

京葉工業地帯の地盤調査

三木 五三郎

1. ま え が き

現在千葉県では、東京都と境を接する浦安町地先から、東京湾沿いにその南を限る富津ノ洲まで、延長約 80km に及ぶ遠浅な海面の埋立を計画し(第1図参照)、ここに 80km² にもおよぶ京葉工業地帯を造成しようとしている。これはすでにはば飽和状態に達したとも考えられる京浜工業地帯の外延地帯を形成するもので、わが国全体の工業立地計画から考えても極めて重要な事業だと思われる。

ところで工業立地の一つの大きな要件として、その地盤の良否が問題とされるのは当然であり、特にチュウ積地の周辺に埋め立てて造る新しい土地では、当初から地盤の構造と性質とを十分に掌握し、その条件に従って業種に応ずる土地利用の計画を決め、配置を行なうのが合理的である。

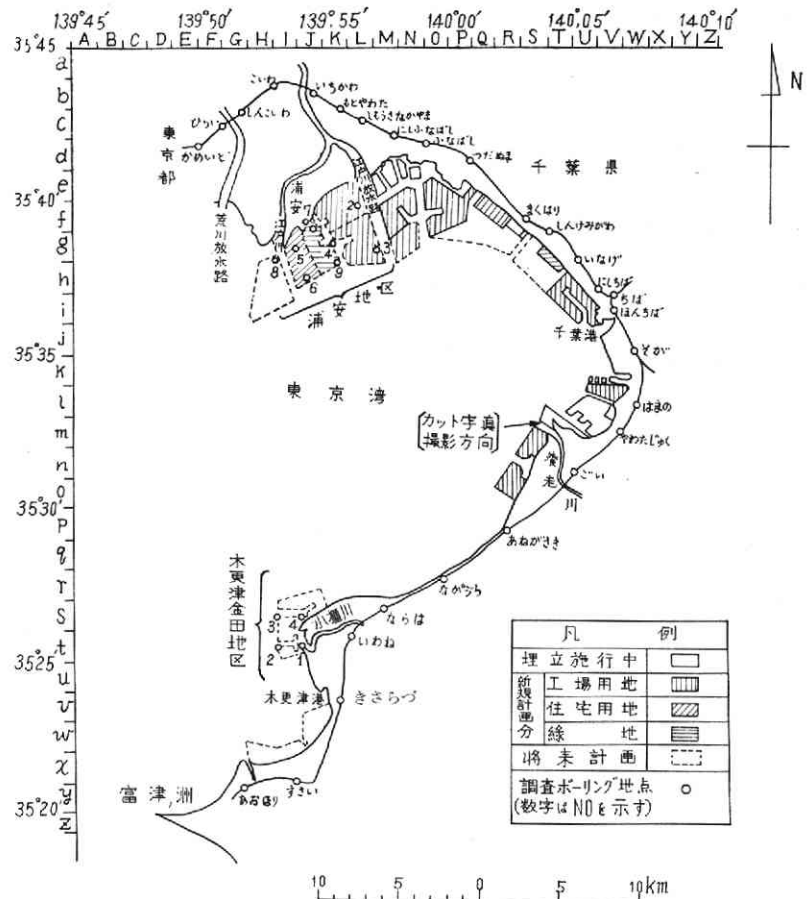
以上の見地から県では埋立造成の考えられる地域全般の計画的な地盤調査を立案し、昭和34、5年度にわたって2千万円をこえる調査工事を実施中である。現在筆者は土質学的な面でこの調査の計画と結果のとりまとめに協力しているので、本文では現在までに得られたデータの一部を用いながら、全般的な調査方法の概要について報告したい。

なお本調査の実際担当者は千葉県開発部企画課であり、計画およびとりまとめに当たっては、地形学的には貝塚爽平、地質

学的には成瀬洋の両氏に協力を願っている。さらに現在建設省計画局で実施を始めている全国都市地盤図作製の仕事は作業の進め方において本調査と共通するところが極めて多く、その調査方法を参考とすることも少なくない。上記の関係各位に対してまず敬意を表しておきたい。

