

中縮尺土地保全図付属説明書

縮尺 2 万 5 千分の 1

土地保全基本調査(久喜市・松江市周辺地区)報告書

—— 沖積地帯の土地保全 ——



平成 4 年 3 月

国土庁土地局国土調査課

A. 久喜市周辺



縮尺 4 万分の 1, M28, No.21



縮尺 1 万分の 1, CKT-86-2, C9-48(縮少)

B. 松江市周辺



縮尺 4 万分の 1, M624, No.27



縮尺 2 万分の 1, CG-84-1X, C5-6(縮少)



序

この調査は、埼玉県久喜市周辺及び島根県松江市周辺地域を対象に、国土調査法に基づき実施されている縮尺5万分の1土地分類基本調査の成果、もしくはこれに準じてなされている成果がどこまで沖積地域の災害を語れるのか、災害を語るに不足なデータは何なのかを明らかにし、不足なデータの調査法と図示法を示すことを目的として実施した。

現在、縮尺5万分の1土地分類調査の成果は、(1)地形分類図・表層地質図・土壌図・傾斜区分図などの自然環境からなる主題図と、(2)土地利用現況図や防災等関係法令指定区域図などの社会環境関係の主題図からなる。これらの主題図類は、それぞれ単独でも広く利用されている。ある程度の基礎知識があれば、洪水や地すべりの常襲地は地形分類図から読みとることができるし、建物など建設する場所の支持地盤の深さや骨材・用土の採取適地は表層地質図から、また泥炭地など水で飽和した軟弱地盤の分布や表層構成物質の土性は、土壌図からそれぞれ読み取ることができる。

土地分類基本調査の成果は、このような個別の利用法だけでなく、これらを相互に有機的に組合せることによって、例えばダム・道路・水路・発電所などの構造物の位置選定、農地・宅地などの造成事業、さらに環境アセスメント等の基礎資料としても利用できる。

本調査は、(1)既往の土地分類基本調査成果から、沖積低地の災害を如何に予測できるか、(2)現在の成果に何を追加することによって、より一層適確な災害予測が可能になるかを大河川の作る低地部としての久喜市周辺地域と山に囲まれた狭い低地部の松江市周辺地域をモデルとして試みたものである。

調査の成果は、沖積低地災害対策土地保全図として別添の図にまとめた。特に新しく追加した調査については、既往の土地分類基本調査にどのように組み込めるかを知るために、5万分の1の縮尺で表示を試みた。

最近では、人口の過度な集中によって、これまで利用されなかった低湿地地帯にも変化の波が押し寄せている。低湿地地帯はこれまでも多く見られるように災害の多い地域であり、これが災害に結びつかないように保全策がとられ、適正な土地利用が推進されるよう希望したい。本書がその一役を担えれば幸いである。

企画・編集：国土庁土地局国土調査課

専門調査官 庄 司 浩

作業機関：アジア航測株式会社

環境地質部 防災地質課

目 次

1. 調査諸元

1. 1. 調査の目的と方法	1
1. 2. 土地分類基本調査成果の活用	2
1. 3. その他の既存資料の活用	7
イ. 既存の地形分類図	7
ロ. 空中写真	7
ハ. 古い地形図（旧版地形図）	13
ニ. ボーリング資料	14
ホ. 既存の地質図	15
ヘ. 地下利用に係わる資料	15

2. 久喜地区

2. 1. 自然条件	17
2. 2. 地盤の工学的性質	18
2. 3. 地下利用の現況	24
2. 4. 災害記録	25

3. 松江地区

3. 1. 自然条件	34
3. 2. 地盤の工学的性質	34
3. 3. 地下利用の現況	41
3. 4. 災害記録	41

4. 沖積地帯の土地保全

4. 1. 地盤の液状化	49
4. 2. 水災害	54
4. 3. 地盤沈下	55

ま え が き

国土統計要覧（国土庁監修）では、我が国で低地と呼ばれる土地は約52,000km²あり、このうち傾斜が3°以下の土地は48,500km²あるとなっており、この面積は九州全体に四国の半分を加えた広さである。ここで言われている低地とは、国土を山地、丘陵地、台地、低地、内水面などに区分した場合の低地であり、ほとんど現世の地形作用のおよぶ範囲として沖積の地層が堆積する地域と考えられる。

沖積低地は人間の生活の基盤であり、人口や産業が集中して土地の高度利用化の進む地域である。が又一方では災害の発生し易い地域でもある。一般的には、地盤が低いために水に係わる災害が多く、洪水などの水害や地盤沈下、地震による液状化などがある。本調査では、都市化の傾向にあり実際に災害の発生している地域で、すでに土地分類基本調査成果のある以下の区域を選んだ。それぞれの区域の概況は、

埼玉県久喜市では、関東平野の北部で江戸川が利根川に合流する付近に位置する。東京湾より50kmほど内陸に入っているにもかかわらず、台地で標高20m以下、低地では標高10m前後と低く、利根川の作る自然堤防や旧河道が複雑な地形パターンを見せている。近年都市化の傾向が強く、このため地盤沈下が顕著な現象として取り上げられている。

また松江市は島根県の県庁所在地で、宍道湖と中海を結ぶ砂礫堆上に位置し、低地の広ろがり小さく、湖の作る低平な地形が谷の奥まで入り込んでいる。砂礫堆の周辺は低湿な三角州性の地形であるが、市域の拡大に伴ってこの低湿地を埋め立てて利用している。このため近年では地盤沈下などの災害が発生している。

これらの地域で土地保全を目的とした成果を得るためには、どのような調査を進めるのが最良なのかを検討し、他の沖積低地にも応用可能な土地分類調査成果としての検討をおこなった。



1. 調査諸元

1.1 調査の目的と方法

近年の社会情勢は、地方の中核都市の周辺部まで土地の高度利用が広がる、特に沖積地域では、これまで利用の全く見られなかった低湿地帯にも利用の高度化の嵐が吹き出している。このような地域では、全体に軟かい地層が厚く堆積して、このため重量物を載せると地盤が沈下したり、地震によって液状化が発生したり、また豪雨時には洪水の災害が発生したりすることが多い。

このような災害に効果的に対処するためには、地域の自然条件を把握し災害に対する保全策を検討することである。

土地分類基本調査は、土地の自然条件を調査するもので、調査の当初は食糧増産や山林復興を目的としたものであったが、その後の社会情勢の変化に伴って開発に係わる基礎資料の整備から、最近では自然環境の保全など各種保全調査の基礎資料として整備されつつあるもので、地形調査・表層地質調査・土壌調査・傾斜区分などが調査の内容となっている。このうち、沖積地域の自然条件調査としては地形調査、表層地質調査、土壌調査などであるが、これまでの調査で表現されている内容では不十分である。特に地形調査では細かな地形の分類ができておらず、また表層地質調査は沖積地域では地表近くの礫、砂、泥の区分だけで地層の区分はなされていない。

本調査では、土地分類基本調査にどのような調査を被せると沖積地域の保全調査として活用されるのかを求めるものであり、将来的には国土の沖積地域全般について実施することを考えている。

調査はすべて資料に基づいておこない、既存の地形分類図や空中写真さらには古い地形図を用いた微地形分類、ボーリング柱状図や既存の地質図を解析して地盤図、さらには地下の利用状況などについて作図する。調査の流れはフローチャートに示す。

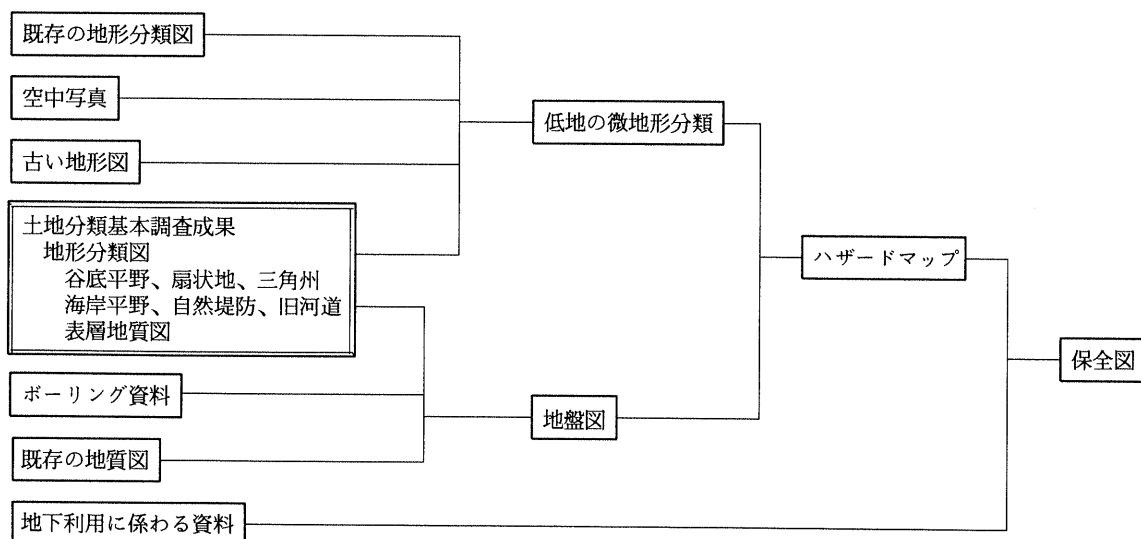


図1-1 フローチャート

1.2 土地分類基本調査成果の活用

土地分類基本調査の成果は、国土地理院で発行している5万分の1地形図の図幅を単位として、基本的には県毎に地形分類図、表層地質図、土壌図、土地利用現況図、傾斜区分図、水系・谷密度図、起伏量図などが作られ、更に県によっては防災に係わる図を作成しているところもある。本調査では、このうち沖積地域にかかわる成果図の活用について説明する。

地形分類図では扇状地、谷底平野、三角州、砂丘、湿地、泥炭地、砂礫堆などが低地帯の区分項目となる。この区分は低地帯を中区分にしたものであり、縮尺が5万分の1であるとはいえ、保全調査の基礎資料として活用するにはやや粗い区分である。このため、これらの区分に更に詳細な区分が必要となる。但し、県によっては細区分に近い項目で実施しているところもあり、この場合には地形分類図をそのまま保全調査の基礎資料として活用することが出来る。

久喜地区は細区分に近いもので、自然堤防、旧河道、後背湿地などが分類されており、保全調査の項目としてそのまま活用可能である。が、旧河道はやや拡大解釈して表示している傾向にあり、後背湿地も湿地との関連でやや不明確な点がみられる。また、盛土や埋土など人工的に作られた地形が表示されていない。

松江地区では中区分だけで細区分はされていない。地形的には細区分の必要性が少ないこともあるが、性状区分との組み合わせで読める地形もある。但し表現がやや粗い。また盛土などの地形が取り扱われていないことも、全体に粗い区分となっている。

表層地質図は、地表下数10メートルまでの地質の状況を面的に表わしているもので、特に浅い部分の岩石のかたさについて表示している。しかし、沖積地域については地層の表面に限られ、これらが礫か砂か泥かの区分でしか表現されていない。本調査では特に沖積地域の保全を目的としていることから、地表付近の地層の状況に限らず地下の方向にも、少なくとも沖積堆積物全体の情報を得る必要がある。図1-4、1-5からも分かるように、ここでは砂や泥の分布状況が把握出来るだけであり、垂直の方向も特定地層の面を表示しているだけである。

