

第32回土質工学シンポジウム概要

— 支持杭に頼らない基礎工法 —

第32回土質工学シンポジウムを終わって

調査部長 伊東孝之

第32回土質工学シンポジウムは“支持杭に頼らない基礎工法”をテーマとして、昭和62年11月19、20日の2日間にわたり、東京の日大理工学部9号館で行われた。

発表論文数は18編で参加者は246名であった。2日間とも盛況で、終始活発な討論が行われた。

シンポジウムのテーマ選定の基本は、土質工学に関して、その時代の社会動向に対応して、話題性に富むものや新技術、新工法に関したもの等である。今回のテーマは、内需拡大の経済情勢の変化に則り、軟弱地盤等の不良地盤上に構造物の建設が多くなった昨今の社会情勢に呼応したタイムリーなものであったといえる。

さて、従来、構造物の基礎は強固な地盤に杭で支える、いわゆる支持杭が主流であった。

しかし、深い谷部の軟弱地盤上の基礎で、支持杭とせず、浮基礎としたため、かえって、前後の相対沈下が少なく、建設後の使用ではほとんど保守の手がかからず、立派にその役割を果たしている例をよく聞く。

我が国は、概して軟弱地盤地帯が多く、深い谷部の厚い沖積粘性土層や埋立地盤上に構造物を構築する場合がある。この様な場合、著しい沈下を嫌うあまり、過大な経費をかけて長尺の支持杭にすることが多々ある。しかし、地盤沈下地帯では、ネガティブフリクションによる杭の座屈や基礎の抜け上がり、配管類の障害など支持杭による被害も生じている。

厚い軟弱地盤上に構造物を建設する場合、長い支持杭でいくのか、浮基礎、摩擦杭、不完全支持杭、筒基礎などの支持杭に頼らない基礎でいくかは、地盤条件、構造物の目的、構造特性、環境条件などを総合的に検討して、決めることになるであろう。

今回のシンポジウムのテーマである支持杭に頼らない基礎については、基礎の長期的な支持力の把握、沈下特性、基礎工、上部工の応力や解析、設計方法、施工法などが主要課題と考えられる。

ここでセッションの座長を紹介すると次のとおりである。(敬称略)

セッションⅠ 藤田 圭一(東京理科大学)

セッションⅡ 山肩 邦男(関西大学)

// Ⅲ 横山 幸満(宇都宮大学)

// Ⅳ 阪口 理(近畿大学)

// Ⅴ 伴野松次郎(竹中工務店)

// Ⅵ 三浦 哲彦(佐賀大学)

いずれも基礎に関する権威者であり、スムーズな進行と巧みな誘導でフロアーからの活発な意見を導き、各セッションの討論が盛会であったことは、これらセッションの司会を担当していただいた座長の先生方のリードに負うところが多い。衷心よりお礼を申し上げたい。さらに、貴重な体験と有益なデーターを提出していただいた論文発表者各位および活発な討論に加わっていただいた参加者の方々にもお礼を申し上げたい。また、ここ数年来土質工学シンポジウムに対して、快く会場を提供して下さいしている日本大学理工学部ならびに関係者の方々には、この誌上を借りて深甚の謝意を表する次第である。

最後に、63年度の第33回シンポジウムテーマは、「ウォーターフロントに関する土質工学的諸問題」を予定しており、会員諸兄にはどしどし応募および参加されることをお願いする次第である。

さらに、この機会に土質工学シンポジウムの企画、運営等について積極的なご意見をお寄せ下さるようお願いする次第である。

セッションⅠ

座長：藤田圭一

このセッションでは次の3編の発表があった。

- I-1: 東北横断自動車道・山形地区橋梁基礎工(摩擦杭)の設計・施工について(島田巖乃・佐久間智)
- I-2: 大口径場所打ち杭の周面摩擦抵抗の推定(柴田 徹・八嶋厚・江見 晋・堀越研一)
- I-3: 筒基礎の耐力に関する研究(古藤田喜久雄・青木雄二郎・沼上 清・矢島淳二)

それぞれの論文の要旨と討議の内容を簡単に紹介する。

I-1: N 値約10の粘性土地盤に杭先がある鋼管杭と場所打ちコンクリート杭(摩擦杭)の短期・長期載荷試験による実測軸力分布から、周面摩擦力・先端支持力を求め、設計法と比較検討した。長期実測沈下量から、実用上問題ないと結論している。

柴田(京都大学): 杭頭沈下量が時間の対数に対して比例するクリープ的な性質が正確にわかれば、摩擦杭の将来の沈下予測に根拠を与えられると思うが、長期の $S\text{-}\log t$ の沈下勾配が短期の試験から推定できるかどうか?