2. 地盤調査の方法

われわれが現在行なっている地盤調査は、地域的には



第1図 京葉工業地帯の造成計画と34年度の調査ボーリング地点

すでに述べたようにかなり広範囲にわたるものであり、しかも現在ではまだ海底となっている所がほとんどである。重い構造物を安全に支持できるコウ積砂層は地表下60mをこさないと現われないような深い箇所もあり、調査はかならずしも簡単ではない。そこで実施した一般的な地盤調査の進め方はつぎのようなものとなった。

1) 既往の地盤調査関係資料の収集

現在の海中部分にはほとんど資料がないが、周辺の低地において従来土木や建築等の工事に際して実施されているボーリングおよび土質調査資料を収集する。水源調査や深井戸掘削に際するデータも集める。各資料はつねに調査実施地点を明確につかみ、なるべく大縮尺の建設省地理調査所発行の地形図中に第1表に示すような記号を用いて記入する。この際各資料には第1図中に示した各区画ごとに、資料の種別ごとの追い番号をつけて整理をする。

第1表 調査地点表示記号および番号

記号	調査の種類	調査番号
○	ボーリング	1, 2, ………
●	試料採取	
×	スウェーデン式サウンディング	S1, S2, …
+	二重管式コーン貫入試験	N1, N2, …
#	削井	W1, W2, …

(注) 削井の記号以外は、同一地点で行なわれたものは重合して書くことができる。たとえば
 ●5, 7 (S2, N5)

また既設構造物の基礎構造に関する設計資料、施工記録および各種観測記録を収集整理する。

2) 地形および地質構造の観察と検討

実地踏査および各種資料に基づいて地形および地質構造の観察と検討を行ない、調査計画を樹立する。

3) 調査方法の決定

地盤構造とその実際の性質を知るためには、現在では標準貫入試験を行ないながらボーリングを実施し、必要箇所からは土の乱さない試料を採取して土質試験を行な

うのが最も確実な方法であると考えられる。そこでこのような調査ボーリング工事を主体とし、これに原位置で土の強さを直接的に判定できるサウンディング試験を組み合わせて実施することにした。これらの調査地点の決定と調査深さの選定とは、1) および 2) から得られた知識を活用して行なう。

このようにして決めた京葉地区の地盤調査の実施(34年度分の中の浦安地区)および計画(34, 5年度分全体を含む)密度を、従来までの都市地盤図作成に際する調査密度と比較して示したのが第2表である。この中で東京、大阪、四日市および鈴鹿についてのデータは、都市地盤図作成研究会によるものであるが、単位のとり方はより直裁だと考えられるものに変えてある。また京葉関係では新しく埋め立てる所だけを考え、ボーリング資料としても、新しく調査工を行なうものだけを考えている。すでに埋立が完成して工場が建設されている所を含めると、一般的に調査密度はさらに密なものとなる。

3. 地盤調査の実施

実際の地盤調査は昭和34年秋から着着と計画をたて、最初の調査地域としては埋立地の用途の考慮もあって浦安地区をとり上げることになり、ここで実際に調査地点を決めて(第1図参照)工事を始めたのは本年2月以降となった。第1号孔は標準貫入試験を深さ1mごとに実施して地盤構造の大略を知ることに努め、この調査結果を参照して第2~9号の調査深さ(50~80m)および薄肉サンプラーによる試料採取位置(1地点に6個平均)を決めた。また各ボーリング地点では各2本のスウェーデン式サウンディングを実施することにし、その調査深さは20~25mとした。