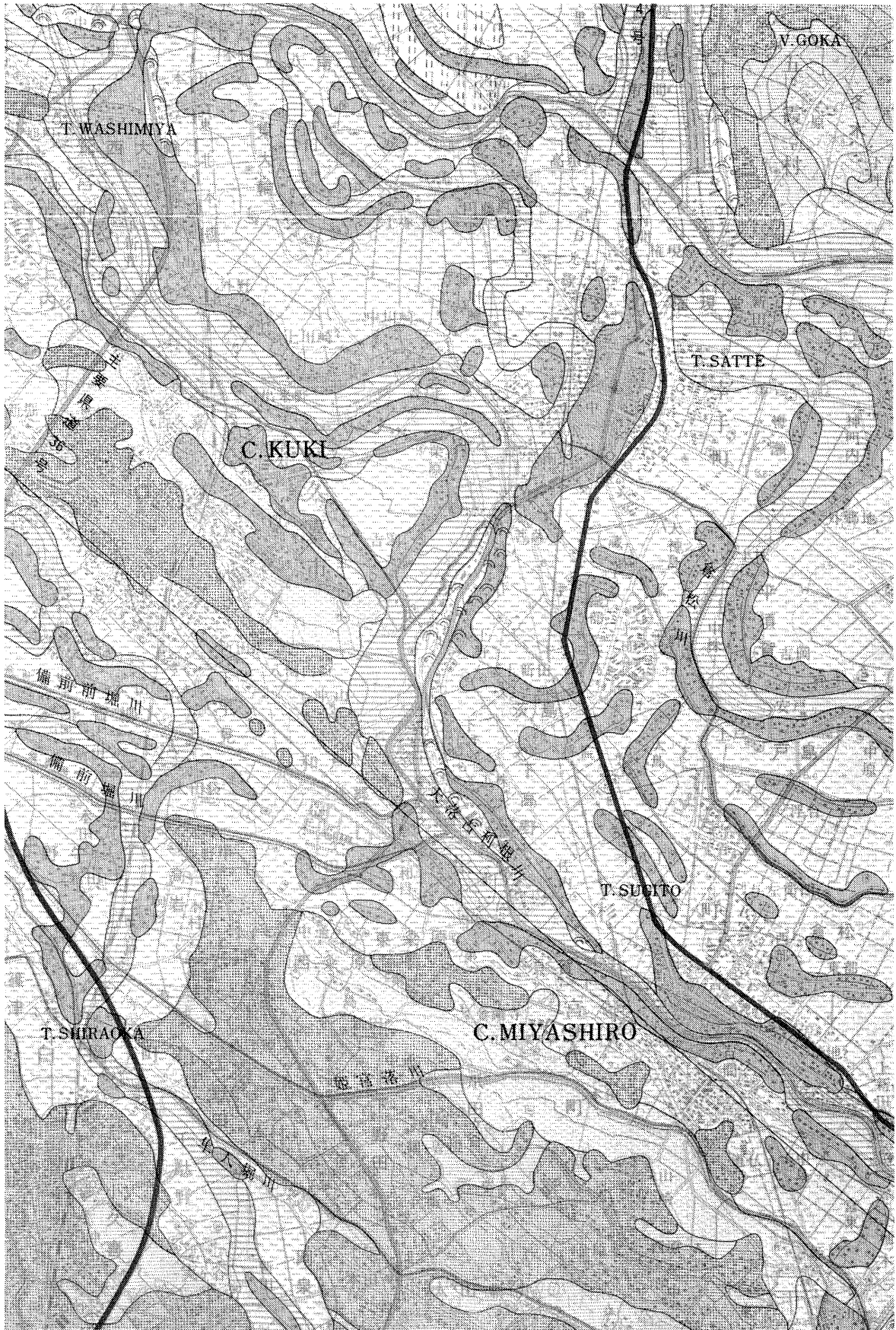


図1-2 5万分の1地形分類図 「鴻巣」



図1-3 5万分の1地形分類図 「松江」



図1-4 5万分の1表層地質図 「鴻巣」



図1-5 5万分の1表層地質図 「松江」

1.3 その他の既存資料の活用

本調査を進めるに当っては、土地分類基本調査の成果を活用する事は勿論であるが、前記したように多くの点で無理な部分がみられる。これを補うため次のような資料を収集し、それぞれの資料に解析を加えて活用する。収集する資料はイ、既存の地形分類関係、ロ、空中写真、ハ、古い地形図（旧版地形図）、ニ、ボーリング資料、ホ、既存の地質図、ヘ、地下利用に係わる資料などである。以下順を追って資料の内容及び利用方法などについて説明する。

イ、既存の地形分類関係

地形を分類したと称する図は多くみられるが、ほとんどが主題を伴ったものであり、調査の範囲も大きいもの小さいもの各種あり、これらの図がすべて活用出来るものではない。表1に本調査で活用出来ると思われる既存図の一覧をあげる。またこのうち利用度の大きい土地条件図、治水地形分類図について概略の分類基準を述べる。なお詳細な分類基準は表2、3に示した。なお土地分類基本調査の地形分類図については、1、2で記載したので省略する。

土地条件図はその前身を洪水地形分類図に求めることができる。水による災害の基礎的な自然条件を得るもので地形分類、地盤高、各種機関および施設からなる。地形分類は台地、低地が主体でわずかな起伏を形態的に区分する。また人工地形も詳細に表示する。地盤高は洪水時の湛水・冠水地域および0メートル以下の地域の状況を把握するために1m毎の等高線で示す。さらに各種機関および施設は、防災に関わる各種施設を表示したものである。

治水地形分類図は、治水を効果的に進めるために河川の影響範囲の自然条件を微細に表示したものである。特に河道の変遷状況については将来的な治水計画のうえからも重要な資料となるため、各種の資料に基づきその状況を表示している。特徴的なものは堤防の現況を示していることである。完成されたものなのか、未改修のものなのかなどに分けけて表示している。

土地条件図や治水地形分類図を利用する場合、前者では水による災害が主題とは云え、低地帯の地形の自然条件を普遍的に取り扱っていることから、資料としてはそのまま活用が可能である。但し、比較的広い範囲ではあるが、限られた地域について作成されているので資料の有無を確認することである。後者ではかなり鮮明に主題が出されており、このため分類項目も限られたものとなっている。表示されているものについてはそのまま活用することが可能である。これについても、地域がかなり限定されているので活用の際には範囲を確定しておくことが必要である。

ロ、空中写真

土地の高低や平面の形状を知るためには空中写真は最大の武器である。空中写真には、航空機から地上に向って垂直に撮影する垂直写真、斜め方向に撮影する斜写真とがあるが、一般的に空中写真と云われているのは垂直写真のことであるので、ここで

表1 活用可能な既存の地形分類図

図名	縮尺	作成機関	作成年	摘要
地形分類図 (土地分類基本調査)	5万分の1	経済企画庁	1954～1975	「前橋」など全国51図幅を作成。説明書あり。調査は国土地理院、都道府県の国立大学が担当。
地形分類図 (土地分類基本調査)	5万分の1	各都府県	1970～	550図幅以上を完了。但し各府県単位のため、5万分の1地形図でダブリ図幅あり。説明書あり。調査は各都府県の国立大学が担当。
水害地形分類図	5万分の1	資源調査会 科学技術庁など	1956～	「木曾川流域濃尾平野水害地形分類図」など15地域。 調査は主として大矢雅彦（早稲田大学）が担当。
洪水地形分類図	2.5万分の1	国土地理院	1960～1963	
土地条件図	2.5万分の1	国土地理院	1963～	全国の平野を中心に95面（1988年3月末日現在）が完了。説明書は図幅をまとめて地域毎にあり。市販されている（図面のみ）。
土地条件図	1万分の1、 1.5万分の1、 2.5万分の1	国土地理院	1968～	「小倉」など14面（1988年3月末日現在）が完了。研究作業として課題を持った地域を抽出して実施。説明書あり。
土地条件図	5万分の1 2.5万分の1	国土地理院	1968～1973	全総計画に係わる基礎的資料として5万分の1を17面、2.5万分の1を56面作成。説明書は図幅をまとめて地域毎にあり。国土総合開発事業調整費による。
沿岸海域土地条件図	2.5万分の1	国土地理院	1972～	海域とその沿岸部について「四日市」など62面（1988年3月末日現在）が完了。説明書あり。市販されている（図面のみ）。
治水地形分類図	2.5万分の1	国土地理院 地方建設局	1977～1979	全国の直轄河川流域を対象に918面作成。
微地形分類図	2.5万分の1	建設省計画局 各都道府県	1961～1970	
地形分類図	2.5万分の1	農林水産技術会議	1958～1959	
地形分類図	5万分の1	林野庁	1951～1956	森林保全研究のため「多摩川」「野呂川流域」を実施、調査は主として式正英（地理調査所）による。
地形分類図	5万分の1	林業試験場	1957	

表2 土地条件図における低地部の地形分類基準

区 分		内 容	適 用
低地 の 微 高 地	扇 状 地	山麓部にあつて主として砂礫からなる扇状の堆積地形	砂礫質で表面傾斜2~3°以上15°以下のもの。範囲を溪口部周辺に限定する
	緩扇状地	山麓部または扇状地の縁辺部にあつて砂、シルト質からなり、傾斜も比較的緩やかな堆積地形	砂ないしシルト質で表面傾斜2°~3°以下のもの
	自然堤防	河川の道路沿いまたは周辺に砂やシルトが堆積してできた帯状の微高地	河川流路沿いに帯状またはパッチをなし、砂ないしシルト質で一般面との比高0.5~1.0m以上
	砂 丘	風によって運ばれた砂からなる小高い丘	海岸または稀に河岸に位置し、風成であることが明らかな砂質微高地で一般面との比高3~4m以上
	砂(礫)堆砂(礫)州	海岸、湖岸付近で砂または礫からなる波浪、沿岸流によってできた微高地	ほぼ海岸線に平行して内陸部に存在し、一般面より、0.5~1.0m以上数m程度高い微高地
	天井川沿いの微高地	天井川に沿って形成された半人工的の微高地	堤外地が河川敷となっているもので一般面との比高数m~10m以上
凹地・浅い谷		台地、段丘、低地の微高地などの表面に細流や地下水の働きによってできた凹地や浅い谷	台地、段丘、低地の微高地などの表面より0.5~1mから数m程度まで低い部分
低地 の 一 般 面	谷底平野	山地、丘陵地、台地、段丘を刻む河川の沖積作用により、広く開けた平坦地	砂、シルト、粘土などよりなり、高地で挟まれている沖積地、および河間地を占めた広く開けた一般面
	海岸平野	浅海堆積面が海退により陸化した平坦地、および河口部にあつてはシルト、粘土質からなる平坦地	砂堆や砂堤間または背後の粗砂、細砂、シルト質の一般面、および河口付近は主としてシルト、粘土質の一般面
	後背低地	河川の沖積作用が比較的及ばない沼沢性起源の低湿地	主として粘土や泥炭質物質からなり沼沢性で河川の沖積作用が比較的及ばない低湿地
	旧河道	過去の河川流路の跡	干上がった旧河床。一般面よりの比高0.5~1.0m、自然堤防よりの比高1~2m内外低い帯状の凹地
類 水 地 形	湿 地	地下水位が著しく高い土地	湿地は地下水位が地表下ほぼ20cm以内の部分
	天井川の部分	堤防によって囲まれた河床が堤内地より高い部分	堤防で囲まれた河床または水面が堤内地より高い部分
	高水敷	堤外地のうち洪水時に冠水する土地	河川または海岸の堤外において平水では冠水しないが異状高水時に冠水する部分
	低水敷・浜	堤外地のうち高水時に冠する部分、および海岸の波打ち際の砂地	河川の平常の流量を通ずる部分および海岸の前浜にあたる部分
	落 堀	過去の破堤洪水の際に洪水流の激しい侵食によってできた堤内地の凹地、通常池とか湿地になっている	堤内または旧堤内にあつて形成記録のあるもの、または洪水記録、写真判読によってほぼ確実なもの
	潮汐平野	潮の干満によって水面上になったり水面下になったりする土地	写真判読でその範囲が不明なものは、海図を利用する
人 工 地 形	平坦化地	山地、丘陵地、台地などの斜面を切り取り整地した平坦地または緩傾斜地	宅地造成地、ゴルフ場、採土跡などの主として切り取りによる平坦ないし緩傾斜地
	農耕平坦化地 階段耕作地	山地、丘陵地、台地などの斜面を農耕地として切り取りによる整地した土地、および階段状の耕作地	斜面を農耕地として整地した平坦ないし緩傾斜地。階段耕作では崖を総括して記入する
	切土斜面	切取られた斜面	比高5m正射影の幅15m以上の切り取り斜面
	盛土斜面	盛土地の斜面	比高5m正射影の幅15m以上の盛土斜面
	高い盛土地	とくに高潮、洪水などの防禦対策上、高く盛土された土地。陵墓、古墳などの高い盛土地を含む	内陸部では一般面との比高ほぼ2m以上、沿岸部では水面よりの比高ほぼ3m以上の盛土地
	盛土地	主として低地に土を盛って造成された土地	主として低地において、0.5~2m盛土した部分、市街地では0.5m未満でも表す
	埋土地	沼沢地、池沼、河川敷などを一般面とほぼ同じ高さにまで埋立てた土地	一般面とほぼ同じ高さまで埋土された部分
	干拓地	頻水地形や水面を干して陸地化した土地	史実によって干拓地であることが明らかにされているもの。盛田された部分は盛土地で表す
凹 陷 地	砂利採取跡、溜池跡など人工的な凹地	人工的な凹地で水が溜っていない部分	