佐久間: サイクル荷重制御で短期载荷を行っているので、性格は一寸違うと思う。データーはある。

青木(鉄建公団): 沈下量の経時変化で、3回ほど急激に沈下しているようであるが、その原因は?

佐久間: 载荷ブロック打設後の微調整と地震以外は今わかりかねる。

青木: ①7日以降に表層付近で鋼管杭の周面摩擦力が急激に増加した原因? ②コンクリート杭の工法? ③クリープの補正方法? ④鋼管杭の先端補強方法?

佐久間: ①調査の上回答する、②ベノト杭、③補強バンドなし、④短期試験後9か月経過し、クリープはない。

山下(竹中工務店): 摩擦杭であるのに、杭径別許容支持力の表では、支持杭のように、杭径の2乗に比例している理由?

佐久間: 支持杭との整合性を考えて決めた。

I-2: 大阪付近6地区の大口径場所打ち杭载荷試験結果では、摩擦力は変位10~30mmで最大になり、極限周面摩擦力はコーン貫入試験により予測できる。ジョイント要素を考慮したFEM解析では、微小ひずみレベルの地盤の初期剛性評価が問題になると指摘している。

村上(旭化成建材): FEM解析における地盤定数、杭先端地盤のばね定数は?

堀越: 砂礫層の杭先端地盤の弾性係数は、 N 値の280倍を採用。メッシュの関係で先端部のモデル化は不十分。

伊勢本(戸田建設): ①砂の場合 $f_p \div f_s$ 、粘土では $f_p > f_s$ となった理由? ② f_s に関してコーン周面の粗さ、载荷速度の影響があるのでは? ③ f_p を測った杭内周面の粗さは?

堀越: ①コーン貫入時に過剰間隙水圧が発生、有効応力が減少し、粘土の f_s が小さい。②場所打ち杭表面はコーンに比べて粗い。貫入速度は未検討。しかし直接的に f_s を計測しており、相関性ありと思う。③周面はかなりつるつるである。

山肩(関西大学): ①ベノト杭の杭径? ②载荷試験は非排水状態で行われているのに σ_v' との関連を考えた理由? ③摩擦と変位の関係から求めたばね定数を解析に用いない理由?

堀越: ①杭径は1.2~2m、② σ_v' が杭の側圧に影響を及ぼすとバーランドは言っている。③変位と摩擦の関係から剛性を求める方法が見付からなかった。

土屋(室蘭工大): メッシュ分割と関連づけながらジョイント要素の定数を決めないのか?

堀越: 相対変位とせん断応力で剛性が決まる。相対変位1mmでせん断応力が最大になると仮定した。相対変位の

大きさは解析結果にほとんど影響しないが、地盤の剛性は大きく効く。

I-3: 筒基礎の模型(内径315~450mm、根入れ長さ150~450mm)の鉛直载荷・光弾性実験、FEM解析を行い、各部の応力、沈下量を求めた。模型を乾燥砂上におき、振動台で150~470galの加振を行い、沈下量とくに不同沈下の抑制に効果が認められた。

青木: 振動試験での地表面と基礎の沈下量の差は、 $D_r=10\%$ で20mm、 $D_r=90\%$ で30mm。加速度が大きい範囲で逆の現象になる理由? 密な地盤でも流動化?

沼上: 乾燥砂が流動化すると、密度が高くて低くても同じ結果になる。乾燥砂での振動実験結果は砂地盤の液状化と等しいのでなく、振動で支持力が失われた状態を再現しており、実際地盤に即反映しているのでない。

前田(道路公団): 筒の大きさ、長さ、根入れなどが支持力の要素になると思う。筒の摩擦、曲げ剛性、摩擦力など検討する予定は?

沼上: 円筒枠は角型より支持力が増加し効果的である。角型でも曲げ剛性を補強し、枠内の砂の側方流動を抑えたと有効である。枠のひずみ、地盤応力の計測により、周面摩擦力などの評価・検討を行う予定。

加倉井(竹中工務店): 大型構造物に適用する場合、支持力はあるが沈下が大きいことあり。どの位のスケールを考えているのか?