また年度予算の関係で木更津金田地区に4本の調査ボーリングを実施することも決まり(第1図参照)、方法はまったく浦安地区と同じとした。

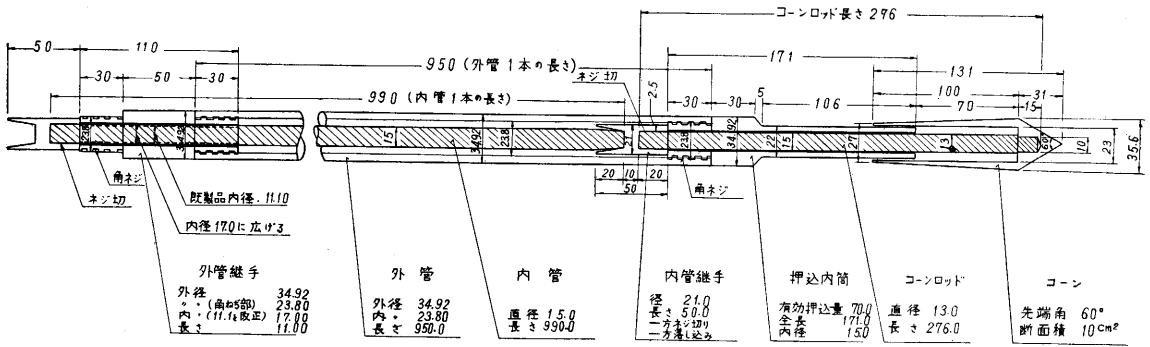
現在はこれらの調査結果の検討ととりまとめを行なう

と同時に、35年度工事の細目の決定を急いでいる。これからの調査の特徴の一つは、サウンディング方法として二重管式コーン貫入試験を実施することを決めたことで、この方式は現状ではいずれの調査業者もほとんど実用していない新しいものであるため、あらかじめ調査規準を示して試験を始めるまでに準備期間を与えることとした。規準に示した二重管式貫入コーンの見取図を、参考までに第2図に掲げておく。

第2表 調査密度の比較

地 域	東 京	大 阪	四日市	鈴 鹿	浦 安	京 葉*
ボーリング数 (本)	3,392	180	33	16	9	86
ボーリング延長 (m)	88,644	4,980	1,308	670	533.5	3,862
平均ボーリング深さ (m/本)	26.2	27.7	39.6	41.8	59.2	45.0
調査面積 (km ²)	408	171	28	21	21.1	79.9
ボーリング数密度 (本/km ²)	8.32	0.94	1.18	0.76	0.43	1.08
土質試験数 (個)	544	—	222	45	53	272
土質試験数密度 (個/10m・km ²)	0.51	—	2.00	0.51	0.43	0.76
サウンディング数 (本)	—	—	—	—	(18)**	165
調査数密度 (本/km ²)	—	—	—	—	0.43	3.15

(注) * 全体の予定数で、34年度工事で実施した浦安地区と金田地区の1部を含む。
 ** ボーリング地点で同時に実施したため、新しい調査地点とは考えられない。



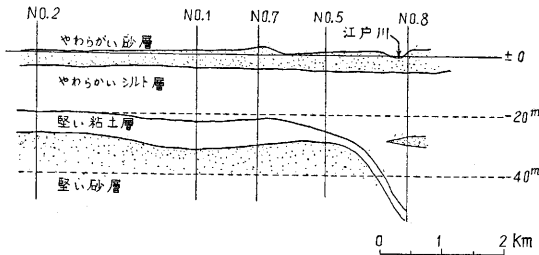
第 2 図 二重管式貫入コーン

単位 mm

4. 浦安および木更津金田地区における調査結果の概要

1) 地盤構造

浦安地区は江戸川、金田地区は小櫃川の、ともにチュウ積デルタ地域で、地表面近くには砂・シルト・粘土からなる柔らかい土層がタイ積しており、その下はかなり強い粘土層、よく締まった砂層または軟岩等からなるコウ積層となっている。第 3 図には 1 例として浦安地区の海岸線に平行な土層断面図を示した。



第 3 図 浦安地区の土層断面図

構造物基礎の設計という立場からは、上部のチュウ積土層の強さと圧縮性が最も注目される点であり、したがってコウ積層が現われる深さを予測することも重要となる。

両地域ともチュウ積層上部には数m厚の細砂層を持っているが、江戸川地区ではこの締まり方は悪く、金田地区では硬軟が場所により不規則となっている。

砂層の下のチュウ積シルト・粘土層は一般に極めて軟弱で、支持力および沈下の両面で多くの問題をなげかけている。

コウ積層の深さはその面での解析作用の結果などによって一様ではなく、浦安地区では一応現地表から 30m 程度と考えられるが、江戸川の荒川放水路寄りには大きな谷の存在が予測される。金田地区では 30~50m の深さとなっているが、谷筋の位置はいまのところ明確にはつかまれている。