表3 治水地形分類図における地形要素区分と定義および治水上の特徴

区分	名称	定義	治水上の特徴
山地	山地丘陵	台地、低地以外の起伏地で、急斜面、緩斜面及び山麓堆積物からなる地域。	この図では低地と台地の他はすべて山地として表現しており、ここには山麓堆積物（崖など）が含まれる。また、崖、崩壊地、地すべりなどもすべて山地として表現している。山地・丘陵地は一般に洪水の影響を受けるとはならないが、山麓堆積物や崩壊地の堆積物などのように不安定な状態のものが洪水によって洗掘されたり、それ自体が大雨のために水を含むことにより崩落して災害を生ずることがある。
台地	台地	段丘面を含んで、低地からの比高が1 m以上の平坦な地形の部分。比高が数m以上のものと、1～3 m程度の比較的狭小なものとがあるが、ここでは区別しない。	台地・段丘には低地からの比高が数m～10 m以上のものと、これより低く2～3 m以下のものがあるが、ここでは区別しなかった。
低地（微高地）	崖	幅狭い極急斜面 ①比高1.5 m以上、巾15 m未満（小） ②比高5 m以上、巾15 m以上（大）	前者は洪水に対しては安全であるが、台地上にある浅い谷では一時的に大量の降水を流下できずに溢水して浸水することがある。後者は大規模な河川洪水の際には浸水することがあるが、湛水深、湛水時間ともに小さい。なお、低地からの比高を測定して、何段かに分けられるものは区別しておくことが望ましい。
	扇状地	山麓部にある砂礫から成る堆積地。	台地の縁辺、台地内の明瞭な崖のみを、大、小に区別してある。
	砂丘	風成の砂から成る比高2～3 m程度以上の丘及びこれより比高の小さい砂州、砂堆を含む。	扇状地は山地と平地の中間にあることかからして、平地より勾配が急で、山地からの出水がその表面を流下するときに浸水することがある。湛水深、湛水時間ともに小さいが、土石流や土砂流による著しい堆積や侵蝕の被害を蒙ることがある。なお、扇状地上の旧河道については旧川微高地の表示をしているが、ここは大出水時には洪水の流路となる可能性が大きい。
	自然堤防	洪水時に河川が運搬した粗粒～細粒の物質が流路外側に堆積したもので、低地との比高が0.5 m～1 m程度以上のもの。 この図では、このうち長時間にわたって存在している（明治年間以降）もので、空中写真あるいは古い地形図上の土地利用から抽出したものに限定して表現し、その他は一般面に表現する。	砂丘は風によって運ばれた砂が堆積した小高い丘で、海岸に平行して見られることが多い。洪水による浸水のおそれはない。なお、ここに砂州と砂堆を含めて表示している。これは波浪によって形成されたもので、旧海岸線や大河川の河口付近に分布するもので、洪水に対する安全度は自然堤防の場合と同じと考えてよい。
(凹地)	天井川の分	堤防によって囲まれた河床が、堤内地より高い部分。	自然堤防には、定義上かなり低いものやその存続期間が洪水から次の洪水までの短いものも含まれるが、ここでは治水上重要なものとして、一般には比高0.5 m～1 m以上のもので、少なくとも大正年間以降存在しているものに限って表示した。ただし、河川下流部の沖積低地では、これより低くても表示してあるものもある。洪水に対しては比較的安全で、内水氾濫によって湛水することはなく、大規模な河川洪水のときには湛水することがあるが、湛水深、湛水時間ともに小さい。なお、自然堤防には古い天井川沿いの微高地を含む。
	浅い谷	台地・扇状地上の浅い谷。	流下土砂量の多い河川の流路が固定されたため、堆積する土砂によって河床が、一般面より高くなったもので、洪水時に破堤が起こりやすくなる危険が大きい。また、天井川が破堤した箇所には著しい土砂の堆積があり、これを洪水堆積地とよぶことがある。
	旧河道	過去の河川流路の跡で、原形を留めているものの他に、空中写真や旧地形図上に存在が認められ、現在は周囲と同じに改変されているものについて表示する。	台地や扇状地上の浅い谷では、集中豪雨などにより一時的に洪水の流路となる危険があり、急傾斜の部分では土石流や土砂流が流下するおそれがある。
	落堀	過去の洪水による破堤の際に流水によって侵蝕されてできた凹地、池で残っているもの。	過去の流路の跡であり、両側の自然堤防より1～2 m程度低いことが多い。河道の跡を留めている場合には洪水の流路となりやすく、河道の跡を留めていない場合でも埋積堆積物は軟質であり、内水の浸水が起こりやすくなる。M、T、S（赤字）は、明治、大正、昭和を意味し、各時代まで流路が存在していたことを示している。
(低地)	旧落堀	旧地形図あるいは空中写真で認められる落堀で、堀地で残っているものまたは、現在はその原型のかわからないもの。	池として残っているものを落堀とし、原形を留めないものや湿地となつていていものは旧落堀とした。いずれも内水の氾濫の際には、湛水深、湛水時間ともに大きいことが多い。
	氾濫平野	河川の沖積作用や浅海堆積作用によって形成された平地。谷底平野、海岸平野、三角州を含む。	氾濫平野として表示したものの内には本来の氾濫平野の他に谷底平野、海岸平野、三角州を含む。氾濫平野と谷底平野は主要河川の河間地や台地を刻む谷底に分布し、一般に水田に利用されている。洪水に対する性質は、規模、勾配、地理的位置、自然堤防や旧河道などの微高地や凹地の分布状態によって異なり、河床の低い平野では洪水の危険度は低い。また同一河川沿いの平野のうちでも上流よりは下流のほうが危険度が高く、湛水深、湛水時間ともに大きく、洪水に対しては常盤氾濫地域となる。高潮の被害を受けることは殆どない。盛土などで出口を塞がれた谷底平野では内水氾濫が起こりやすくなる。
人工地形	旧川微高地	かつて堤外地であったところに分布する砂礫などの粗粒物質から成る微高地で、隣川や河床低下などの理由で、土地利用の対象となっている部分。	海岸平野と三角州は氾濫平野よりも下流の海岸にかけて分布するもので、地表の勾配は極めて緩い。洪水の危険度は最も高く、大洪水ではほぼ全域にわたって浸水し、低高度のところは高潮に対しては危険が高い。この部分では河川は、一般に感潮区間となっている。内水氾濫の危険度はさらに高く、湛水深、湛水時間ともに大で、排水機によるほかに排水は困難となる。これらの地域は沖積層が厚く、地下水の汲上げによる地盤沈下の被害が著しいことが多い。
	湿地	後背低地及びその他の成因による湿地で、旧河道、旧落堀に入るものを除く。	低地の一般面よりやや低いものから同じく低い比高のものまでさまざまであるが、一般に低いことが多い。一般面に比較して洪水の影響を受けやすく危険である。
	旧湿地	旧地形図あるいは空中写真で認められる湿地で、現在はその原形のわからぬもの。	一般に地下水水位が高く、自然堤防の背面や旧河道などに発達する低湿地で、堆積作用により次第に埋められてゆく性質のものであるが、ここでは堆積作用の進んでいない沼沢性のものを表現している。極めて軟弱な粘性土から成り、地盤条件は劣悪である。わずかの降雨でも湛水しやすく、湛水深、湛水時間とも大きい。
	干拓地	堤外地、水面を干して陸とした土地で、明治中葉以降のものを示す。	湿地を一般面まで埋立てたり、埋積されたりして顕著な凹地となつていないものを表示している。洪水に対しては氾濫平野に近く、地盤としては湿地と同じである。
堤防	高い盛土地	低地上に土を盛って造成した土地で、比高2 m以上のもの。	ここでは明治中期以後のもののみを示した。これより前のものは氾濫平野として表現している。また、溜池などを干したのもも分類している。
	完成堤防		旧地形の性質が地点により、かなり改変される。
	暫定堤防		
護岸	未改修堤防		
	旧堤防（跡地）		
堰	護岸		
	堰	主要な堰のみとした。	

はこの言葉を用いることとする。

空中写真で平面の形状を知るためには、写真の上下左右のつながりだけでよいが、レンズの収差があるため周辺部では形にやや歪みが出てくる。

土地の高低を知るには、2/3がオーバーラップしている隣合った2枚の写真を実体視することである。実体視はオーバーラップした2枚の写真に写っている物体を、左の写真に写っているものを左の目で、右の写真に写っているものを右の目で見て凹凸を得るものである。実体視をするには訓練が必要であるが、慣れると30cm～50cmぐらいの比高まで読み取ることができる。

本調査では縮尺を2.5万分の1で取り扱うため、これに対応して利用する空中写真の縮尺も1万分の1～4万分の1程度となる。縮尺が大きい（1万分の1に近い）ほど詳細な情報が入手できるが、細部にこだわると全体が見え難くなるために、縮尺の小さな（4万分の1に近い）空中写真と併用する。

本調査で空中写真を活用したのは、土地利用の現況調査と人口地形の確認であり、これには最も新しい空中写真を用いた。また松江地区では既存の地形分類した図がないため、微地形分類についても空中写真を用いた。

使用した空中写真は

久喜地区

縮尺4万分の1 米軍撮影白黒空中写真

1947年2月、11月に撮影

M635、M626、M28

縮尺1万分の1 国土地理院撮影カラー空中写真

1986年9月に撮影

CKT-86-2 C3～C12

松江地区

縮尺4万分の1 米軍撮影白黒空中写真

1947年11月、1948年9月に撮影

M624、M497

縮尺2万分の1 国土地理院撮影白黒空中写真

1984年5月に撮影

CG-84-1X- C4～C8

ハ. 古い地形図（旧版地形図）

地形の変化の状況や土地利用の変遷を知るためには、古い地形図を時系列的に用いることである。特に土地利用については、地形図を修正する度に比較的大きく変化した部分は修正を加えており、また地図の凡例としても利用区分が示されている。但し、発行年次によって凡例の表現が異っているので注意する必要がある。

ここで言う古い地形図とは、国土地理院の発行する5万分の1の地形図で、古い時代に発行されたものことである。国土地理院では、明治の初期から（当時は陸軍の参謀本部）2万分の1及び5万分の1地形図を作成しており、特に全国をカバーするための国の基本図として明治25年頃より5万分の1地形図の作成に着手している。5万分の1地形図は現在までの間に7～8回以上の修正をおこなっており、その都度新しい地形図に切り替えているので、古くなった地形図は旧版地形図として一括管理されている。これらの地形図は国土地理院に申請すれば有料で利用できる。地方にあっては国土地理院の地方測量部で管轄範囲を取り扱っているため念のため。

久喜地区では明治42年から昭和57年までの7回の修正分を用い、松江地区は明治34年から昭和61年までの7回修正分を用いた。

ニ. ボーリング資料

災害を予測するためには先ず素因を正確に把握する事である。素因の把握が出来て、これに誘因を重ねると予測が見えてくる。低地帯とくに沖積地帯では素因が地盤地質や微地形の分布状況であり、誘因は雨、地震、人的影響などである。

地盤地質などの地表面化の状況を知るには、①直接観察する方法と②計測機器を用いて間接的に観察する方法とがある。

直接観察の方法には①トレンチを掘って断面を観察する。②試錐により試料を採取して観察するの2つの方法がある。トレンチによる観察は、地表下数メートルから10メートル程度までが限度であるが、トレンチの長さ分の連続した面の観察と、現位置での微細な地質状況が把握出来る。一方、試錐調査はボーリング調査とも云い、直径70mm前後の筒を地表下に差し込み、この筒に試料を得ることによって観察する。試料は地表より連続的に採取でき、これまで最も深いもので1万メートル（この場合の筒はかなり太いものから順次細かいものに替えて行く）の深さのものがあるが、面的な連続は得られず点情報となる。

