

報 文 RES工法による 低層建物基礎の設計・施工例

若命 善雄* 諏訪免 晴一良**

1. まえがき

最近の宅地は、土地の需給バランスの悪化により、今まで建設が困難とされていた軟弱な地盤を造成したものが多くなってきた。このような地盤上に、直接基礎で建物を建設すると、軟弱層や埋土層の沈下によって建物が不同沈下を起こす恐れがある。このため、事前に何らかの不同沈下防止対策が必要で、従来は、基礎形式を直接基礎から杭基礎に変更するが多かった。

しかし、一戸建て住宅のような小規模で軽量の建物に杭基礎を採用することは極めて不経済な設計となり、全体工事費に占める基礎工事費の割合が大きくなる。そして、敷地が狭く周辺の住宅が接近している場合には、施工機械の搬入が不可能であったり杭打設時の振動・騒音が問題となって施工できない場合も生じてきた。

このような問題を解決するために、低振動・低騒音で細径の鋼管を地盤中に入し、地盤と鋼管の複合作用により支持力の増加と沈下の低減を図る低層建物を対象とした基礎地盤補強工法—RES工法(Reinforced Earth with Steel Pipe)—を開発した。

2. 工法の概要

RES工法は、表-1に示すような一般構造用炭素

表-1 鋼管仕様

径 (mm)	48.6
肉厚(mm)	2.4
長さ(m)	2.0~5.5
材 質	一般構造用炭素鋼(JIS G 3444) 溶融亜鉛めっき(JIS H 8641)

鋼管(以下鋼管という)を軟弱な地盤中に入し、地盤と鋼管の複合作用(①地盤の地耐力+②地盤と鋼管の摩擦力+③鋼管先端支持力)により、地盤の支持力増加と沈下低減を図る、低層建物を対象とした基礎地盤補強工法で、(財)日本建築センターにおいて、長期許容地耐力が3 t/m²しかない軟弱な地盤においても、本工法によって地盤補強を施せば長期許容地耐力5 t/m²用の基礎が使用できるものとして評定を受けている。

鋼管は、近隣への影響も考慮して振動・騒音が極めて少ない小型重機・電動モーターを使用して回転圧入で地盤に入する。

貫入機械の全景および仕様等を写真-1、表-2に示す。

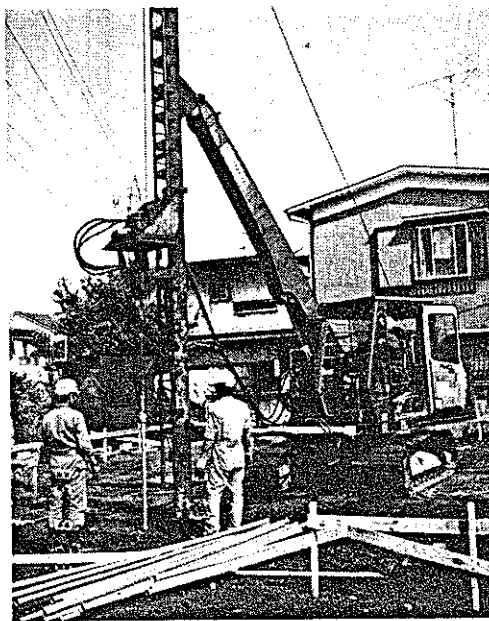


写真-1 貫入機械

* WAKAME Yoshio 大成建設(株) 技術研究所 土質基礎研究室 室長 | 横浜市戸塚区名瀬町344-1
** SUWAMEN Seiichiryo 同 上 住宅事業部 開発指導室 室長 | 東京都中央区銀座2-5-11

表-2 貫入機械

駆動本体	油圧式ショベル系掘削機
駆動装置	電動モーター 40馬力 30rpm 重量 800kg
発電機	低騒音型 40kVA

本工法の特長は、

- ①施工方法が簡易である、
- ②低コストである、
- ③掘削土が発生しない、
- ④小型重機で施工できる、
- ⑤工期が短い、

等である。

3. 設計方針

3.1 適用地盤

本工法は、まず、建設予定地内で3ヵ所以上スウェーデン式サウンディング試験を行い、その試験結果で W_{sw} の値が100kg以下の軟弱層が1 m以上存在する場合に適用する。