2) 地盤の強さと性質

浦安地区の上部砂層は 5m 程度の厚さを持つのが普通であるが、標準貫入抵抗値 N は一般には 1~5 回/30cm で、締まり方の悪いことを示している。しかし場所によっては 6~16 回/30cm 程度の比較的薄い層を持っている場合もある。

砂層の下のシルト・粘土層は 15~20m の厚さを持ち (荒川放水路よりでは 40m 以上にも達する所がある)、砂分の含み方にもよるが極めて軟弱で、N 値は 0~3 回/30cm、粘着力は 0.1~0.3 kg/cm² 程度と考えるべきである。

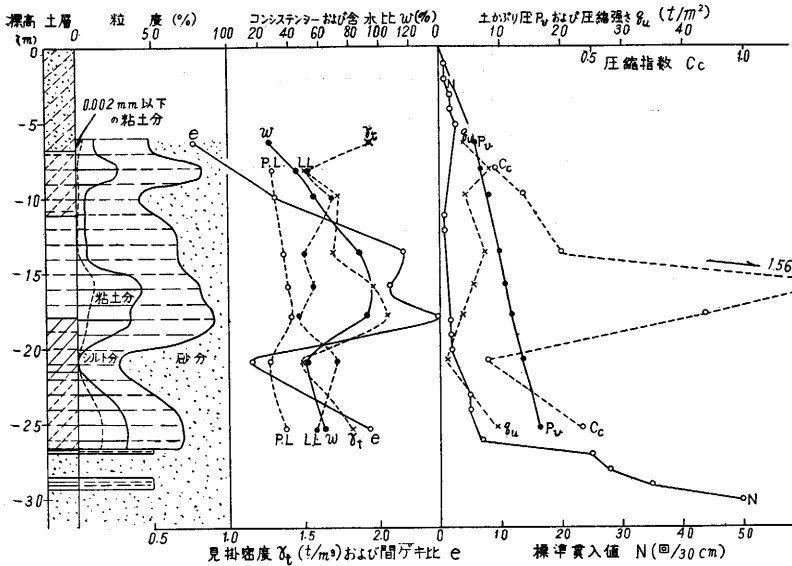
この軟弱層の下には次第に砂分を多く含むシルト・粘土層があり、N 値は 5~18 回/30cm、ついで N 値が 30 回/30cm 以上のよく締まった砂層が横たわる。この砂層は構造物の基礎としては十分な支持力を持つものであるが、最深 80m まで行なった今回のボーリング調査の範囲ではレキ層は現われなかった。

いま 1 例として深さ方向に変化する土の性質を一覧図にして示すと第 4 図を得る。

また金田地区についてみると、上部砂層は、一部には N 値が 40 回/30cm 程度に非常によく締まっている地域があるが、一部には 15 回/30cm 前後のややゆるい地域もある。砂層の下にはシルト層があり N 値は 5 回/30cm 程度で軟弱である。その下には軟岩ないしはレキ層からなるコウ積層が現われるが、深さはかなり不規則である。

第 5 図には両地区の粘性土について、圧縮指数と液性限界との相関性を示した。

また両地区とも標準貫入試験 1 本に対し、地表から 20~25m の深さまでは 2 本のスエーデン式サウンディングを同時に実施したので、後者の測定平均値と前者の測定値との関係を図示してみたのが第 6 図および第 7 図である。その結果をみると、軟弱な土層に対してはこれらの原位置試験はともに適した方法だとはいえないようで、相関性もよくない。特に砂層にシルト分の含まれる場合