計測機器を用いた間接観察では、電気探査による方法や音波探査による方法がある。どの方法も不均質な地中に電気や音を走らせて測定するため、不安定な測定値となる事が多い。

これらの事から、地盤地質の調査では一般に試錐調査が使われる事が多い。本調査では、過去に試錐調査をおこなったデータ（ボーリング資料）を用いて地盤地質の状況を得ようとするものである。表4にボーリング資料の収集機関を示した。なお、収集したボーリング資料は久喜地区で691本（土質試験データを含むもの82本）、松江地区820本（土質試験データを含むもの106本）である。

ボーリング調査では、調査目的によって記載内容や精度が異なる。特に記載内容では記載者による個人差が大きく、統一的な見解にはボーリング・コアの再検討が必要とされる。以下に本調査で用いたボーリング資料の取り扱い基準を示す。

①、位置が不正確若しくは未記入のもの

表4 ボーリング資料収集機関

地 区	機 関 名
久 喜 地 区	埼玉県環境部水質保全課 “ 杉戸土木事務所 “ 行田土木事務所道路施設第一課 “ 荒川左岸北部下水道事務所幹線課 日本道路公団加須管理事務所工務課 東京電力株式会社春日部工務所送電課
松 江 地 区	農林水産省中国四国農政局中海干拓事務所調査設計係 建設省中国地方建設局松江国道工事事務所調査設計課 島根県土木部建築課 “ “ 下水道課 “ 松江農林事務所耕地一課 “ “ 耕地二課 “ 松江土木建築事務所工務課 松江市教育委員会施設課 “ 都市整備部下水道工務課 中国電力株式会社出雲電力所送電課

指定された範囲がおおまかなものや地名等で記入されているものは、その範囲の中央部をボーリング・ポイントとした。

㊦、ボーリング地点の標高

標高は2万5千分の1地形図等の標高の基準となっている東京湾中等潮位（T.P.）に統一した。なお、記載のないものは地形図または付近のボーリング標高から決定した。

㊧、記載内容

ボーリング調査の土質区分は記載者によって個人差があり、とくにシルトと粘土の区別の差が大きい。しかし、土質区分の基準を統一することはボーリング・コアを再検討しない限り不可能であり、このシルトと粘土の区分には粒度試験結果が必要となる。このため本調査では地層の対比に明らかな矛盾が生じた場合、付近の別のボーリング資料と対比して土質を決定した。

ホ、災害資料

本調査地域のような低地帯に発生する災害には、水災害、地震災害、地盤沈下などが特徴的であるが、さらに丘陵地が低地に接する地域や台地の縁では、土砂災害の発生も全く無いわけではない。最近では水による災害の被害は大幅に減少し、かわって地盤沈下や地震による地盤の液状化などの被害が増大している。巻末に資料集として収集した資料から得られたデータを表示した。なお、資料の収集先は表4～6のとおりである。

ヘ、地下利用に係わる資料

これまで土地の利用現況と云えば、地表面上の水田、畑、住宅地、業務地などの区

分表示だけである。地表面下の利用については、これまでは下水道の埋設管や地下ケーブルなどの特殊なもの及び地下道に係わるものだけであるが、近年、大都市を中心に地表下50m程度までに道路、駐車場、鉄道、居住地、河川などに利用する計画がたてられている。

このような大規模な利用計画だけでなく、前記埋設管やケーブルなどでも利用の増大が見込まれ、今後の地下利用は一段と輻輳する気配が感じられる。このため、地表下の有効な利活用を目的として、地下利用の現況を地図に描示する方策を検討する。さし当っては、現況の資料をもとに図示を試みた。資料は表6の機関より収集した。

なお、地下埋設物の場合、保安上の理由から配置等の詳細を明らかにしない機関が多い。日本電信電話(株)では、本成果が最終的に公表されると云う理由で資料提供を受けられなかった。

表5 災害資料収集機関

地区名	機関名
久喜地区	埼玉県環境部水質保全課 " " 消防防災課 " 土木部河川課
松江地区	松江市総務課

表6 地下利用に係わる資料収集機関

地区名	機関名
久喜地区	埼玉県住宅都市部下水道課
松江地区	島根県土木部下水道課 松江市都市整備部下水道工務課 " ガス局 " 水道局

2. 久喜地区

本調査地区は、埼玉県久喜市を中心とした、図2-1に示す約200km²の地域である。平均標高は10m内外のほぼ平坦な地形で、利根川が江戸川と分流する右岸地域であり、中川・荒川の上流域で

大落古利根川や元荒川を中心とした大用水群が北西—南東方向に流れている。江戸時代以前には利根川、渡良瀬川、荒川が乱流してい

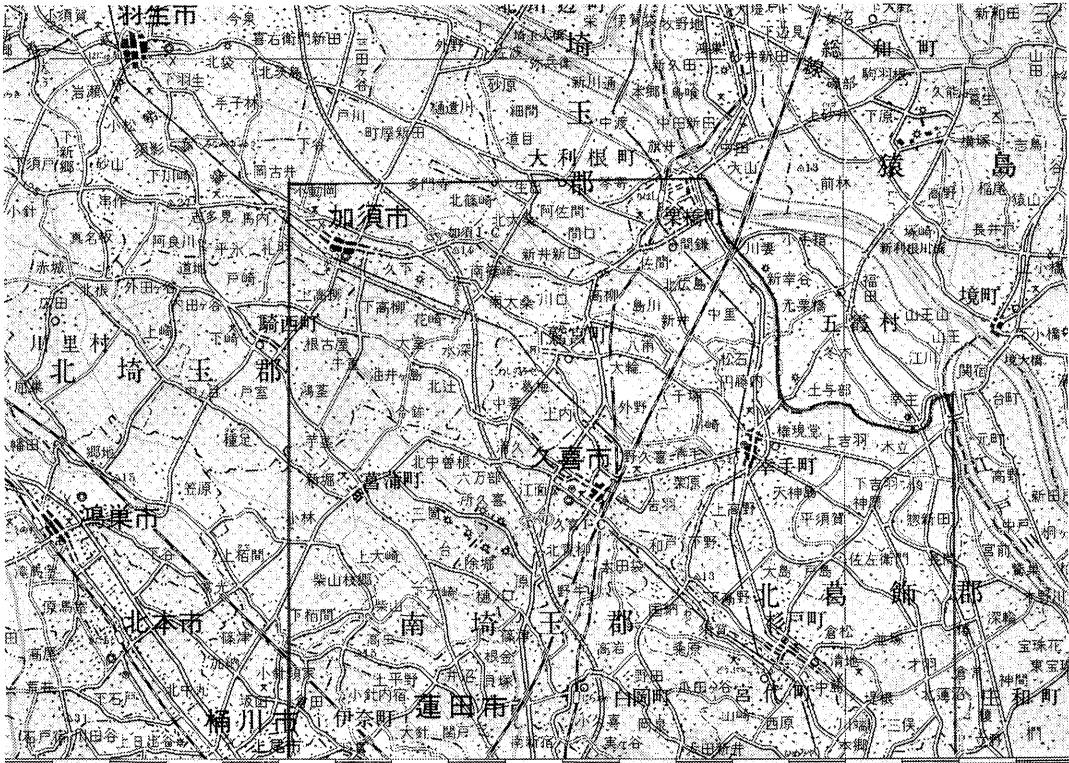


図2-1 調査地域図(国土地理院発行20万分の1地勢図「宇都宮」)

た氾濫原で池沼の多い低湿地地帯であった。大落古利根川や元荒川は文字通り利根川や荒川の旧流路であり、この流れは現在の隅田川から東京湾に注いでいた。荒川は寛永6年(1629年)の徳川幕府による瀬替え工事により、熊谷市の久下地先で締め切られ、現在の利根川とは別の水系となった。

江戸時代における利根川および荒川の瀬替え工事や大用水の整備によって、中川流域は大きく開発されて一大農耕地帯となったが、明治以降も開発が進み、特に近年の高度成長期以降は首都圏のベッドタウンとして都市化が急速に進行している。

2.1 自然条件

関東平野とそれをとりまく山地は、関東造盆地運動によって大局的には山地は隆起し、平野は相対的に沈降して、平野では第四紀以降の堆積物が厚く堆積している。表層部の地質は、台地では固結から半固結の堆積物の古利根層、埼玉層、東京層、武蔵野ローム層が堆積しており、低地では未固結の沖積堆積物が厚く堆積している。台地の標高はおよそ15m程度で、比較的広い地形面が北西—南東方向にゆるやかに傾斜している。低地は、台地を刻む幅の狭いものと利根川、江戸川などの河川に沿う広いものがある。台地を刻む幅の狭い低地には、薄く沖積世の未固結堆積物が分布し、河川沿いの広い低地では、沖積世の未固結堆積物が厚く堆積している。堆積物の厚い分布域の堆積層は砂、粘土、シルトなどが複雑に重なり合っている。

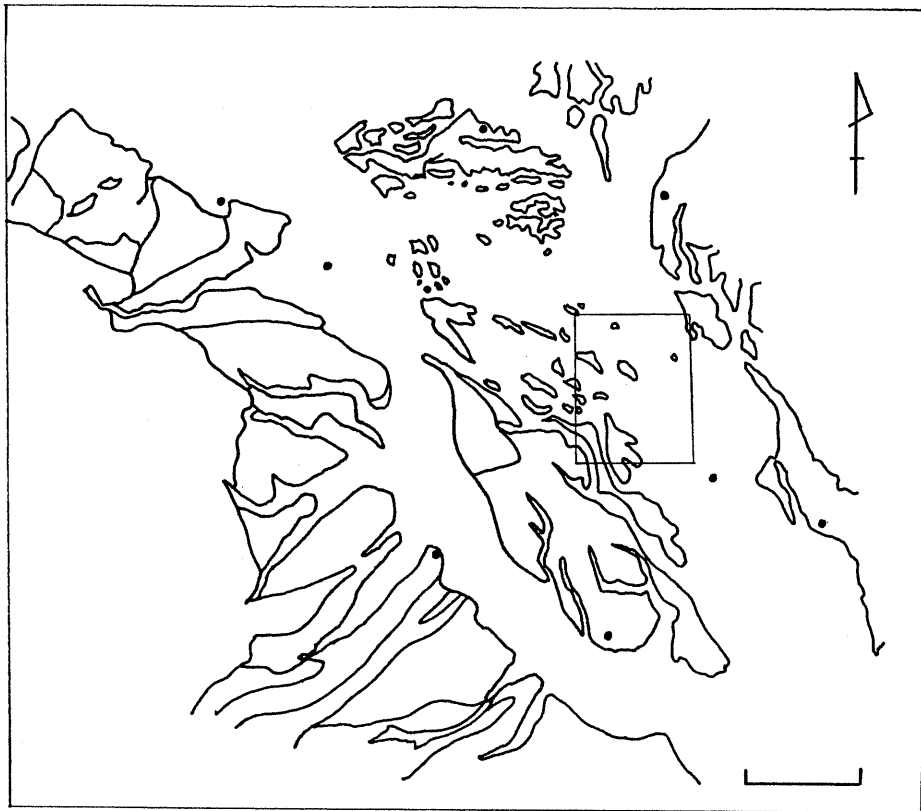


図 2-2 久喜地区周辺地形区分図（アーバンクボタ19に加筆）

久喜を中心とした約 200km²に分布する地形は台地、低地、人工地形である。台地は標高と比高によって高位面、中位面、下位面の3段に区分する。高位面は標高およそ15m付近で比高が5mぐらい、中位

面は標高10m～13m程度で比高1～4m、下位面は標高10m前後で比高約2mである。低地はこれを5つの地形に細区分する（地形分類図参照）。自然堤防のうち、パッチ状のもの、また角が方形に曲げられたものは盛土地ではないかと考えられるが、不確実なために自然堤防とした。凹地・浅い谷は、台地面が水流などによって削られた跡を示している。

2.2 地盤の工学的性質

久喜地区に分布する地層は表7の通りであり、その工学的な性質についてはボーリングにより採取した試料に基づいて土質試験がおこなわれているので、そのデータにより以下に記す。土質試験の項目については、塑性指数、含水比、一軸圧縮試験、圧密試験などである。

