平方向に掘削深さの約2倍の範囲で観測孔を5点(S-1~S-5)セットし、また深度方向には矢板長および掘削深さから緩みの範囲を考慮して6~15mの深さとした。なおこの観測孔では傾斜測定、ひずみ測定および地下水位測定を実施した。また鋼矢板および火打のひずみ測定もあわせて行った。

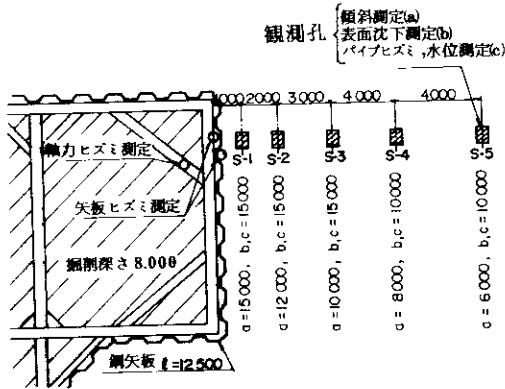


図-2 測定配置図

## 2. 地盤変状測定の結果

### 2-1 地盤状況

調査地は図-3の通り大阪市街地の西方部で土佐堀川の左岸に位置し、地質的には大阪湾に伸びるデルタ地帯である。当地点の地下水位は全般に地表面下2m付近にあり、デルタ砂層が地下水に飽和されていて、自由地下水となっている。図-2に示す各測点において水位測定を行ったが、各点とも地下水位の変動は同じ傾向を示し、特に掘削面に向けての顕著な動水勾配は見られなかった。一般に地下水の低下に伴って地盤沈下が発生するが、当地点の場合は土留矢板の根入れ部分が不透水性の粘性土に達しているため、上部の帯水層は矢板と下部粘性土によって遮水された状態になっ

ていると思われる。

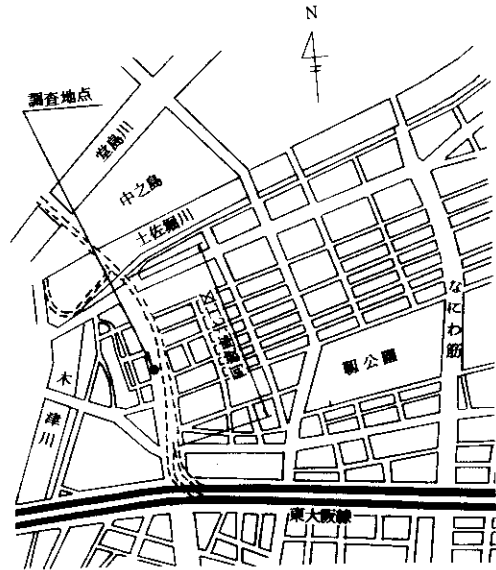


図-3 調査地点付近見取図

### 2-2 表面変形の測定結果

図-2に示す5測点について沈下板による表面変形の測定を行った。各施工段階における沈下量と水平変位の関係を図-4に示す。この結果を見ると沈下量については、掘削工事の場合が矢板の