沼上: パンダリによれば、5万kl級石油タンク基礎に同様な設計コンセプトがある。未検討だが、筒中の砂の側方流動あるいは変形を拘束できる範囲で、筒基礎の効果が発揮できよう。

(文責: 藤田圭一)

セッションII

座長: 山肩邦男

このセッションでは、次の3編の発表があった。

II-1: 摩擦杭の支持力特性と信頼性(宇都一馬・岡原美知夫・池田憲二・前田良刀・松井謙二)

II-2: 摩擦杭(単杭)の沈下予測(横山幸満・堀越豊司・日下部治・前田良刀)

II-3: 長尺摩擦杭を使用した建物の沈下観測と解析(掛川誠一)

いずれも摩擦杭に関するものであって、これらの概要は以下のごとくである。

II-1は、日本道路公団が行った16例(7地点)の摩擦杭(打込み鋼管杭および場所打ち杭)の鉛直载荷試験結果(長期試験を含む)に基づいて、摩擦杭の支持力特性について考察すると共に、鉛直支持力に関する信頼性の評価を行ったものである。結論として、半年以上にわたる長期試験の結果からは、軟弱粘性土地盤中の摩擦杭であっても、先端が過圧密地盤に根入れされた長尺杭であれば、設計荷重レベルでは沈下の増分はほとんど問題ないこと、また信頼性

学会活動から

評価の結果からは、現行の摩擦杭の安全率4（土木関係）を3に変更しても、支持杭と同等の安全性は確保されることなどが、得られたとしている。

Ⅱ-2では、摩擦杭に関する模型杭および実大杭（日本道路公団）の載荷試験結果を解析し、降伏荷重に至るまでの摩擦力度 f_x と鉛直変位 V_x の間には、 $f_x = k_s V_x^n$ (k_s :せん断に関する地盤定数, n :べき指数で概ね0.5)の関係が成立することを示した。ついで、①杭は弾性体かつ断面積一定, ② k_s は深さによらず一定, ③杭は十分長く、先端地盤の影響は無視できることなどの仮定の下に、沈下量の非線形簡略計算法を提案し、沈下予測のための計算図表を示している。

Ⅱ-3は、長尺摩擦杭を使用した壁式RC造の5階建共同住宅に関する約5年間の沈下観測結果を紹介し、これらの沈下量を建物への強制変形として与えた場合の応力解析を行った。ついで、モデル地盤を仮定して、9タイプの建物構造を想定し、地盤ばねの強さ、構造形式、建物剛性などが、沈下に及ぼす影響について論じている。

以上の発表が行われた後、討論に移った。以下には、討論の概要をほぼ発言順に紹介しておく。

土屋(室蘭大学): Ⅱ-3において、モデル地盤のばね定数を仮定するのに、各基礎接点の沈下量を接点荷重で割って求めたのか、建物剛性を考慮した接点反力で割って求めたのか。本来、後者であるべきだと思うが。

掛川: 前者で求めた。厳密に考えての仮定ではない。

村井(竹中工務店): 建物は平面解析か、立体解析か。それから、杭の剛性は考慮しているのか。

掛川: 建物は平面解析でやっている。ばね定数は、実測の接点沈下量を荷重で割って求めているので、杭の剛性はその中に含まれていると考える。

青木(鉄建公団): 沈下量の測定にあたっての基準点はどこか。またどんな測定法によったか。

掛川: 基準点は、近くの支持杭建物においた。測定法は、レベルによった。

青木: 測定値に乱れがみられるが、測定誤差が出ているのではないか。

森田(基礎地盤コンサルタント): Ⅱ-2において、摩擦杭の降伏荷重とはどういう意義をもっているのか。

横山: 明確に定義しにくいと思う。非線形弾性計算を適用する上で、降伏荷重と考えられる点までしか適用できないという前提で、採用したものである。杭の許容支持力は、極限支持力からの評価と許容沈下量の2面から定めるべきだと考えており、降伏荷重の力学的な意義については、あまり考えたことがない。

座長: 降伏荷重という概念は、村山・柴田先生の粘土のレオロジーに関する考え方から出たものであって、クリープ限界に当たるといわれている。極限荷重まで杭に載荷できない場合が多いわけで、極限荷重以下での情報としての

意義があると、私は考えている。

森田: 摩擦杭の場合、各層を貫いているので、摩擦応力が次々と局部破壊を生じ、それが荷重と沈下の両対数表示での折曲り点として出てくる。私は、ただそれだけのことであって、降伏荷重には疑問をもっている。

松井(大阪大学): 摩擦杭では、周面摩擦力が塑性化する前段で、また支持杭では、先端抵抗が次第に発揮されてくるため、摩擦力が塑性化する後段で、それぞれ降伏荷重が出てくると思うが、どうか。