イ. 表土、盛土（Ts層）、二次的ローム（Lm層）

表土、盛土は農耕土や宅地、道路等の盛土を含み、N値1以下の軟質な粘性土よりなっている。

二次的ロームは急崖下に堆積していることが多く、層相は、柱状図の記載を見る限り関東ロームとほとんど変わらないが、腐植物を混入している場合が多いこと、N値が一般的なロームと比べて低いこと、分布する地形面が違ふことなどにより、洪積層の関東ロームと区分される。N値は、データ数が少ないため傾向を把握することは困難であるが、得られた値では0の所がほとんどである。

ロ. 沖積層

表7 久喜地区の地質層序

地質時代	地層名	層相	記号	N値最大頻度範囲(頻度%)	記 事	
完	表土・盛土	砂質土・粘性土	Ts	1~10 (94.0)	水田、畑等の耕作土および宅地道路の盛土	
	二次的ローム	粘性土	Lm	0 (100)	台地の縁辺に分布し、腐植物を混入する	
新 世	沖積層	吉川部層	粘性土	AC ₁	1~10 (71.3)	腐植物、砂、小礫を混入する
			砂質土	AS ₁	11~20 (46.5)	腐植物、小礫を混入する
			腐植土	AP ₁	1~10 (63.2)	埋没谷にうすく分布する
		三郷部層	粘性土	AC ₂	0 (67.6)	貝殻片、腐植物を混入する。埋没谷に広く分布する
			砂質土	AS ₂	1~10 (60.0)	主にAC ₂ 層中に分布する
更 新 世	八潮層	粘性土	AC ₃	1~10 (83.3)	砂質土を含む、埋没谷に分布する	
		砂質土	AS ₃	1~10 (43.6)	AC ₃ 層と互層状をなす	
		砂礫	Ag	51~ (49.4)	砂分が多い。埋没谷の基底礫の性格を持つ	
更 新 世	上部	関東ローム東	ローム	L	1~10 (100)	関東ローム層
			凝灰質粘性土	SC	1~10 (100)	下末吉層相当層。腐植物少量混入する
	中部	東京層	粘性土	DC	11~20 (47.8)	一部固結化する。腐植物を混入する
			砂質土	DS ₁	21~30 (38.0)	小礫、粘性土を混入する
			粘性土	DC ₂	11~20 (59.7)	貝殻片を混入する
			砂質土	DS ₂	41~50 (30.3)	雲母、軽石を混入する
			砂礫	Dg ₁	41~50 (85.6)	DS ₂ C層の礫分が多い層
			粘性土	DC ₃	11~20 (32.4)	腐植物を混入する
			砂質土	DS ₃	41~50 (78.8)	腐植物を混入する
			砂礫	Dg ₂	41~50 (49.1)	基底礫層(東京層)

(1) 吉川部層 (AC₁, AS₁, AP₁)

埋没谷を構成する沖積層の沖積面状をおおい分布している。層厚は最も厚い所で15mほどであるが、平均して10m前後の厚さである。地層は粘性土層(AC₁)、砂質土層(AS₁)、腐植土層(AP₁)によって構成されている。このうち腐植土層は粘性土層、砂質土層の下位に薄く分布する。

AC₁層のN値は1~10に分布するが、5以下の場合がほとんどである。含水比は図2-3にみられるとおりでであるが、

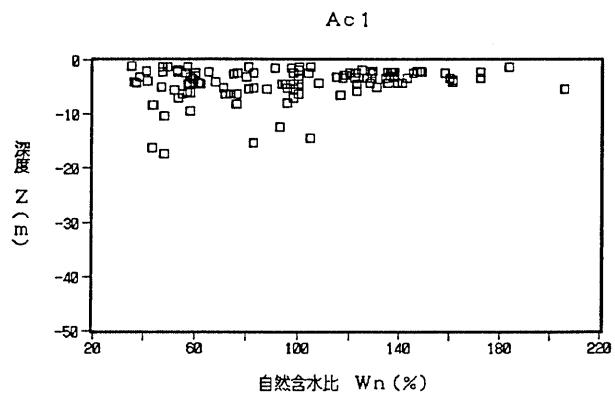


図2-3 AC₁層の含水比の分布

平均では 100 % である。一軸圧縮強度は図 2-4 にみられるとおりで、深度とともに増加する正規圧密粘土である。図ではサンプリングの質を配慮していないのでバラツキが激しいが、後述する洪積層の値と比べると深度との関係は比較的明瞭である。

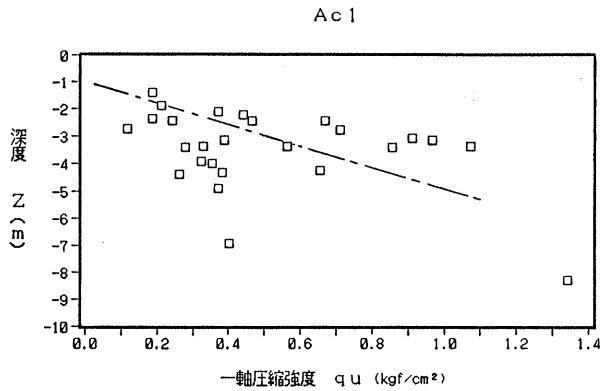


図 2-4 Ac₁ 層の深度と一軸圧縮強度の関係

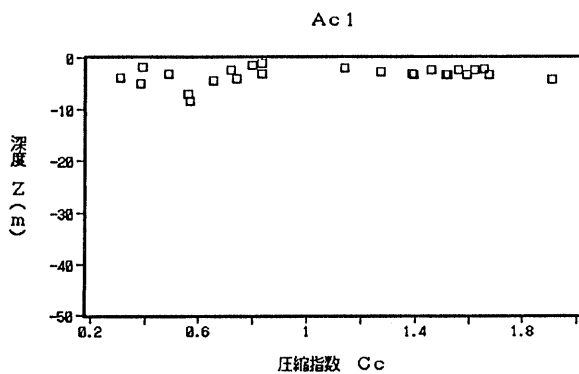


図 2-5 Ac₁ 層の圧縮指数の分布

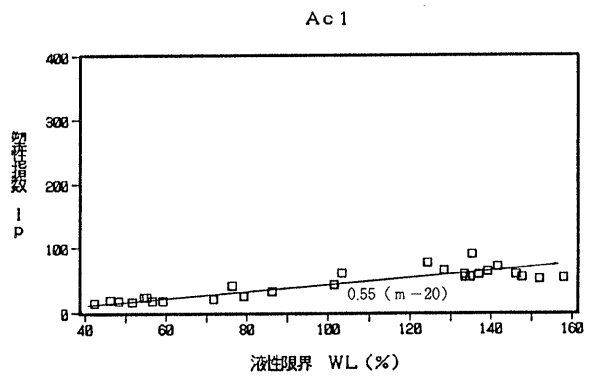


図 2-6 Ac₁ 層の塑性図

As₁ 層は N 値が 11~20 のルーズな砂層である。腐植物、小礫を混入し図 2-7 に見られるように含水比は平均 40% 程度であるが、30% くらいの所に分布する試料が多く、比較的粒径の大きな粒子により構成されているものと思われる。15m より浅い範囲に分布するため、地下水位の状況によっては地震時の液状化層となる危険の大きい地層である。強度試験は砂のため実施していないが、N 値からみて円部摩擦角は 30~35° 程度 (Meyerhof による) と推定出来る。

Ap₁ 層は、N 値 1~10 を示す軟弱な腐植土層で、1~2

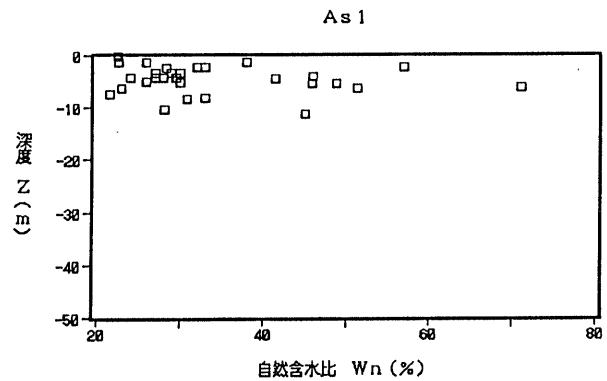


図 2-7 As₁ 層の含水比の分布

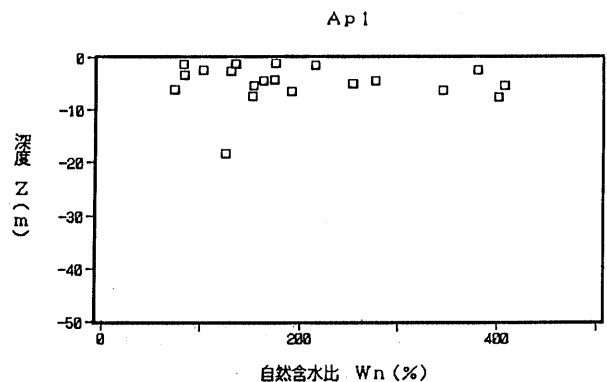


図 2-8 Ap₁ 層の含水比の分布

mの薄層で分布する。含水比は100~400まで広がるが、平均200%である。一軸圧縮強度はAc₁層に類似しており、サンプルの質の吟味がされない分だけバラツキがみられる。層厚は一般に薄く、含水比の特に大きなところでは、圧密荷重により層厚が減少する場合がある。またせん断強度が小さいので浅層に分布する場合にはすべり破壊を発生させる地層もある。圧縮指数はAc₁層に比べて極めて高く、わずかの荷重でもかなりの沈下量がみられる地層である。

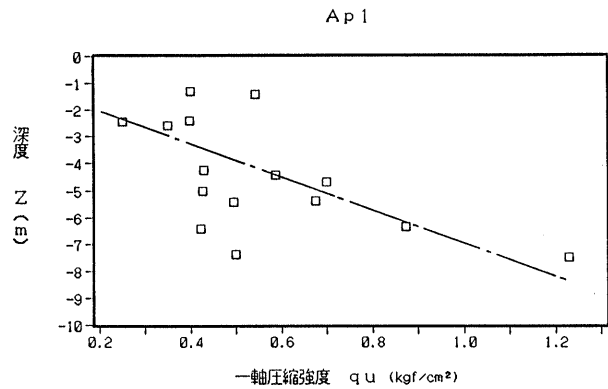


図2-9 Ap₁層の深度と一軸圧縮強度の関係

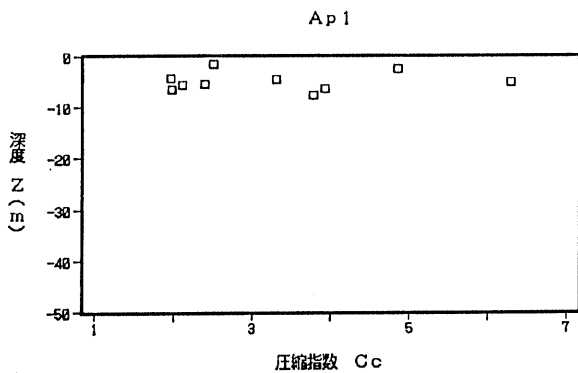


図2-10 Ap₁層の圧縮指数の分布

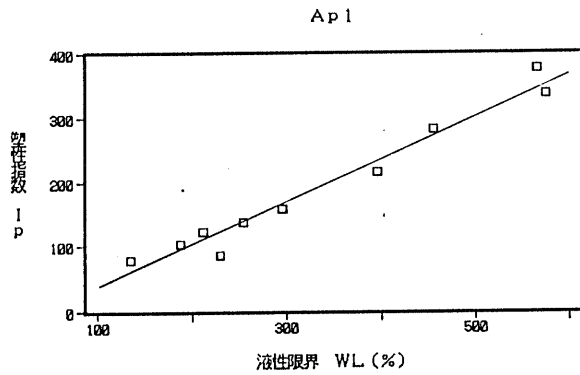


図2-11 Ap₁層の塑性図

(2) 三郷部層 (Ac₂, As₂)

吉川部層の下位に分布する厚い沖積層であり、粘性土層(Ac₂)、砂質土層(As₂)によって構成されている。

Ac₂層は埋没谷に広く分布し、貝殻片や腐植物を混入する地層であり、N値は0に近い。含水比は平均で100~120%で、一軸圧縮強度は0.2~1.0kgf/cm²で沖積粘性土としては、比較的しっかりした地層である。