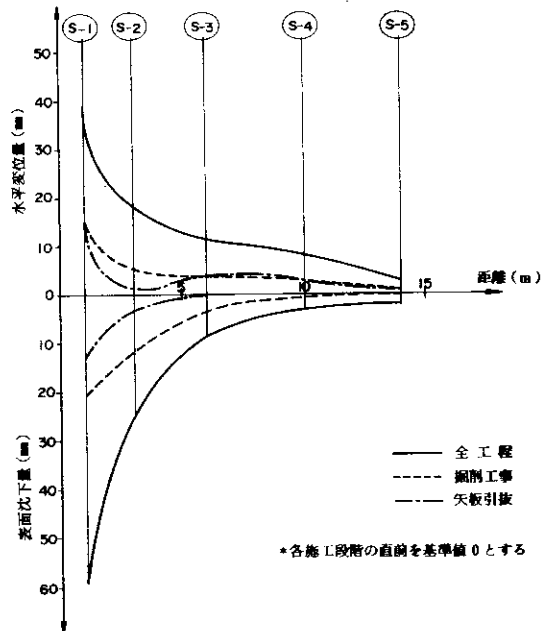


図-4 表面沈下量-水中変位関係図

撤去と比較して大きい値を示し、掘削工事においては全工程の約30%となっている。これは掘削の期間が長いから徐々に沈下を生じているが、矢板撤去の場合は短期間で発生しているため、沈下量/施工日数では、矢板撤去による沈下量は著しく大きいことになる。水平変位の傾向は掘削の場合と比較するとほぼ同じであった。また全工程における変位量は、掘削面より1m離れた地点(S-1)では総沈下量約60mm、水平変位量約40mmでこれを単純に合成すると、掘削面に向けての合成変位量が考えられる。

### 2-3 傾斜計による地中変位の測定結果

傾斜計による地中変位の測定結果から各施工段階における変位量を図-5に示す。この図からもわかるように、掘削施工による変位が非常に大きい値を示し、GL+5~6m付近では約26mmの変位量となっている。

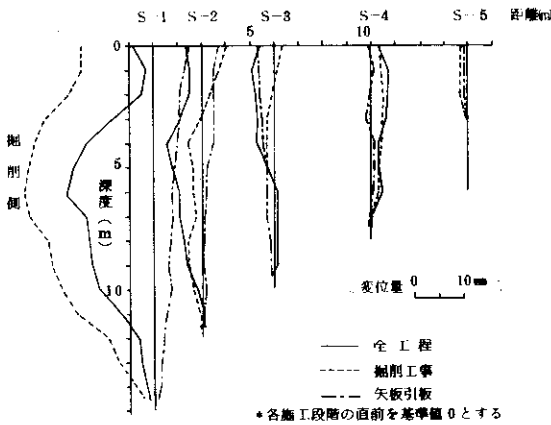


図-5 地中変位図 (傾斜計)  
(No.12 22×11)

## 3. 測定結果の考察

### 3-1 各施工段階における地盤の変形特性

各施工段階を4段階(a-矢板圧入による地盤変形、b-掘削による地盤変形、c-フーチング施工、埋戻し中の地盤変形、d-矢板撤去による地盤変形)に大別して、矢板周辺地盤の水平、垂直変形に関して考察する。なお、以下に示す図-6~9において地表の水平変位は、傾斜計による実測から得られた結果と沈下板の水平変位とが異

なった値を示しているが、これは傾斜計による実測結果から水平変位を求めるにあたり、完全な不動点とはいえない最下端を基準に変位量を累積して表示していることが主な原因と思われる。

#### (1) 矢板圧入による周辺地盤の変形

矢板圧入前後における周辺地盤の変形を圧入前を基準にして表わしたのが図-6である。この図からわかるように、この時点では表面沈下は発生していない。また地中変位について見ると、S-1、S-2点に矢板圧入の影響が認められるが、特にS-1が顕著で、地中全般にわたって側方へ押し出される傾向にあると思われる。

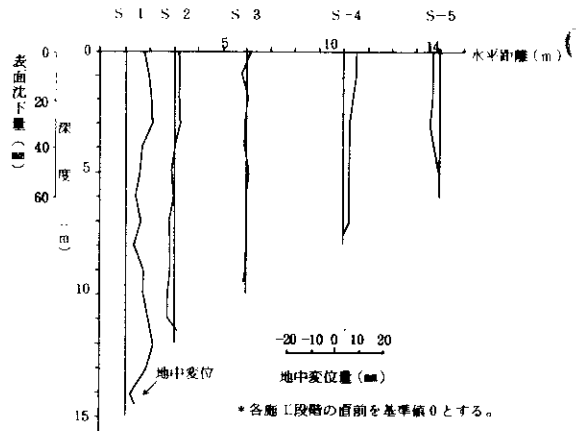


図-6 矢板圧入による周辺地盤の変位図  
(No.15 22×12)