鋼管の長さは、最大5.5mまでとし、原則として鋼管の先端は、図-1に示すように、 N_{sw} の値が40以上の良質な地層に貫入する。

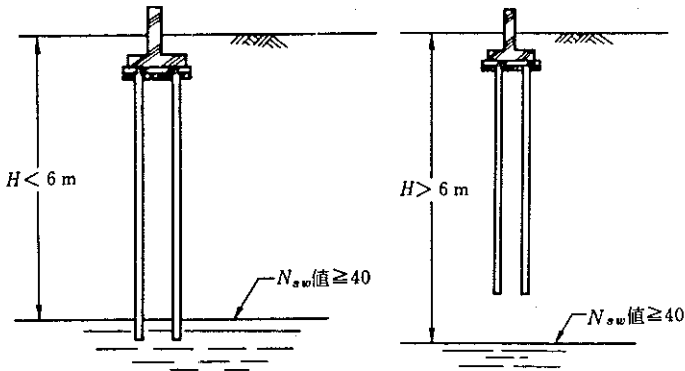


図-1 軟弱地盤の層厚(H)が6 m以下の場合

図-2 軟弱地盤の層厚(H)が6 m以上の場合

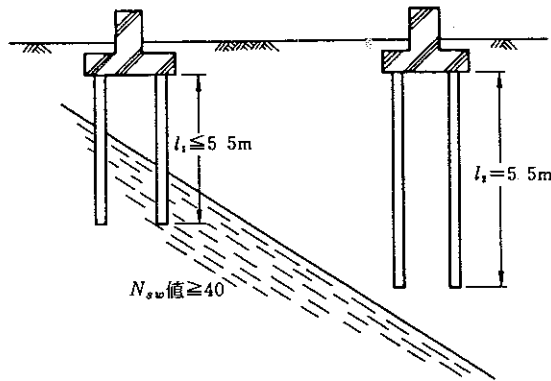


図-3 採用できない地盤

一方、図-2に示すように、軟弱層が6 m以上あり、鋼管の先端が N_{sw} 値 ≥ 40 の地層に到達しない場合には、鋼管の先端支持力があまり期待できないためGL-0.5~6 mの間に、表-3に示す N_{sw} 値と層厚の地層が存在している場合に限り採用できる。

また、下記のような地盤については、採用しない。

- ①同一敷地内において、図-3に示すように、 N_{sw} 値 ≥ 40 の地層が傾斜しているために、一部で鋼管の先端がこの地層に到達しない場合。
- ② W_{sw} の値が100kg以下の軟弱層が表層から5 m以上ある場合。
- ③有機質の分解の度合が進んでいない北海道地区の泥炭地盤。

3.2 基礎仕様および鋼管の配置

本工法を使用した場合には、長期許容地耐力5 t/m²用の直接布基礎方式を用い、鋼管と基礎本体とは地震時の水平力等を考慮して、図-4に示すように、基礎本体とは一本化せず、捨てコン下端までとする。

鋼管の配置間隔は、原則として45×60cm（または60×45cm）ピッチとし、重量が少ない場合には60cmピッチに一列に配置する。図-5に代表的な鋼管の

表-3 N_{sw} 値と層厚の関係

N_{sw} 値	層厚
0	5 m以上
10	4 m以上
15	3 m以上
20	2 m以上
25	1 m以上

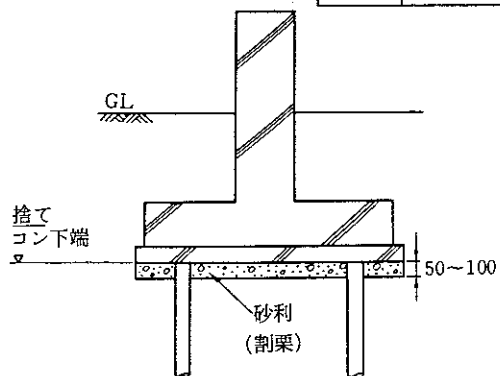
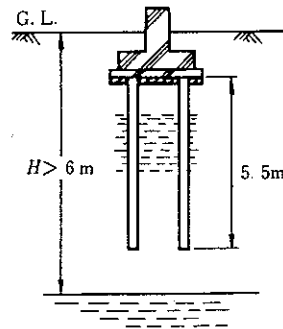