座長: かなり以前に、支持杭の降伏荷重の力学的意義について発表したことがある。それによると、降伏荷重の発生原因は3つあると考えた。①杭体の応力とひずみの関係、②摩擦応力と鉛直変位の関係、③先端荷重と先端沈下の関係であって、どの関係曲線も両対数表示において折曲りを生ずる。現実の杭は、杭の材料や諸元、施工法、地盤状況などによって、すべて条件が異なるわけで、載荷試験時に降伏荷重が発生する原因は、一様でないと思う。発生原因の中で摩擦抵抗が大きく関与しているのではないかと考えられるが、速断できない。今後、それぞれの載荷試験で発生原因を検討して頂きたいと思う。

(文責: 山肩邦男)

セッションⅢ

座長: 横山幸満

このセッションでは次の3編の論文が発表された。

Ⅲ-1: 摩擦杭を併用した直接基礎の挙動—中層建物における実測と解析(加倉井正昭・山下 清・大木紀通・梅垣裕行・入江俊人・石井 修)

Ⅲ-2: 有明粘土地盤における摩擦杭の支持力機構に関する基礎実験(三浦哲彦・持田末男・中村六史)

Ⅲ-3: 長尺摩擦杭で支持されたRC壁式構造物の沈下過程解析(土屋 勉)

それぞれの論文の要旨と討議の内容を簡単に紹介する。

Ⅲ-1: 洪積台地上の中層建物の直接基礎に摩擦杭を併用して、沈下低減をはかったものである。著者らが先に発表した解析法によるシミュレーション結果と実測値から、摩擦杭併用による沈下低減効果があったと報告された。

倉橋(清水建設): 土木分野では杭と直接基礎のそれぞれの支持力を合わせて考えることは未だ行われていないが、建築分野ではそのような設計思想が一般的になっているか。杭のみで支持力があるのか。

加倉井: 建築分野でも未だ行われていない。本件も基本的には直接基礎として設計している。沈下低減と基礎梁の設計を楽にしたいという設計者の判断により、このような併用基礎を採用した。杭には特に安全率を考慮していない。将来は地盤と杭の両方の効果を評価して、設計を合理化する方向にあると思う。

山肩(関西大学): 基礎スラブと群杭のそれぞれを通した地中応力の重ね合せの影響と変位の適合条件はどうなって

いるか。ばね定数は変わるはずだがそれも考慮しているか。

加倉井：地中応力の重ね合せとそれによるばね定数の変化は考慮してあり、収束計算を行っている。変位は有限要素の節点での沈下が一致するようにしてある。

Ⅲ-2：有明粘土をモールドと土槽内で再圧密させて、木杭とコンクリート杭による貫入・引抜き試験を行い、杭の周面摩擦抵抗を求めた模型実験の報告である。貫入を途中で中止して放置期間1日でも粘土はかなり強度を回復すること、最大周面摩擦力度 $\tau_{\max}$ は c_u にほぼ等しいことが結論とされた。引抜き試験での周面摩擦力度は引抜き量の増大に伴って低減する傾向があるとの実験結果が注目される。長期載荷によるクリープ試験は行われていない。

後藤(大阪セメント)：杭の表面で滑っているか、粘土間で滑っているのか。計算上の杭径は。

持田：杭は十分吸水させたが、杭表面に付着した粘土と粘土との滑りのようである。計算上は杭表面積をとった。

Ⅲ-3：建物に生ずる相対沈下の大部分は施工期間中の粘性土の非排水せん断変形に起因するもので、圧密変形によるものではないこと、および摩擦杭基礎の建物の相対沈下量は、絶対値は大幅に小さくなるが、直接基礎の相対沈下分布形状に近似しているとの著者のFEM解析結果を基に、重回帰分析によって摩擦杭基礎を、これと等価な直接基礎に置換する有効層厚の算定式を導き、DK法と名付けられた簡便法を用いて、Ⅱ-3と同一の建物の沈下過程を解析したものである。

山下(竹中工務店)：基盤層の決め方はどのようにしたか。

土屋：Ⅱ-3の土質試験結果から、層間の差が明らかだと判断される砂層を基盤層とした。明確な差がないような場合はむづかしい。

兵藤(不動建設)および座長：施工期間中の相対沈下量のほとんどが非排水せん断変形によるとしているが、圧密変形が大きい場合にもそういえるのか。

土屋：粘土層が深い場合は絶対沈下も半分近くが非排水状態で起こっている。圧密沈下が大きくてもそれは絶対沈下であるから、剛性の小さい施工期間中の建物に影響する相対沈下は非排水せん断変形によるものと考ええる。