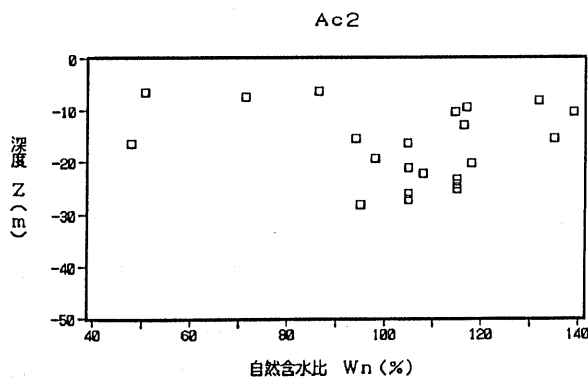


図2-12 Ac₂層の含水比の分布

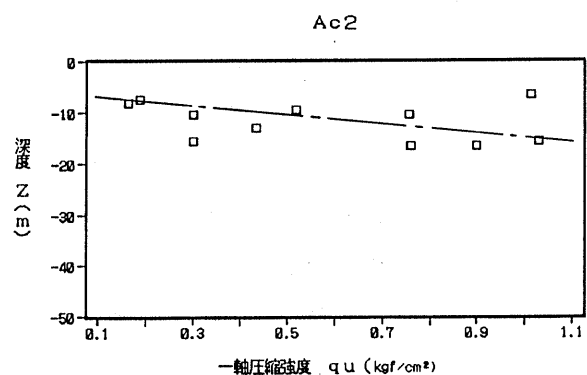


図2-13 Ac₂層の深度と一軸圧縮強度の関係

As₂層はAc₂層中にはさまれる砂層で、N値10以下のルーズな砂層である。砂の強度はN値から推定して円部摩擦角30～35°程度であろう。

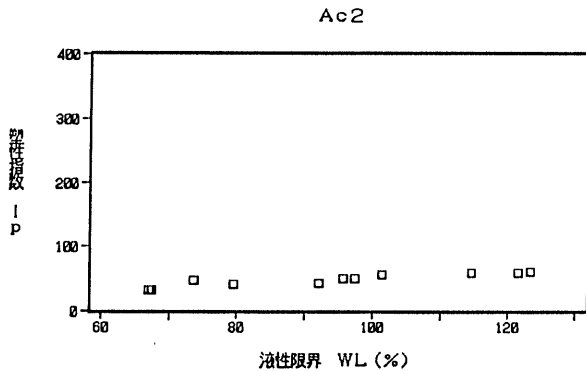


図2-14 Ac₂層の塑性図

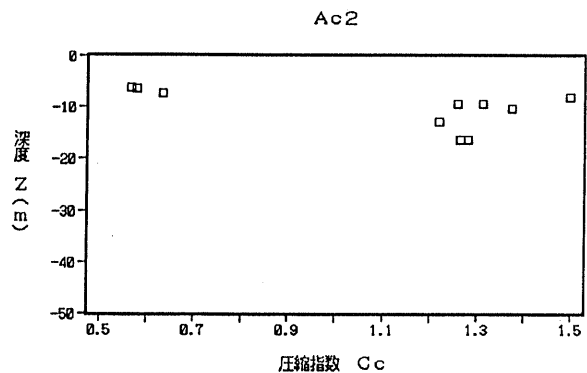


図2-15 Ac₂層の圧縮指数の分布

(3) 八潮層 (Ac₃, As₃, Ag)

三郷層の下位に分布し上部層とは整合関係にある。層厚は30m前後で粘性土層 (Ac₃)、砂質土層 (As₃)、砂礫層 (Ag) によって構成されている。

Ac₃層は下位の洪積層をおおっているため、洪積層の上面の形状に規制される形で10～20mの層厚をもつ。一軸圧縮強度は、深度が深くなるので上載荷重の影響を受け吉川部層の粘性土層や三郷部層の粘性土層と比べると若干大きくなると思われるが、前二層同様に直線上と考えてよいであろう。

As₃層はAc₃層中に分布する砂の薄層で層厚は数m未満である。N値は10未満で上位の吉川部層や三郷部層の砂質土層とは力学的にあまり相違ないと思われる。

Ag層は沖積層最下位の埋没谷の基底に分布する礫層で、砂分を多く含む地層である。N値はおおむね50以上を示すしまった礫層であるが、層厚は10m未満である。

本層での土質試験は、収集した資料 (ボーリング柱状図) 中にはないので、これにかかわる記述は出来ない。

ハ. 洪積層

(1) 関東ローム (L, Sc)

洪積層の上部、関東ロームは、これを武蔵野ロームに相当する火山層をL層、下末吉層に相当する層をSc層と呼ぶ。

L層は、農耕土・盛土を除くと台地部の最上面をおおう1～2mの地層で、N値は10未満2～5程度である。含水比は130～190%で一般のロームと比べて高い。これは最上層をおおう層厚の薄い地層であるため、降雨の状況によって含水比が変化することによるものであり、この層が一般的に含水比の高い地層であるとは云えない。一軸圧縮強度は下図のとおりであり、深度との関連はない。

Sc層は台地のL層の下位に分布する。層厚は5～6mでN値は10以下、L層

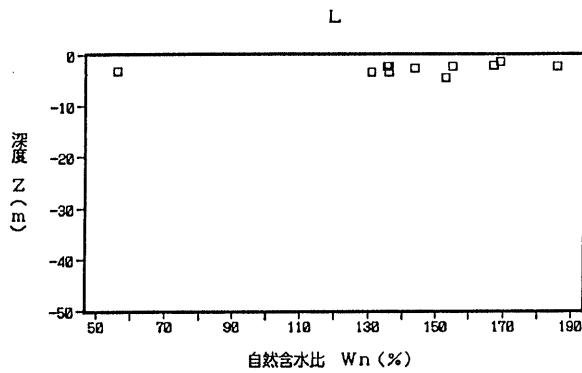


図 2-16 L層の含水比の分布

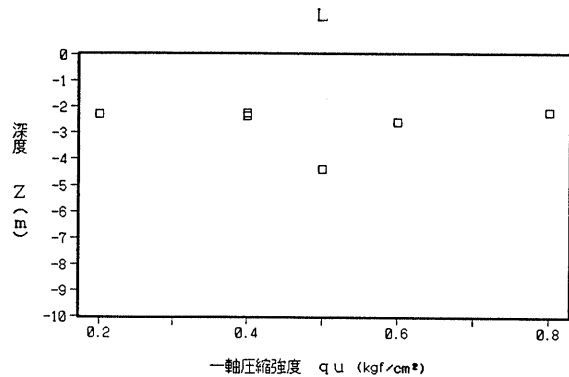


図 2-17 L層の深度と一軸圧縮強度の関係

と比べると広い範囲に分布する。本層は汽水性の堆積であるため還元されて灰色や乳白色を呈することがおおい。土質試験によると含水比が60%でL層と比べると全体に粘土質である。一軸圧縮強度は 0.7kgf/cm^2 程度である。

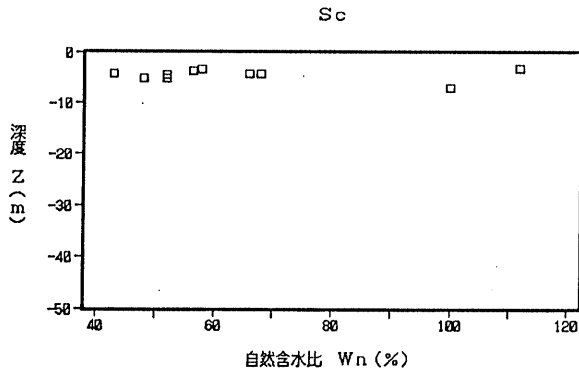


図 2-18 Sc層の含水比の分布

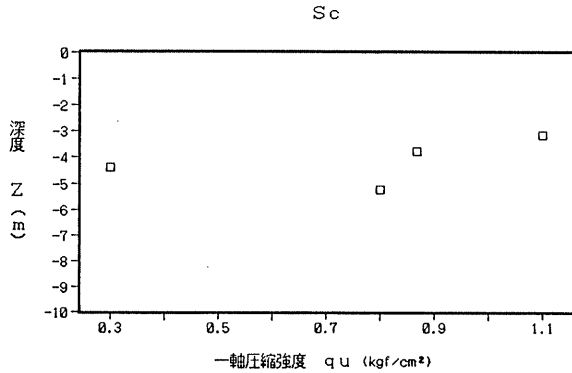


図 2-19 Sc層の深度と一軸圧縮強度の関係

(2) 東京層 ($DC_1 \sim DC_3$, $DS_1 \sim DS_3$, $DG_1 \sim DG_2$)

東京層に区分される本層は調査地域全体の基盤を構成しており、3層の粘性土、3層の砂質土及び2層の礫層よりなる。粘性土は一部固結状を示し、砂質土では DS_1 層で粘性土を混入するため、洪積砂層としてはやや低いN値となる(21~30)が、全体に41~50のよくしまつた砂層より構成されている。礫層の DG_1 層は DS_2 層中に分布しており、礫密度が濃くよくしまつた礫層で層厚は数mである。 DG_2 層は東京層の基底礫層でよくしまつた礫層である。層厚は未確認のボーリングが多く不明である。

各層毎の含水比を図2-20~図2-22に示し、平均値を表8に示した。 $DC_1 \sim DC_3$ 層は、層厚がそれぞれ数m~数10m程度で含水比も低く、広域の地下水低下によって沈下する可能性はあるが、一般的には沈下対象層ではない。

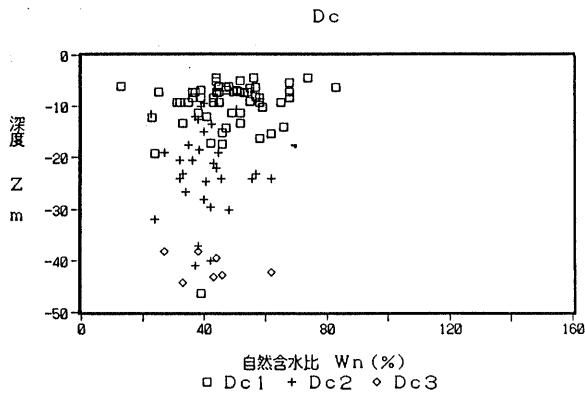


図 2-20 粘性土層含水比

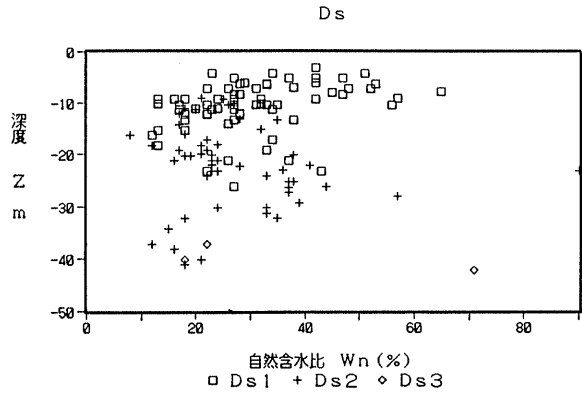


図 2-21 砂質土層含水比

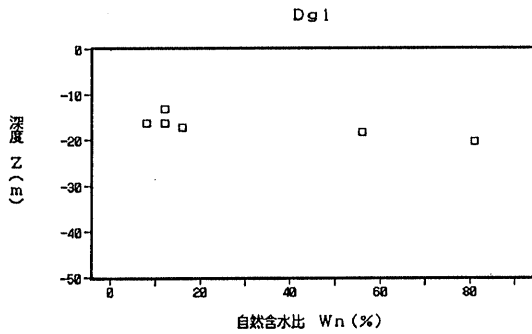


図 2-22 礫層含水比

表 8 各層含水比の平均値

粘性土		砂質土	
層記号	含水比 (%)	層記号	含水比 (%)
Dc ₁	50	Ds ₁	30
Dc ₂	40	Ds ₂	30
Dc ₃	40	Ds ₃	—
		Dg ₁	40

図 2-23 は、東京層の粘性土で行なった一軸圧縮強度と自然含水比の関係を示している。おおむね Dc₁ で 1 kgf/cm²、Dc₂ で 2.5 kgf/cm²、Dc₃ は 3.5 kgf/cm² 程度で半固結状態の粘土の値を示している。