図-4 基礎本体と鋼管頭部との関係

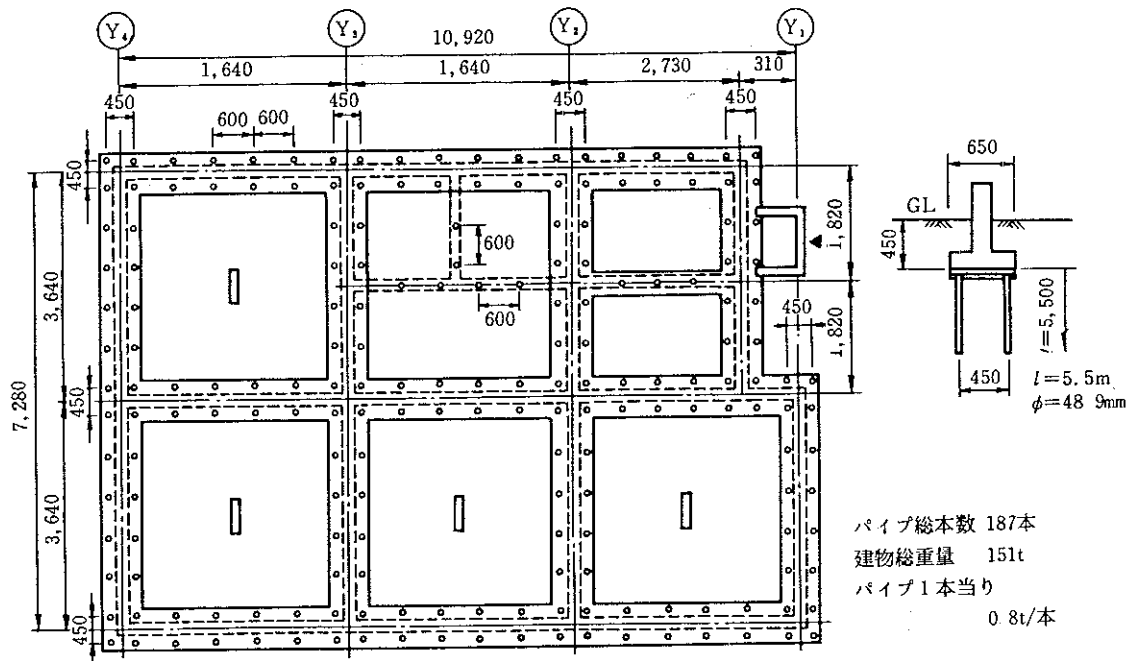


図-5 鋼管の配置例

配置図を示す。

4. 工法の効果

本工法による住宅の基礎地盤補強の実施件数は、昭和60年9月現在で40件である。そのうち5件について鉛直载荷試験を行い、補強した地盤の支持力特性や圧密沈下特性を調べた。

図-6～10は、鉛直载荷試験を行った地盤のスウェーデン式サウンディング試験結果、鋼管の貫入深さおよび载荷荷重と沈下量の関係を示したもので

ある。図-11は、荷重増加率*1と沈下量の関係、図-12は、荷重と沈下低減率*2の関係を示したもので、これらより、下記に示す本工法の効果が確認できた。

①表層付近が比較的軟弱でも、鋼管の先端が良好な

*1 荷重増加率 (P_1/P_2): 同一沈下量を生じたときの地盤のみの場合の荷重 (P_2) に対する鋼管を貫入した場合の荷重 (P_1) の比。

*2 沈下低減率 ($1 - S_1/S_2$): 同一荷重時における地盤のみの場合の沈下量 (S_2) に対する鋼管を貫入した場合の沈下量 (S_1) と S_2 の差 ($S_2 - S_1$) の比。

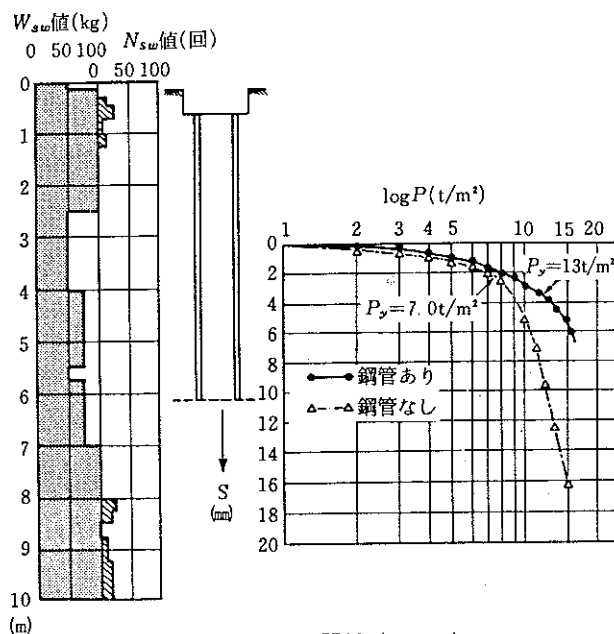


図-6 P-log S関係 (その1)