青木(鉄建公団)：Ⅱ-2の沈下量と本文とでかなり違うが。

掛川(住宅公団)：基準杭は無載荷杭と建物近くの支持杭と2種類あり、基準杭のとり方により違ったものと思われる。長期計測に伴う精度の問題もある。

山肩(関西大学)：建築では基礎荷重面を杭長の下から1/3にするという考え方があるが実証はなかったので、有効層厚の考え方は大変貴重である。この過程でどのような検討をされたのか。

土屋：杭長の1/3の考え方が適用できないかと検討したが、ばらつきが多かったので、重回帰分析でこのような式を提案した。ただ地盤を一樣と仮定したので適用限界はある。

青木：三次元的扱いとのことだが、建物の奥行き幅も関係があるのではないか。

土屋：幅の影響も検討したが、相対沈下には建物の長さの方が支配的であった。

(文責：横山幸満)

セッションⅣ

座長：阪口 理

このセッションでは、下記の三つの論文が発表された。

Ⅳ-1：軟弱地盤におけるコマ型基礎支持力の特性(安川郁夫・山田清臣・大西有三・斉藤 実)

Ⅳ-2：コマ型基礎の変形・支持力特性に関する室内実験とその解析(荒井克彦・掘田政国・大西有三・安川郁夫)

Ⅳ-3：地盤改良を併用した直接基礎工法の高層建築への適用(片岡宏治・後藤年芳・村松 弘・桐田周三・高田宣伸)

各論文の概要および討議の要旨は次のようである。

Ⅳ-1およびⅡはコマ型基礎に関する現場実験および室内実験の解析結果についての報告である。コマ型基礎はあまり知られていない工法であるが、井桁状の鉄筋の上にコマ型のコンクリートブロックを敷きならべ、隙間に碎石を充填し締め固め、さらにコマ型ブロックの上面を井桁状に鉄筋で連絡すると言う工法である。軟弱地盤に建設する低層建物の基礎工法として一部で採用されているようである。

Ⅳ-1では1m×1mの載荷板を用いて基礎型式等を種々変えて行った載荷試験の結果の報告である。

・試験場所 千葉県内2か所

・試験内容

平板載荷試験——最大載荷荷重 2.4 tf

偏心荷重——最大載荷荷重 2.1 tf～2.4 tf

長期圧密試験——最大載荷荷重 2.25 tf～2.5 tf
期間 2年

基礎型式——無処理、碎石、松杭

コマ(1層、2層)など

以上の実験の結果からコマ型基礎が、沈下抑制効果など基礎工法として有効な働きがあると結論している。

Ⅳ-2では1/10の模型のコマ型基礎を用いて、室内実験により、沈下抑制のメカニズムや支持力特性を明らかにするとともに、有限要素法による解析も併せて行っている。

この発表では、コマ型基礎には沈下の抑制効果があるとして、その理由を載荷時の間隙水圧の測定結果から次のように説明している。コマ型基礎周辺に発生する間隙水圧が、碎石基礎に比べて極端に小さい。これはコマ型基礎部と間詰め碎石が一体となっているので、コマ型基礎ではダイレイタンスが生じず、間隙水圧も発生せず、したがって圧密沈下もほとんど生じない。この考え方について、間隙水圧の発生しない理由を明らかにするには、等方応力とせん断応力の二つを考えなければならないので、簡単には結論出来ないのではないか(榎 愛媛大学)と言う質問があっ

学会活動から

た。これに対し排水距離が短いので、間隙水圧が発散した可能性もあると言う解答（掘田）と、はっきりとダイレイタンシーの抑制があると解釈している（荒川）と言うニュアンスの異なる二つの解答があった。

横山（宇都宮大学）：碎石基礎とコマ型基礎の差は前者が地表面より上 10 cm の位置にあるのに対し、後者は 30 cm 程度根入れしているのので、この根入れ効果によるのではないか。

掘田：この点については、①の方で現場実験でその差があまり大きくないと言う結果を得ている。

三浦（佐賀大学）：コマ型基礎は、盤の効果、根入れの効果、拘束の効果があると思うのですが、その割合をどのようにお考えですか。

安川：三つの効果があると考えています。無処理の場合などでは偏心が生じやすく、局部破壊がおこり側方流動が大きくなって、結局沈下量が大きくなるのだと解釈している。

IV-3は高層建物（軒高 42m、地下 8.6m）にセメント固結材による地盤改良工法を採用した事例の報告である。基礎底面下にある厚さ約 3.5m の軟弱粘性土層を改良して、直接基礎で建設し、有害な沈下が生じていないと言う報告である。