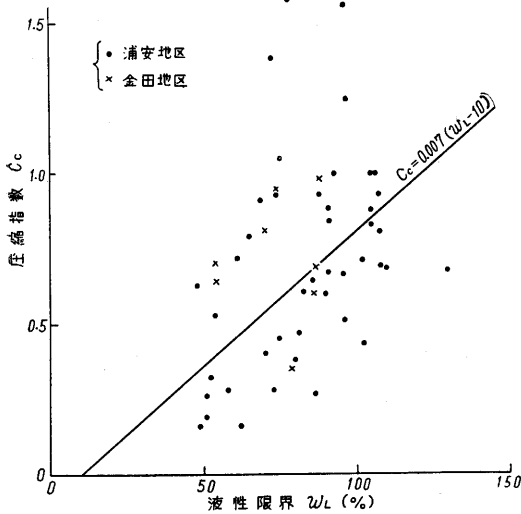
第4図 浦安地区 No.5 地点における土性一覽図

浦安地区に埋立が行なわれる場合、現在の上部砂層の上にさらに3m以上の細砂層が置かれることになる。この層がつねに地下水面より上にある場合にはある程度の支持力は期待してよいであろう。このことは第8図に示した京葉地区の既設埋立地における載荷試験結果からも類推することができる。しかし埋立後上部砂層全体として果たしてどの程度まで大きなN値を期待できるかという点には問題が多い。第3表にはこの地域と同様に軟弱なシルト・粘土層上にチュウ積砂層が発達しているいくつかの都市地域につき、そのN値を比較して表示してみた。

砂層の許容支持力をN値から推定するには、普通の基礎幅の構造物に対しては次式がよく用いられる²⁾。

$$q_a = N(t/m^2)$$

厚さが10mに近く、10以上のN値を持つ砂層が発達している地域では、3~4階の通常の建物(ベタ基礎とする場合単位面積当たりの荷重が4~6t/m²)は砂層上に構築可能であろう。もちろんこの場合にも長期にわたる



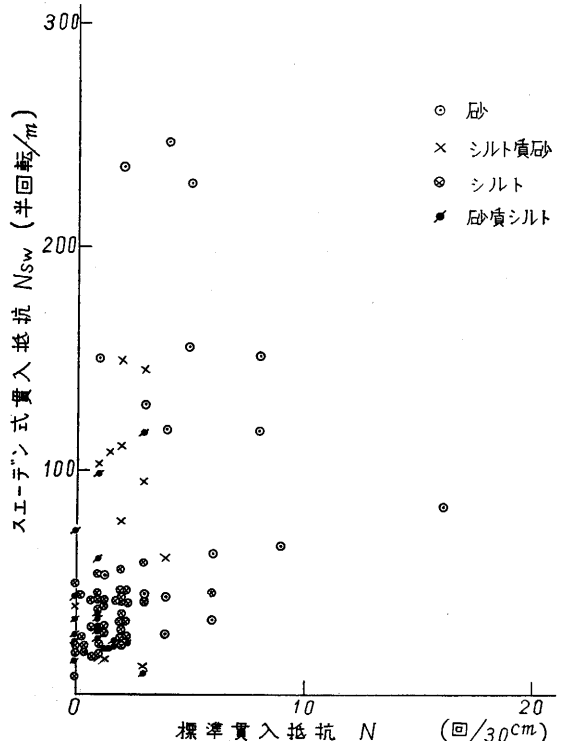
第5図 圧縮指数 C_c と液性限界 W_L との関係

第3表 チュウ積土層の性質

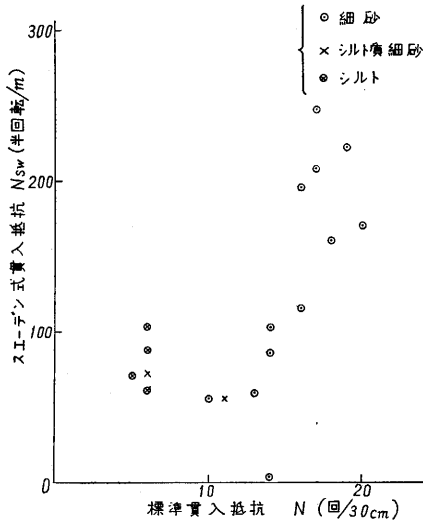
	上部砂層		砂層直下の軟弱層	
	厚さ(m)	N値(回/30cm)	厚さ(m)	N値(回/30cm)
浦安地先	5	1~5	15~20	0~3
船橋地先	1~5	3~15	3~7	0~3
千葉市内例	0~5	15~30	3~8	0~3
川崎市内 ³⁾	0~15	5~12	—	0~10
北伊勢 ⁴⁾	2~10	平均15	6~35	0~7
広島市 ⁵⁾	約7	10~15	約20	3~4