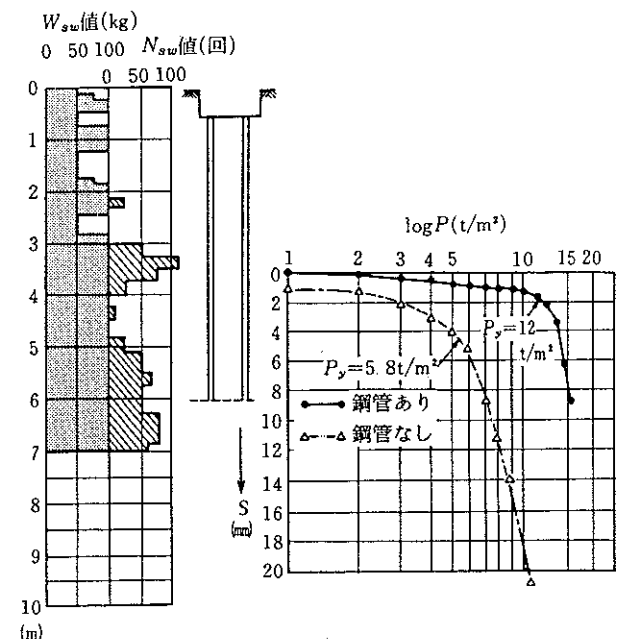


図-7 P-log S関係 (その2)

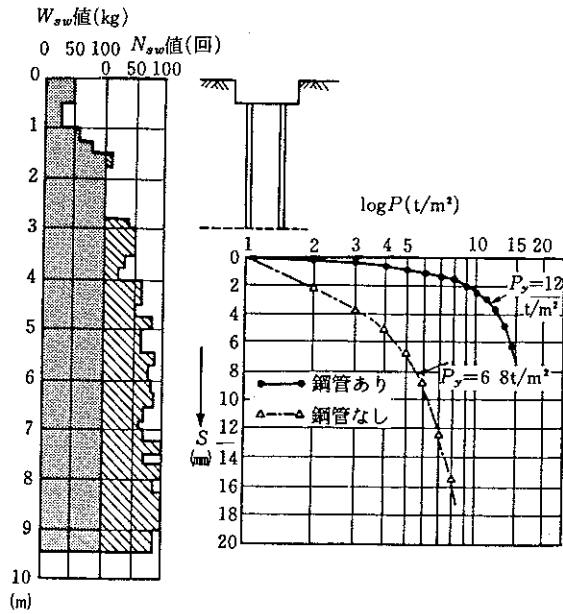


図-8 P-log S関係 (その3)

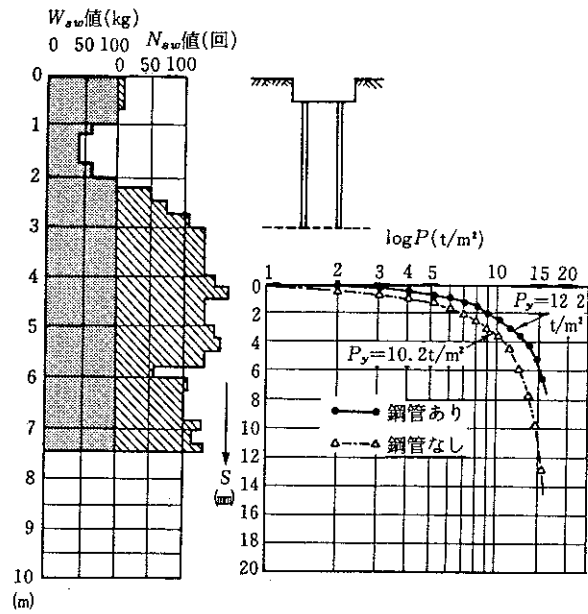


図-9 P-log S関係 (その4)