その発表に関しては

- (a) 選定の経過、すなわち他の工法と比較した結果どのような利点があってこの工法が選定されたか。伴野（竹中工務店）
- (b) 土とコンクリートの混合物であるので、その混合比率によって土の特性を持つ場合とコンクリートの性質を持つ場合があるが、この現場ではどちらと考えているか。荒井（福井大学）
- (c) 支持力に対する考え方等について

以上のような質問があったが、(b)に関し、コンクリートに近いと考えていると言う回答があった以外、設計に関連した問題については回答が得られなかった。設計者が会場に来ていなかったことが理由であるが、座長が発表の形としては全くおかしいと言う指摘を行った。

（文責：阪口 理）

セッションV

座長：伴野松次郎

このセッションでは、軟弱地盤上の建築構造物の直接基礎の設計事例について、次の3編の発表があった。

- V-1：浮き基礎—4件の事例—（笹尾 光・木下文男・持田 悟・中山克己）
- V-2：不同沈下を考慮した建築基礎の設計と実測（末松直幹・兵藤 洋・佐田義行）
- V-3：埋立地盤に建設された直接基礎建物の設計と挙動観測結果（村井和雄・高幣喜文・寺田邦雄・江淵征昭・向井久夫・夜船博実）

各論文の要旨と討議の内容を以下に簡単に紹介する。

V-1：東京湾の埋立地に建設された、フローティング基礎を持つ中低層建物の設計事例を4件紹介している。このうち3件はアンボンド PC 鋼線を逆懸垂曲線状に配置し、これにプレストレスを導入した基礎スラブ（KP マット）を採用している。この方法によると地中梁の背が小さくて済み、接地圧も均等化される。設計では、地中応力が圧密降伏応力を越えないので地盤を弾性として扱い、構造物の剛性を無視した沈下量の値からばね定数を設定し、FEM によって基礎スラブの解析を行う方法をとっている。4件のうち1件については沈下の観測を行い、地盤の変形係数の評価方法などについて考察を加えている。

阪口（近畿大学）：サンドコンパクションで改良された埋立地盤の弾性係数は、どのように設定しているのか。

木下：サンドパイルの置換率を考慮して複合地盤としての値を与えている。

加倉井（竹中工務店）：KP マットでは基礎スラブからの漏水をどのように処理しているのか。

木下：プレストレスの効果で、スラブに亀裂が入らないので水漏れがない。したがって排水施設は設けてあるが、稼動していない。

秋野（大林組）：Bの例では建屋荷重の平均値が排土重量より小さいということだが、部分的には排土重量を大幅に上回る場所があり、圧密沈下を生じることになると思われるがどうか。

木下：上部の厚い砂層において荷重が分散されるので、下部の粘性土層では圧密降伏荷重を越えることはない。

村井（竹中工務店）：基礎スラブにプレストレスを入れるとき地盤の摩擦抵抗の影響を無視できないがどのように対処しているか。

木下：長い距離を一度に引張れば無理がある。こまめに入れていくのがこつである。

V-2：圧密未了の地盤（残留沈下量約 3.5m）上の建築構造物の直接基礎の設計法として、構造物の剛性を無視して計算した沈下量のうち、相対沈下量に着目し、その値に基づいた地盤のばね定数を用いて、弾性支承上の骨組解析を行う方法を提案している。この場合沈下量は、耐用年数などの所要期間を考え、また、求められた地盤反力を再荷重として計算を繰り返して収束の判定を行うこととしている。実施例において、この方法による基礎梁の変形と曲げモーメントの予測値と実測値の比較を示し、その妥当性を述べている。

秋野：基礎スラブの剛性が非常に大きい場合、端部の接地圧が収斂せずに発散して大きくなることもあるが、そのような場合どういう対処をしているか。

兵藤：再計算において剛性を無視した沈下計算を行うと相対変形角が緩和されてくるので、発散するという経験はまだない。

光成(戸田建設): 沈下と応力の実測値は竣工時点のものしかないが、この時点に対応した予測はやっていないのか。

兵藤: 予測は最終状態のものしかやっていない。

横山(宇都宮大学): 地盤のばね定数を荷重と相対沈下量の比で与えるのはおかしくないか。

兵藤: 我々が考えているのは力と変形関係のばねではない。骨組解析において相対変形を強制変形として与えるかわりに、相対変形を変位境界として基礎梁に連続的に与え、かつ剛性が評価できるようにするという考えに基づいている。