#### (2) 掘削による周辺地盤の変形

矢板圧入後を基準にして、4次掘削が完了した時点(約45日間)までの表面沈下と水平

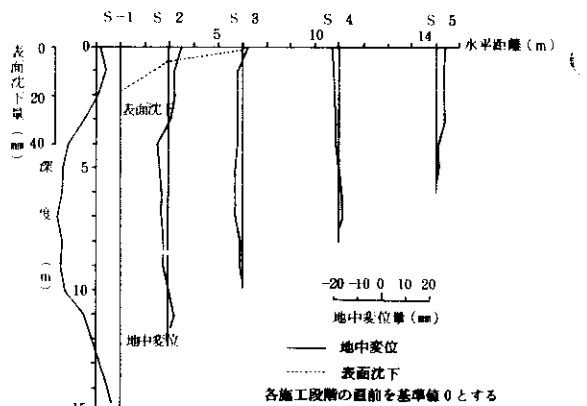


図-7 掘削による周辺地盤の変位図  
(No.17 22×12)

変位について図-7に示す。この結果から表面沈下がS-3付近まで発生していることがわかる。また図-6と比較すると、S-1は矢板圧入によって内側へ押されていた変形が、4次掘削後において掘削側に逆転していることがわかる。

掘削による地盤変形の影響範囲は、地表面の沈下量、地中変位の状況から見て、ほぼS-3地点付近までと考えられる。

### (3) フーチング施工、埋戻し中の周辺地盤の変形

この施工段階は、急激な地盤の変形は認められないが、長期間にわたって徐々に変形が進行していく状態に注目する必要がある。沈下量は、図-8に示すように掘削時に比べ明確に増大している。また水平変位も、S-1～S-3においてさらに増大している。フーチング施工、埋戻し中の周辺地盤の変形は、掘削による変形と同じか、またはそれを上まわり、その影響範囲はより拡大されることに注意を要する。全体的にみて影響範囲はS-4(矢板から10m)程度までと考えられる。

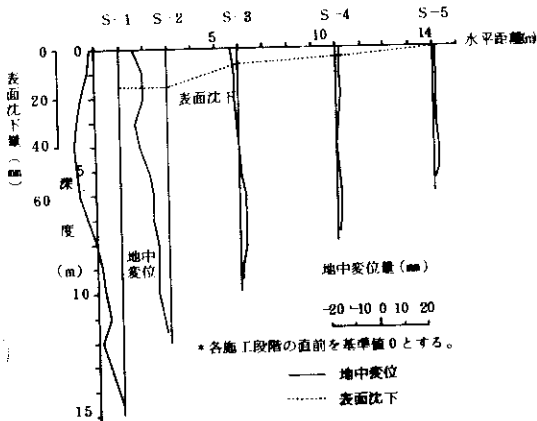


図-8 フーチング施工、埋戻し中の周辺地盤の変位図(No.19 22×11)

### (4) 矢板撤去による周辺地盤の変形

矢板撤去後の地盤変形を図-9に示す。この段階で表面沈下はS-1において顕著に表われている。地中変位および表面沈下から総合すると周辺地盤の影響は、S-3までと考えられる。

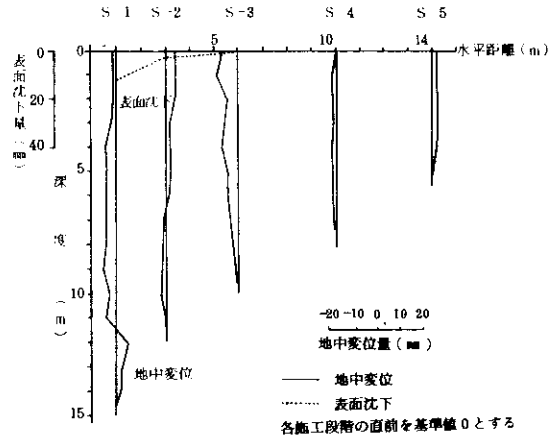


図-9 矢板撤去による周辺地盤の変位図(No.20,22×6 No21,22×6)