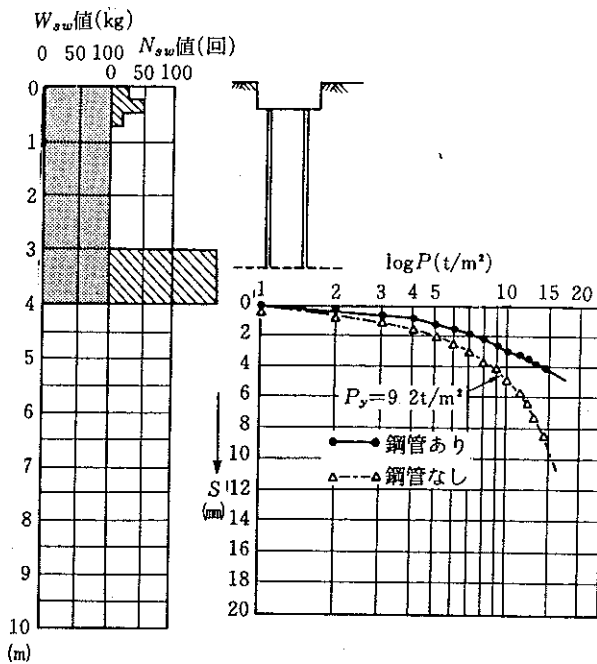
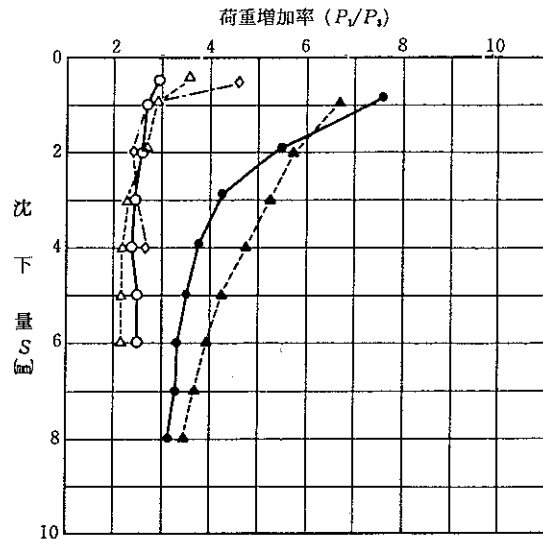


図-10 P-log S関係 (その5)



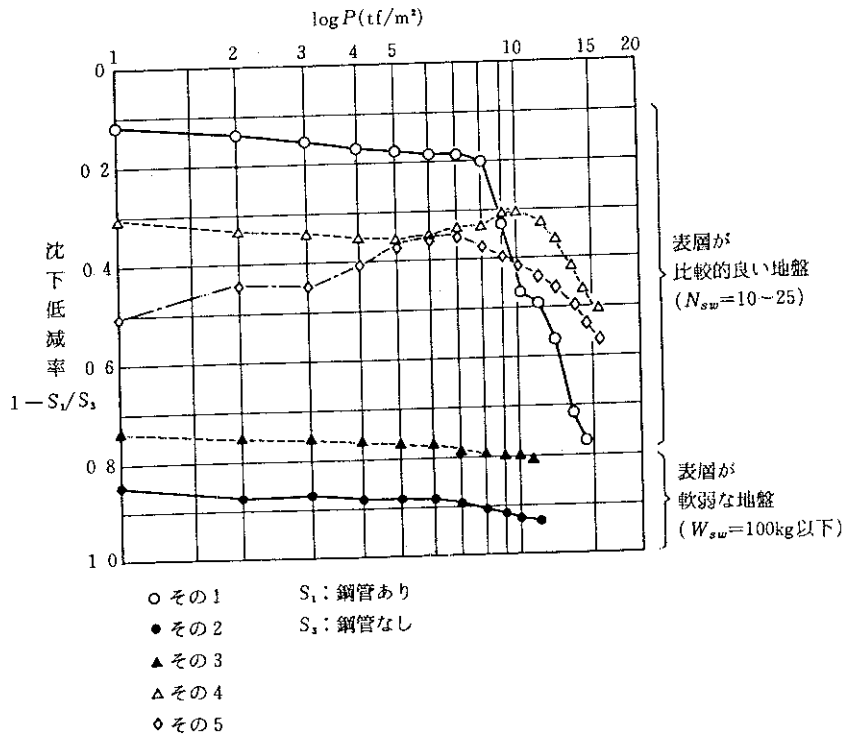
- その1 表層が比較的良好な地盤 ($N_{sw}=10\sim25$)
- その2 表層が軟弱な地盤 ($W_{sw}=100\text{kg以下}$)
- ▲ その3 表層が軟弱な地盤 ($W_{sw}=100\text{kg以下}$)
- △ その4 表層が比較的良好な地盤 ($N_{sw}=10\sim25$)
- ◇ その5 表層が比較的良好な地盤 ($N_{sw}=10\sim25$)
- P_i : 鋼管あり
- P_s : 鋼管なし