V-3: 六甲アイランドにおいて、埋立直後にフローティング基礎を用いて建てられた体育館(残留沈下量3m弱)の事例が示されている。沈下を少なくするため、埋立砂層はサンドコンパクション工法で地盤改良されている。また基礎梁と基礎スラブには剛性による不同沈下の低減を期待し、大きな曲げ応力の発生に対してプレストレスの導入で対処している。竣工後7か月時点の建物の沈下は、ほぼ均等(20~23cm)で予測値とよく一致している。最終時点の接地圧は、最終沈下量と盛土荷重から地盤のばね定数を設定し、格子梁解析によって予測している。この値と途中経過の実測値と比較し、考察が加えられている。

秋野: 鉄筋計の初期値を設定するとき、コンクリートの硬化熱の影響をどのように考慮しているか。

村井: プレストレスの導入をコンクリート打設後4週以後に行い、プレストレス導入の直前をゼロ点としているので、硬化熱に対するゼロ点の補正は特に行っていない。

(文責: 伴野松次郎)

セッションVI

座長: 三浦哲彦

このセッションでは次の3編の論文の発表があった。

VI-1: 住宅用布基礎と改良地盤の挙動(岩尾雄四郎・加藤嘉一・高森 洋・加藤昭弘)

VI-2: 地下水位低下を受けた地盤におけるべた基礎建物の圧密沈下量予測法について(古藤田喜久雄・柏木淳男・山内一秀・熊谷俊男・本多 隆)

VI-3: 砂杭で改良した粘性土地盤のせん断挙動・杭基礎と地盤改良の区別(榎 明潔・八木則男・矢田部龍一)

VI-1は、広域地盤沈下を生じている沖積粘土平野において、住宅の不同沈下を効果的に抑制できる基礎形式を探るべく、実規模大の現場実験を行ったものである。層厚約17mのシルト層干拓地において、4m×6mの枠組みに木造2階建て住宅に相当する偏心荷重を加えた場合の3つの基礎形式の沈下挙動を、32か月にわたって観測した。その結果、布状改良基礎と井桁基礎の沈下量は比較的小さく、フーチング拡幅基礎のそれは大きいこと、基礎のたわみ量についても同様な傾向であることが認められた。しかし、このようにフーチング拡幅基礎の結果が悪くでたのは、その

根入れ深さがほかの2基礎に比べて約40cm浅いことも関係していると思われる。質疑応答の要点は次のようである。

加倉井(竹中工務店)から、基礎の接地圧は地盤の許容支持力よりも十分小さいのに、フーチング拡幅基礎の隅角Aの沈下が進行しているのはなぜかとの問いに対して、この部分では局部的な地盤破壊が生じているためであるとの答えがあった。佐賀平野の一般住宅の基礎形式についての橋本(大都工業)の質問には、不同沈下の顕著な住宅の8割方はコンクリート布基礎であったこと、一般には木杭を使用し被害が生じたら修復するという対処療法が採られていること、べた基礎では建物自体の剛性を高めるより地盤改良して剛性を高めるのが得策である、等の回答があった。

VI-2は、地下水揚水によって水圧分布が静水圧分布ではない地盤において、浮き基礎工法の施工過程で根切りを行うと、たとえ排土重量と建物重量を等しくしても地盤透水係数や水理境界条件が変わるために沈下を生じる可能性がある」と指摘し、このような場合の建物の圧密沈下量の解析方法と簡単な予測法を提案したものである。約25m厚さの粘土層を対象とした計算例によると、排土重量と建物重量を等しくとっても、建物の沈下量は10cmに及ぶとしている。これは建物を施工したことによって、基礎底面付近の間隙水圧が約4tf/m²低下したためである。この間隙水圧低下量に相当する分だけ建物重量を低減すると、計算上では沈下は生じないことになる。さらに、建物基礎直下の地盤を改良して透水性を低下せしめれば、間隙水圧の低下は抑制され圧密沈下の進行は抑えることができるとしている。

本論文に対して光成(戸田建設)から、提案された間隙水圧分布計算法で用いられる地盤パラメーターの考え方、三笠理論との比較等についてコメントがあり、また基礎地盤の透水係数を低下させた場合の実験的な圧密沈下抑制効果について質問がなされた。これに対して、この計算は掘削・地盤改良・建物施工を瞬時に行う理想的な場合を想定したものであって実際工事では予測通りには行かないであろうが、この計算例によって、地盤の透水係数について十分考慮していないと排土重量=建物重量の施工をしても予期しない大きな圧密沈下を生じる可能性のあることを指摘し得た、との見解が示された。