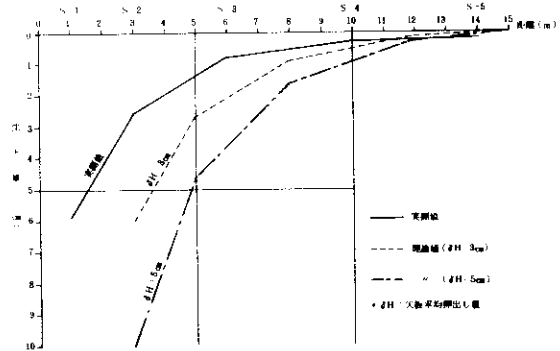
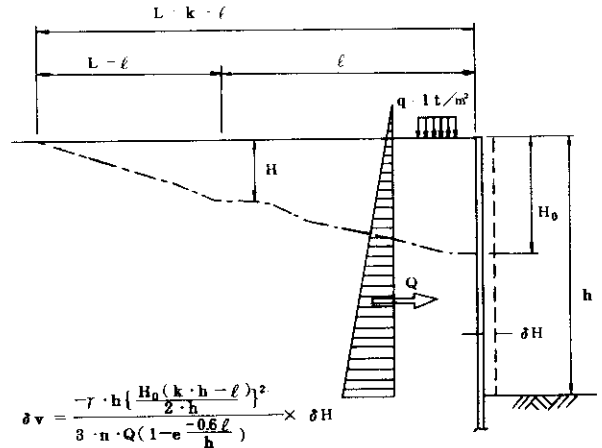


図-10 理論値と実測値の沈下量比較図



- $\delta v$  : 地盤の鉛直沈下量
- $\gamma$  : 土の単位体積重量
- $h$  : 掘削高
- $H_0$  : 土質背面位置のゆるみの及ぶ深さ  $H_0 = h/3$
- $k$  : 掘削深さに乗じて沈下のキヨリLを求める係数  $L = k \cdot h$
- $\ell$  : 土留背面からの測定点までの水平キヨリ
- $n$  : 鉛直地耐力/水平地耐力
- $\delta H$  : 土留の押し出し量
- $Q$  : 掘削土留延長1m当の作用土圧力

図-11 地盤沈下量の計算式

### 3-2 周辺地盤の変形に関する実測値と理論値の比較

今回の実測値と検討資料による理論値を図示したのが図-10である。この図によると、実測値は理論値の1/2~1/3の値を示しているが、これは理論値を求める条件において切梁反力を無視していること、また実測位置が工所用重機械や一般交通量などの外力(q)の影響を比較的受けない位置であったこと、更に土留背面の地下水の変動が僅かであった点などから、理論計算によって予測された沈下量に達しなかったと判断される。参考までに理論値を計算した計算式を図-11に示す。

### 3-3 土留矢板の撤去について

先に述べたように、矢板撤去による周辺地盤の変形は、矢板に近接した水平距離1m地点において顕著で、全体的にみた影響範囲はほぼ矢板からの水平距離6m地点程度であるといえる。従って、矢板撤去による影響圏の日安としては、矢板長さの1/2と考えることが出来るであろう。

本計測によれば、矢板撤去後の周辺地盤の変形は、掘削さらに埋戻し時の地表の変形をフォローしておけば、おおよその予測がつくことが判明し

た。本計測結果をもとに、今後の施工にあたって、矢板を撤去するか、埋戻すかの判断資料として適用する場合には、最少限、地盤性状、掘削および埋戻しの施工状態、隣接建物の構造形式と規模などを考慮して判定する必要がある。