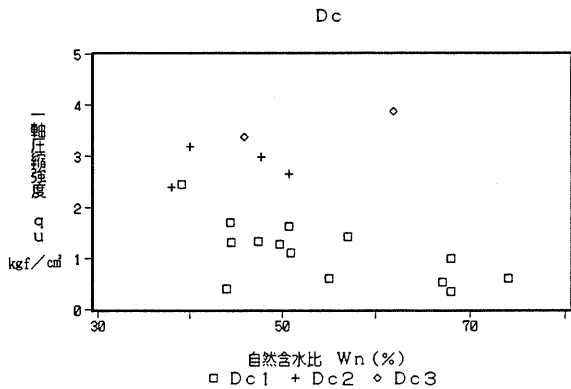


図 2-23 東京層中の粘性土の一軸圧縮強度

2.3 地下利用の現況

大都市とその周辺地域では地上の利活用が飽和状態に達し、近年では地下、それも地表下 50m ぐらいに届くまでの利用が計画され始めてきている。また災害の面からは、周辺地域の住宅化に伴い地盤沈下や地盤の液状化などの被害が多く認められるようになってきている。これらに鑑み、現在利用されている地下の状況を把握することがこれからの利用を進め、災害の対策を図るうえで重要なことである。

地表下の利用状況については、一般的に、これまであまり必要性は認められていない。従って、これを正確に表示した地図などは何処を捜しても見当たらない。例えば上下水道管、電話ケーブル、送電ケーブルなどはどこの地域でも地下に埋まり易いものであり、埋まっ

ているものであるが、特定の者以外はその位置を知る事すらむづかしい。大都市地域ではさらに地下鉄道、河川、高層建築物の基礎などが加わるが、これらについても地中の位置も含めて表示されているものはない。それぞれの事業主体が、施工の計画段階で作成したものを保管しているだけである。

これらそれぞれにある上記資料でも、保安上の理由などから公表は勿論のこと資料の提供すら拒否されるものが多い。

本調査地域に当っては、下水道の幹線だけが資料の提供を受けられたので、その位置を地下利用現況図（1/25000）に示し、表9に古利根川流域下水道概要として表示した。

表9 古利根川流域下水道概要

幹線名	内径 (mm)	延長 (m)
栗橋大利根幹線	600~1200	11030
鷲宮幹線	700~1800	4330
菖蒲第一幹線	500~1500	7440
菖蒲第二幹線	600	1770
合計		24570

2.4 災害記録

イ. 水災害

この領域では、権現堂川高須賀地先での破堤による水災害が、江戸時代以降繰り返されている。ここはかつて渡良瀬川が権現堂川を流下していたとき、島川を合流していたところである。ここから渡良瀬川は大きく蛇行しながら、杉戸の南東で古利根川に至っていた。この流路跡は、地形図上でも明瞭な自然堤防の発達から読み取れる。

また、利根川上流域の改修工事は明治42年に始まったがそれまでは、江戸時代のままの治水状況だったため、上流域に大雨が降ると各所で破堤し、利根川沿岸はもとより東京下町までの平野部一帯が洪水となった。

調査地における水災害の履歴を表10に示す。なお本表の作成には、「埼玉県地域防災計画（資料編）」：埼玉県防災会議・昭和63年11月を用いた。

表10 水災害の履歴

No	年月日	災害要因	被害概要
1	M23.8 (1890)		県下大洪水、利根川・荒川堤防決潰376箇所、被災町村326に及び、死者16、負傷者17、行方不明6。
2	M40.8 (1907)		県下大洪水、利根川・荒川堤防決潰 174 箇所、橋梁の流失 105 箇所その他被害甚大となり、被災町村 326 に及び死者 7 人、負傷者17、行方不明者6。
3	M43.8 (1910)		明治最大の大洪水で被災町村は、管内全般に渡り利根川・荒川堤防が決潰 406 箇所、橋梁の流出 902 箇所、その他道路、川岸、用悪水路等の破壊

No	年月日	災害要因	被害概要
			は数知れず、死者249、負傷者187、行方不明98に及んだ。
4	T 3.8 (1914)	暴風雨	百門出及び大麻生地内 9 箇所の堤防が欠潰し家屋の流出をみた。
5	S 16 (1941)		荒川、入間川、利根川等の県下重要河川に堤防欠潰が続出し多数道路が破壊、富士見橋を初めとして大小20余りの橋が流出浸水家屋17,125戸、耕地の被害面積57,240町歩に及んだ。
6	S 22.9 (1947)	キャサリン 台風	記録的降雨が戦時中濫伐と相まって洪水が一時に殺到した為、利根川、渡良瀬川、荒川等で 162 箇所が破壊し、その被害は甚大となり、死者80、行方不明40、負傷者 1,275、橋梁流失 113 箇所、その他多数の被害に及んだ。
7	S 23.6,9 (1948)	梅雨前線 アイオン台風	前年の大洪水後であるため、6月の梅雨前線で被害が続出し、9月のアイオン台風で県の中央部である荒川に被害が多く死者2、行方不明1、全半壊家屋50戸浸水家屋1,735戸に及んだ。
8	S 24.9 (1949)	キティ台風	死者12、負傷者12、多数の道路決壊梁の流出があり、農作物の被害が甚大であった。
9	S 33.7~9 (1958)	11号台風 21号台風 22号台風 狩野川台風	3回の出水は県内の各河川で警戒水位を突破した災害となり各所で被害が続出した。7月の11号台風により死者1、浸水家屋322戸、9月の21号台風により行方不明4、浸水家屋2,293戸、22号台風により死者1、負傷者2、行方不明2、浸水家屋41,550に及んだ。
10	S 34.8 (1959)	7号台風	荒川、入間川、越辺川、都幾川、鳥川等の護岸工作物、道路の欠崩があり、死者1、負傷者2に及んだ。
11	S 34.9 (1959)	15号台風 伊勢湾台風	荒川、高麗川、都幾川、規川の河川を中心として死者8、負傷者55人、全半壊家屋1,841戸、浸水家屋2,236に及んだ。
12	S 41.6 (1966)	台風4号	被害は県南西部を中心とし、河川、橋梁、道路、その他多くの被害を出し、死者6、行方不明2、重軽傷者7、家屋全壊9戸、半壊17戸、床上浸水17,500戸、床下浸水57,800戸に及んだ。
13	S 41.9 (1966)	台風26号	台風による風害により、県南西部の家屋農作物被害が特に大きく27人という被害者数は、昭和22年のキャサリン台風以来、最大瞬間風速41mは熊谷気象台創設以来の最高記録となり、災害救助法を適用された市町村は52に及んだ。
14	S 49.9 (1974)	台風16号	9月1日18時20分に高知県須崎市に上陸した台風16号は関東地方の影響は避けられたが、停滞する雨雲により、県内は8月31日夜半頃から降雨が強くなり、9月1日の夕刻から被害が出始め、特に荒川沿岸地区や山間部に多く、行方不明者1名、負傷者3名、住宅全半壊等の建物被害3件、床上浸水152戸、床下浸水1,177戸、に及んだ。
15	S 51.9 (1976)	台風17号	9月8日夜から9日にかけて寒冷前線と台風17号の影響により県南部で局地的集中豪雨となり浸水が発生し、住宅全半壊等の建物被害9戸、床上浸水2,425戸、床下浸水13,670戸に及んだ。また、新座市管内の黒目川の氾濫による水防活動のため自衛隊の派遣を要請した。
17	S 56.10 (1981)	台風24号	10月22日から23日にかけて、関東の南海上を北東に進み、もっとも接近した22日23時頃から風雨が強くなり、県南東部を中心に住宅の一部損壊7戸、床上浸水2,119戸、床下浸水20,277戸に及ぶ大きな被害をもたらした。
18	S 57.9 (1982)	台風18号	9月12日に御前崎付近に上陸した台風18号は県の平野部を中心に大雨を降らせ、死者1、負傷者4、損壊家屋42戸、浸水家屋63,835に及ぶ被害をもたらした。昭和41年の台風26号以来の災害救助法が9市に適用された。
19	S 60.7 (1985)	台風6号	風と雨の影響により、県内で床上浸水704、床下浸水3,069の被害が発生した。

No	年月日	災害要因	被害概要
20	S 60.7 (1985)	雷雨 降ひょう	7月19日から20日にかけて、県内の所々で雷雨となり、死者2、家屋の半壊1、一部破損2、床上浸水35、床下浸水600の被害が発生した。
21	S 61.8 (1986)	台風10号	大雨の影響により県内で負傷者1、家屋の半壊2、一部破損1、床上浸水6,060、床下浸水20,275の被害が発生。

表10 No.9(昭和33年9月狩野川台風)、No.18(昭和57年9月台風18号)による洪水の浸水深の大きかった地点は、自然堤防に囲まれた地域と、台地を開析した谷部である。本調査地の平地部分は従来、降水の際には遊水池的な役割を果たしていたところであるが、住宅開発による盛土がなされてその役割が果せなくなり、大きな被害がおこるようになってきている。

最近では高度な土木技術により河川改修が進んでいるため洪水の発生は少なくなっているが、中小河川の氾濫や排水不良による内水氾濫的な浸水による被害が多くなってきている。また、低地部への急激な宅地の進展が著しく、洪水が発生した場合の被害は更に大きくなることが予想される。

ロ. 土砂災害

埼玉県内での降雨による土砂災害は、山地側から県の北部にかけておこりやすい。本調査地は平野部にあるために、土砂による家屋などの破壊はおこりにくく、また、記録されていない。

ただし、台地斜面では、透水性のちがいによる湧水がひきおこす崩壊や、宅地造成等による切土、盛土などが崩壊を促進させる可能性がある。

ハ. 地震災害

埼玉県に被害をもたらせた主な被害地震を表11に示す。なお本表の作成には「新編日本被害地震総覧」：宇佐美龍夫、1988及び「埼玉県の気象災害(昭和61年～昭和63年)」：埼玉県・熊谷地方気象台、平成元年3年、「埼玉県の気象災害」：埼玉県・熊谷地方気象台、昭和45年3月を用いた。

表11 埼玉県に被害をもたらせた主な地震

No.	年月日 (日本暦)	震央位置 北緯 東緯	マグニ チュード	名称	被災 地域	被害概要
1	818 弘仁 9.7.	36.0° ~37.0° N 139.0° ~ 140.0° E	M \geq 7.5		関東 諸国	相模、武蔵、下総、常陸、上野、下野 等で山崩れ圧死者多数
2	878.11.1 元慶 2.9.29	35.5° N 139.3° E	7.4		関東 諸国	相模、武蔵が特に被害を受けた。 5~6日余震。
3	1649.7.30 慶安 2.6.21	35.8° N 139.5° E	7.0 \pm 1/4		武蔵、 下野	丑刻、川越で大地震、町屋700軒大破 江戸、日光東照宮の石垣、堀が崩れた、 余震日々40~50回、で数日間
4	791.1.1 寛政 2.11.27	35.8° N 139.6° E	6.0~6.5		川越、 蕨	夜四ツ時、蕨で堂塔転倒、土蔵等に被 害等、川越で喜多院野の本社屋根など破 損
5	1855.11.11 安政 2.10.2	35.65° N 139.8° E	6.9 \pm 0.1	江戸 地震		夜四ツごろ、江戸地震、激震地は東京 下町、幸手付近で液状化によるものとみ られる倒壊家屋は3,260(うち17軒が潰 家他は潰同様)、負傷者1,724名にのぼっ た。
6	1894.6.20 明治27年	35.7° N 139.8° E	7.0		東京湾 北部	14時04分、東京湾岸で被害大で内陸部 程軽くなる。県内では南部で被害があり、 鴻巣や葛浦で亀裂多く泥を噴出した。 荒川、江戸川、綾瀬川筋の堤に亀裂を生 じた。
7	1895.1.18 明治28年	36.1° N 146.4° E	7.2		霞ヶ浦 付近	22時48分特に被害の大きかったのが茨 城県鹿島郡、水戸市など。県内では浦和、 岩槻まで強く、亀裂から泥砂を噴出した。 北足立郡で破損家屋100、土蔵54、亀裂48 ヶ所。南埼玉郡で同じく95、26、31ヶ所。 県全体で陥没3ヶ所。
8	1923.9.1 大正12年	35.4° N 139.2° E	8.16	関東 大震災	関東 東南部	11時58分関東大震災、最も激しかった のは小田原、県内では橋の被害は1,332 のうち27ヶ所。死者316名、負傷者497名、 行方不明95名、全潰家屋9,268軒、半潰 7,577軒
9	1931.9.21 昭和 6年	36.15° N 139.23° E	6.9	西埼玉 地震	埼玉県 中央部	11時20分震央は埼玉西部の山地だが、 被害は荒川、利根川沿いの沖積地に多か った。至るところで地下水や土砂の噴出 があり水を4R(1.2m)まで噴出した所