には、その微妙な多寡が相関性に大きな影響を持つ可能性のあることに注意しなければならない。

5. 調査結果の考察



第6図 標準貫入試験とスウェーデン式サウンディングとの相関性(浦安地区)

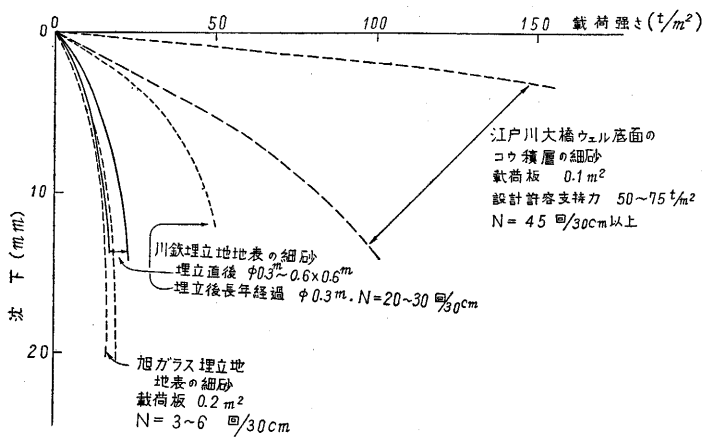


第 7 図 標準貫入試験とスウェーデン式サウンディングとの相関性 (木更津金田地区 No.1 地点)

圧密沈下の影響はまぬかれ得ないから、荷重の配分には十分の注意を要する。

現在京葉地区にも、上部砂層中に基礎をとどめている上述のような建物が二、三みられる。これらについては沈下の進行状況等を継続的に観測して現象を解析し、隣接地区の今後の基礎工事の設計資料とすることが大切である。

チュウ積層の下に横たわるよく締まったコウ積層の砂層は、通常重要構造物の基礎として十分な支持力を持つ。第 8 図にはこの層で実施した載荷試験結果をも示してある。したがってこの場合の問題はこの層まで基礎を届かせることがその構造物にとって経済的に可能かどうか



第 8 図 京葉工業地帯の各種地盤の載荷試験特性

かという点にしぼられることになる。

6. 今後の問題点

現在進めている地盤調査に関連して、今後さらに研究してゆきたい問題は極めて多いが、いまその二三の例を列挙するとつぎのとおりである。

1) 調査地域の中には直接工業用地となる予定がないため、今回の調査工事ではボーリングを実施できない箇所が残る。できればこのような所でも必要な試験を行ない、地域全体の地盤構造を確実に確かめたい。このことは現在すでに陸地になっている所についてもいえることである。

2) 建造物の沈下等については、既存資料の収集としてだけでなく、必要があれば本調査の一環として組織的にデータをとるべきである。ただし地盤沈下のデータをとる考慮は現在すでに払われている。

3) 工業用各種施設の要求する地盤条件を組織的に調査して、これらの施設を配置するための基礎資料を整えなければならない。

4) 地盤の地震に対する挙動を知っておく必要がある。このための一つの測定方法としては、生研岡本舜三教授により、浦安地区 No.7 地点の調査ボーリング孔を利用して、地表、軟弱シルト層およびコウ積砂層中に地震計を埋設すみで、実際地震による震動記録が得られる手筈になっている。従来もいくつかの重構造物にはとりつけられている強震計のほか、地盤そのものの震動記録が得られるこのような装置を、さらに二三の地点に埋設したいものである。(1960.6.16)

参考文献

- 1) 都市地盤図作成研究会：都市地盤図作成規準案，9p.，35.6
- 2) 三木五三郎：「基礎地盤調査に用いる各種のサウンディング方法について」，生産研究，Vol. 11, No. 3, pp. 7~14, 34.3
- 3) 神奈川県：京浜工業地帯地盤基本調査 68p.，32.1
- 4) 四日市市地盤調査委員会：北伊勢工業地帯四日市北部地区地盤調査報告書，138 p.，34.12
- 5) Yorihiro Ohsaki："Settlement and Crack Observation of Structures"，Soil and Foundation, No. 1, pp. 3~19, 35.3