### あとがき

今回測定を行った地域において地盤変状を生じ

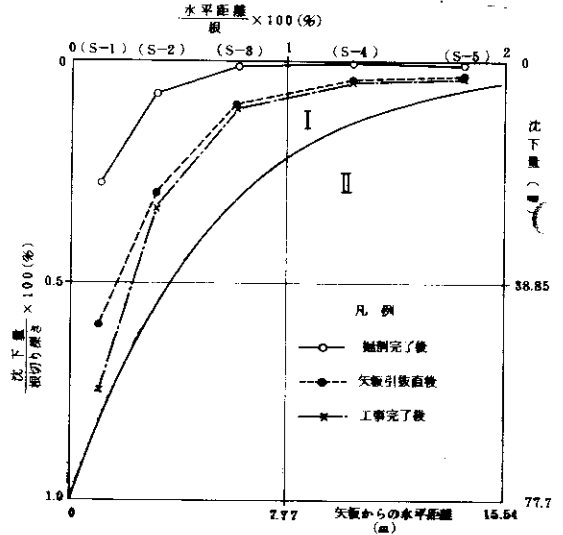
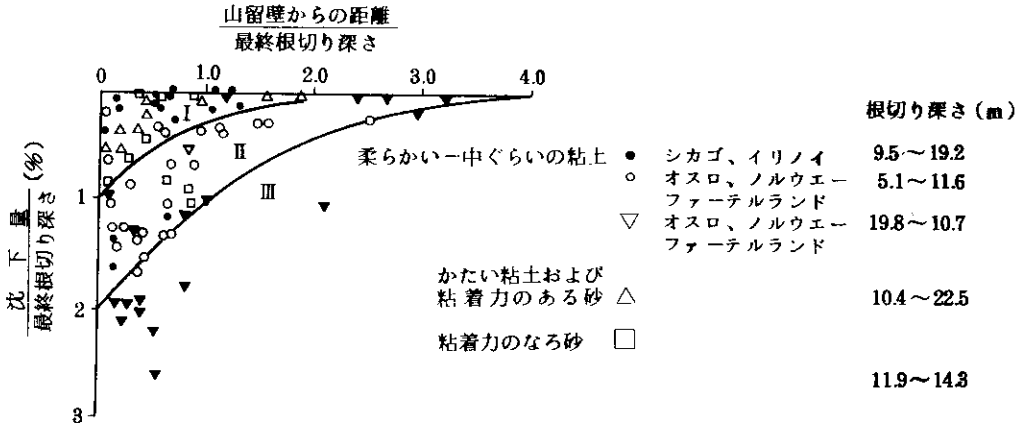


図-12 各施工段階における累積沈下量



- Iの区域 砂および柔らかい~かたい粘土、ふつうの施工程度
- IIの区域 a) 非常に柔らかい~柔らかい粘土
  - (i) 粘土層が根切り底より深い根切り底に近い
  - (ii) 粘土層が根切り底からかなり下まで続く、ただし  $N_4 < N_{ab}$
- IIIの区域 b) 施工の困難さのためによる沈下
  - 非常に柔らかい~柔らかい粘土層が根切り底からかなり下まで続き  $N_4 < N_{ab}$  の状態のとき

図-13 オープンカット工法における周辺地盤の沈下量

る要因として、主に埋戻し土と砂層部分のゆるみ、あるいは掘削底部の粘土層のヒービングによる底部破壊があげられるが、粘土層の底部破壊については土留矢板の根入れなど十分検討されているためヒービングに対する変状は無視して計測することが出来た。

実際の測定結果(図-12)を見ると、図-13<sup>1)</sup>のI区域に属し、埋戻し土と砂層部の変状が主となって現われていると思われる。以上、地盤変状

測定の結果について報告したが、山留に関する測定については地盤条件による影響が非常に大きく、現在では資料の蓄積段階であり、今後この資料が都市土木における地盤変状予測の一資料となれば幸いである。

最後に、本測定を担当した日本リサーチ株の方々と、ご指導をいただいた大阪工業大学の大場新太郎氏のご協力に感謝いたします。

## 参考文献

- (1) 土質工学会；土と基礎の計算実技演習
- (2) 土質工学会；山留の諸測定に関するシンポジウム発表論文集、昭和53年3月
- (3) 山留工事に伴う地盤変状測定報告書、昭和54年3月