VI-3は、砂杭で粘性土地盤を改良した場合の複合地盤のせん断挙動について考察したものである。砂柱を含む粘土供試体について三軸圧縮試験を行い、砂・粘土境界面の直応力は側圧より1~2割大きいこと、応力分担比 α' は変形の進行に伴って低減していくこと等を示し、複合地盤のせん断破壊のメカニズムは砂杭と粘土地盤が共通のすべり面で破壊するのではなく、それぞれの応力・ひずみ状態に応じて破壊すると考えてよく、複合地盤を異方性の $c-\phi$ 地盤と考えると解析すべきであると述べている。さらに、砂杭複合地盤の挙動と、柱状改良体および杭基礎を打設した場合の地盤全体の挙動について比較検討し、これらの地盤は等

学会活動から

ひずみの仮定が成り立つ場合には統一的に取り扱うことができるとの見解を示した。

本報告に対して古藤田（早稲田大学）から、イクイバレント $c \cdot \phi$ に大きな影響を及ぼす砂杭置換率 a_s の考え方、特に実際工事で砂杭の支配面積が隣接部分で重なった場合の考え方について質問が出され、砂杭の占める総面積で地盤面積を割った値を a_s としても支障はないとの回答があった。

3編の論文の内容と質疑応答のあらましは以上のように

ある。本シンポジウムに提出された論文の多くは、浮き基礎形式に関わる問題点を解決し、積極的にこれを採用していかうという立場でまとめられているが、既存の浮き基礎の隣接地で基礎工事がなされた場合の問題について検討した論文は見あたらなかったようである。近接施工が浮き基礎に与える影響は大きいと考えられるので今後この問題についても積極的に検討されることが望まれる。

（文責：三浦哲彦）

（原稿受理 1988.4.5）

第32回土質工学シンポジウム

— 支持杭に頼らない基礎工法 —

発表論文集 発売中!!

上記で報告されておりますシンポジウムで発表された18編の論文が掲載され、発売されております。

B5判 100ページ 会員特価 1,700円 定価 2,200円 編集・発行：社団法人 土質工学会
送料 300円/冊 62年11月発行

問い合わせ・注文先：社団法人 土質工学会 電話 03-251-7661 FAX 03-251-6688

近着の市販雑誌から

○土木施工 1988. 4 (山海堂)

特集 本四架橋の技術を知る

中島川橋梁における多柱式基礎の施工 寺西 逸郎外 3名
首都高速道路における波返し型もたれ擁壁の施工
一桝 久允外 2名

○土木技術 1988. 4 (土木技術社)

東京都における最近の下水道技術

大阪府における最近の下水道技術

○基礎工 1988. 4 (総合土木研究所)

特集 最近の基礎工用機械

最近の基礎工用機械の動向

基礎掘削用機械

海洋関連機械

地盤改良機械

中掘り先端高圧拡大根固め工法による

杭の施工法と支持力について

○橋梁と基礎 1988. 4 (建設図書)

北陸自動車道親不知海岸

高架橋の設計と施工(上)

青森大橋(仮称)の下部工(連壁剛体基礎)

本田 宜史外 1名

野崎 卓次

平山 嘉一外 1名

石橋 忠良外 1名

最近の学会活動から

○サンプリング研究委員会 (63. 3.16)

- 1) 砂および砂礫のサンプリングについてのアンケート集計結果の検討
- 2) 砂の一斉サンプリング実験の室内試験結果に関する検討
- 3) 昭和63年度委員会活動計画について

○地盤の液化化防止策に関する研究委員会 (63. 3.18)

- 1) 各工法別の液化化対策工法について

○規格基準検討委員会 (63. 3.23)

- 1) 土質工学会基準(案)上申書の検討
 - ①「土の一軸圧縮試験方法」
 - ②「土の粒度試験方法」
 - ③「CBR試験方法」
 - ④「現場CBR試験方法」

○高有機質土の力学的性質および試験方法に関する研究委員会

(63. 3.24)

- 1) 高有機質土に関する文献抄録集について
- 2) シンポジウム開催について
- 3) 成果報告書作成について

○地盤環境アセスメント調査委員会 (63. 3.28)

- 1) 国際土質基礎工学会への提出論文の準備について

○構造物の基礎と地盤との動的相互作用に関する研究委員会 (63. 3.30)

- 1) 文献抄録シートの紹介
- 2) 今後の委員会の進め方について

○新しい調査・計測技術の土質工学への対応に関する研究委員会 (63. 3.30)

- 1) 地盤工学研究所および計測技術計測の見学
- 2) 今後の委員会の進め方について