図-11 荷重増加率と沈下量の関係

地盤に達している場合 (その2, その3) は, 支持力増加と沈下低減効果は極めて大きかった。

- ②表層付近が比較的良好で, その下部に軟弱な地層が存在する地盤 (その1, その4, その5) では, 見掛上地耐力は確保されており, 鋼管を貫入しても短期的荷重に対しては, 効果はあまり大きくない。ただし, 荷重が降伏荷重を超えた場合には, 沈下低減率は急激に増大した。
- ③鋼管設置により, 長期許容地耐力は, いずれも5

t/m^2 以上に高められた。



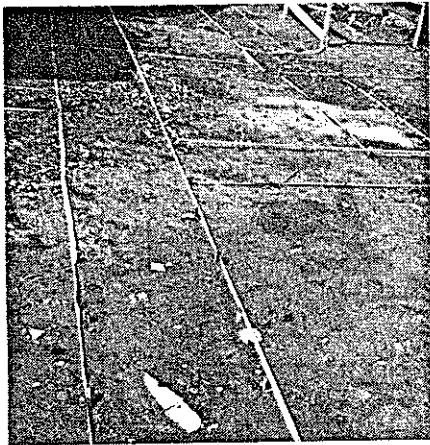
◀図-12

荷重と沈下低減率の関係

5. 施工順序

施工は以下の順に行う。

- ①建物の位置を決め、鋼管貫入位置に目串を設置する。(写真-2)
- ②目串の位置に鋼管貫入機をセットする。セットは、



◀写真-2

①目串

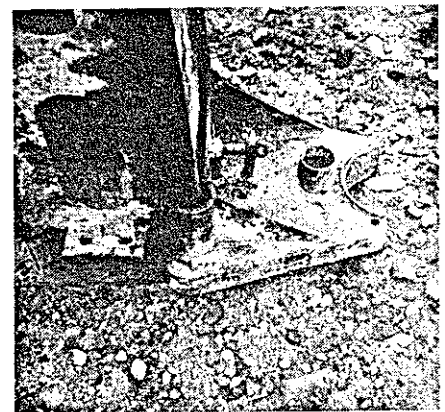
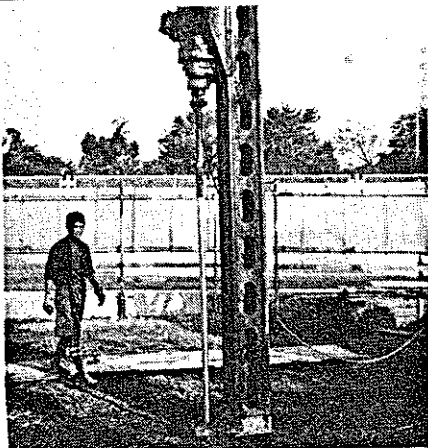


写真-3 ▶

②機械セット



◀写真-4

③鋼管セット

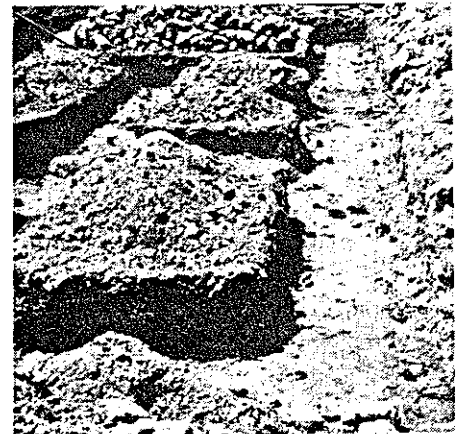


写真-5 ▶

④根切り



◀写真-6
⑤砂利転圧



写真-7 ▶
⑥配筋

リーダー底面に取付けてある鋼管の位置を決めるガイドパイプを目串に合せる。(写真-3)

- ③鋼管を垂直に設置し、電動モーターで鋼管を回転させながら所定の深さまで貫入する。(写真-4)
- ④基礎底面まで掘削する。(写真-5)
- ⑤砂利を敷き転圧する。(写真-6)
- ⑥捨てコン打設後鉄筋を配筋する。(写真-7)
- ⑦基礎構築完了。(写真-8)

6. おわりに

RES工法は、昭和57年11月より現在まで住宅基礎地盤補強工法として40件施工し、これらについて不同沈下による損傷や苦情は報告されていない。

今後は、住宅以外の低層建物や工場・倉庫等の土



写真-8 ▶
構築完了

間スラブの不同沈下防止対策としても適用する予定である。