No.	年月日 (日本暦)	震央位置 北緯 東緯	マグニ チュード	名称	被災 地域	被害概要
						もあった。井戸混濁も広範囲にわたった。比企郡、秩父郡で地滑り、比企郡南城山で幅40cm深さ40cm、長さ50mの亀裂が生じた。全県での被害状況は死者11名、負傷者114名、住家の全潰63、半潰123、非住家の全潰109、半潰157、煙突倒壊84ヶ所
10	1968.7.1 昭和43年	35° 50' N 139° 26' E	6.1		埼玉県 中部	19時45分県下では安全のため鉄道が一時全部止まり秩父線は野上で5mに渡り落石のため一時不通。
11	1974.8.4 昭和49年	36° 01' N 139° 26' E	5.8		埼玉県 南西部	3時16分負傷者は埼玉県8人、東京9人、千葉茨城1人、ショック死東京茨城1名。震央付近で屋根瓦で落ちた家が十数軒あった。
12	1987.12.17 昭和62年				千葉県 東方沖	11時8分県下では南部を中心に給排水施設、物品の破損、コンクリートひび割れ等が発生したが人的被害はなかった。
13	1988.9.29 昭和63年				埼玉県 南部	11時23分秩父市で窓ガラス破損が十数枚、東部東上線、西武鉄道、秩父鉄道に運行中止を含む影響が出た。

これらのうちNo.5（江戸地震）、6、7、9（西埼玉地震）では、本調査地内で噴砂による建物への被害が記録されている。特にNo.5（江戸地震）では幸手付近では被害が大きく、倒れない家も全て潰同様になった。



図2-24 液状化現象によると思われる幸手宿付近の建物倒壊率
(新編日本被害地震総覧)

ニ. 地盤沈下の状況

埼玉県では、昭和30～40年代にかけて南部地域において急激な地盤沈下が進行したが、近年では沈静化し、かわって西部地域、東部地域、北東地域が地盤沈下地域となっている。とくに本調査地域の大部分が含まれている北東部では昭和53年以降埼玉県一（全国でも有数）の著しい沈下地帯となっている。県内の地盤沈下の状況は「埼玉県地盤沈下調査報告書（昭和63年度観測成果）」：埼玉県、平成元年9月によってまとめられている。

昭和59年～昭和64年の5年間における市町村別累積沈下量上位5地点は表12のとおりである。これらの地域は全て県北東部に位置し、1位、5位は本調査地域内に、2位、3位は本調査地隣接地にある。これらの地域ではN値がほぼ0のAc₂層が比較的厚く（15～20m）堆積しており、多少の水位低下でも地盤沈下に影響が現れやすいものと思われる。

表12 市町村別累積沈下量 単位：cm

順位	水準点番号	所在地	沈下量 59.1.1～64.1.1
1	2,025	栗橋町 栗橋	25.3 (25.2)
2	48-41	加須市 北小浜	21.1 (20.9)
3	49-25	大利根町 旗井	20.5 (20.9)
4	54-05	北川辺町 飯積	19.9 (20.6)
5	56-29	鷲宮町 西大輪	19.8 (19.7)

() は58.1.1～63.1.1の沈下量

地盤沈下観測井による垂直方向の変動量観測と地下水との因果関係を調べるための二重管式観測井の測定値を表13に示す。

表13 鷲宮観測井の年間累計沈下量 (mm)

	昭和59年	昭和60年	昭和61年	昭和62年	昭和63年	過去5年間の変動量 昭和59年～昭和63年
鷲宮1号井 250～415m	-91.04	-47.86	-41.25	-40.81	-39.28	-260.24
鷲宮2号井 85～250m	-43.00	-27.40	-24.03	-27.50	-26.88	-184.81
鷲宮3号井 35～85m	-54.43	-25.27	-18.90	-18.12	-21.46	-138.18
鷲宮4号井 0～35m	-38.51	-21.71	-17.10	-16.54	-19.99	-113.85

また、図2-25に地下水位の経年変化を示す。鷺宮観測井は、2号井のみ夏季の水位低下が大きく他の1号井、4号井は変動が小さい。地盤の変動量を層別にみると、浅い層での収縮が最も少なく深層になるほど収縮量が大きくなっており、その地域が400mを越す深層地下まで沈下しやすい地層が分布していると思われる。

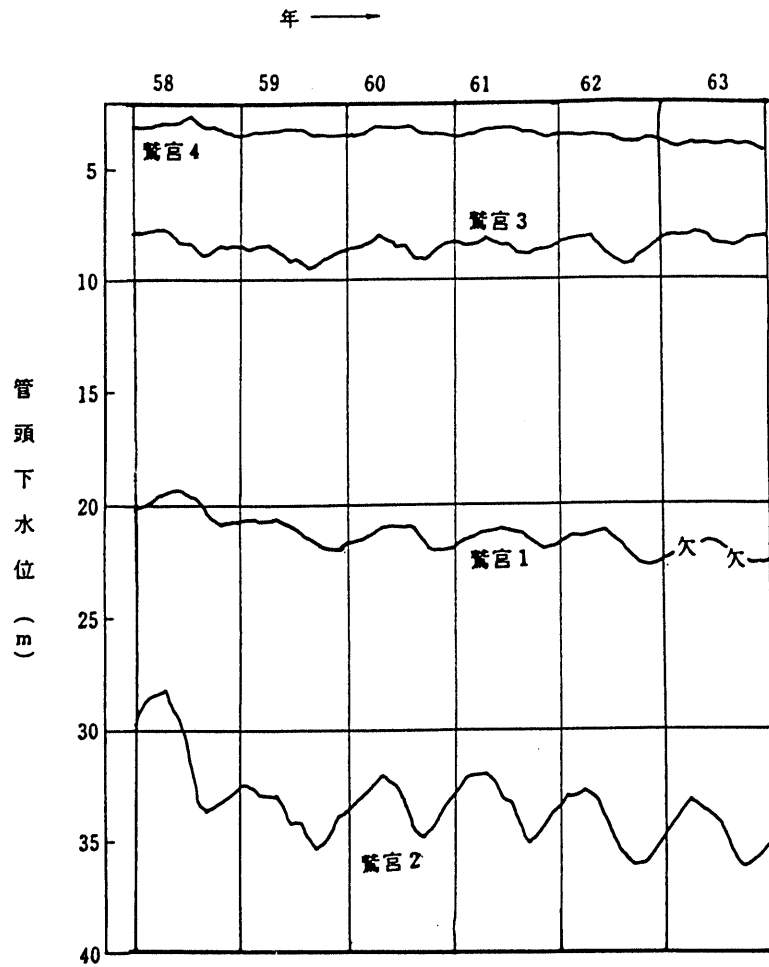


図2-25 地下水位経年変動図（鷺宮観測井）

図2-26は埼玉県地下水採取規制指定地区を表したものである。本調査地は、県公害防止条例による規制を受けている。

表14 県公害防止条例による規制

地下水採取規制	許 可 基 準	
	ストレーナー位置	吐出口断面積
工業用水法	JR東北線東側：650m以深 JR東北線西側：550m以深	21cm ² 以下
ビル用水法	650m以深	21cm ² 以下
県公害防止条例	650m以深	21cm ² 以下

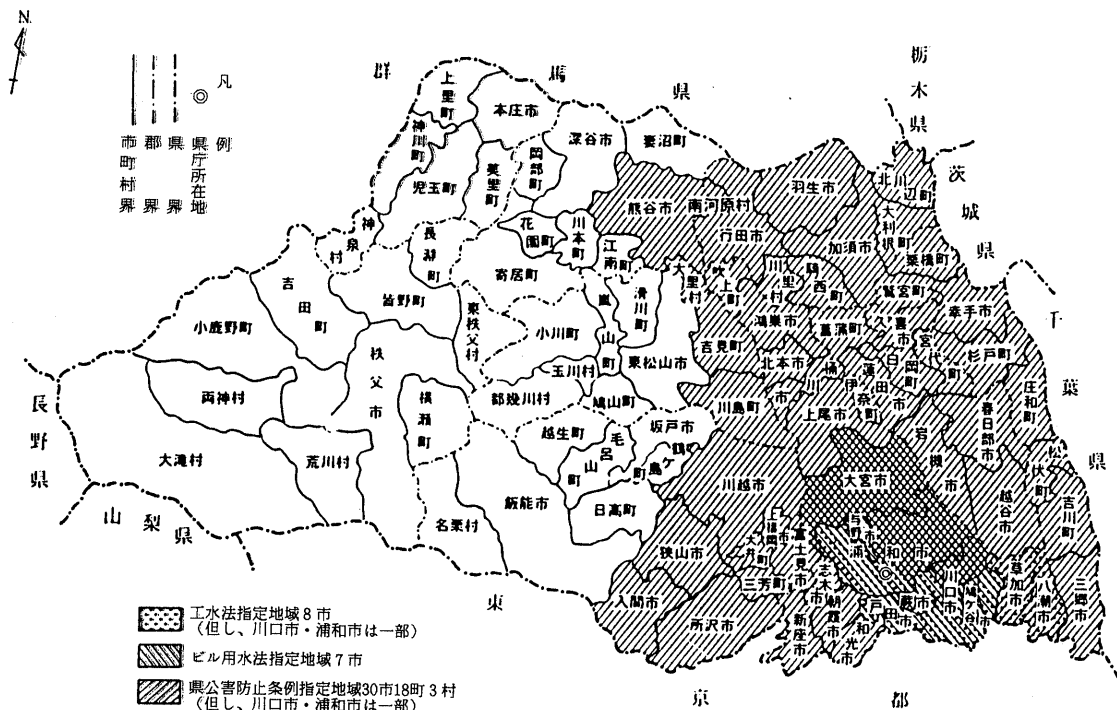


図2-26 埼玉県地下水採取規制地図

3. 松江地区

本調査地域は、松江市の市街地と東は意宇川の作る沖積地から西は佐蛇川の沖積地を含む約 100 km²の低地域である。

北の島根半島と南の中国山地北麓に挟まれ東西に伸び

た宍道湖低地は傾動地塊と考えられ、中央部に宍道湖を持ちその西側が出雲平野、宍道湖の東側に松江平野さらに東に中海が分布している。

3.1 自然条件

中新世前期の火山岩を基盤に、中新世後期と完新世の堆積物によって作られている。基盤の宍道層群には、古い順に古浦累層、成相累層の玄武岩～安山岩溶岩、凝灰岩、凝灰質砂岩、礫岩が分布し、変質してグリーンタフ化している地域もみられる。中新世後期の宍道層群は海成層で古江累層や松江累層がみられる。古江累層は砂岩・泥岩よりなり、松江累層は砂岩・泥岩に伴ってかんらん石玄武岩及び輝石安山岩もみられる。

松江市の南側から宍道湖の南岸に沿って、標高15m～30m段丘がみられ、乃木段丘として中位段丘に対比されている。段丘は下部から礫、砂、シルトで構成され、層厚8m程度で礫層中の礫は風化されて乃木礫層と呼ばれている。また、松江市周辺には比高3m～5mで段丘が分布し、大庭段丘と呼ぶ低位段丘が、新鮮な礫を含む礫層よりなり、上部に黒ボク土が発達して大庭礫層と呼ばれている。この段丘は海岸寄りでは沖積面下に没する。宍道湖、中海の湖岸にみられる低地は完新世の海岸平野の堆積物で、主として砂、礫からなる。これらの低地では一般に地盤が軟らかく、近年、埋立や盛土に建造物のある地域では地盤の沈下が見られている。

3.2 地盤の工学的性質

松江地区に分布する地層は表15の通りであり、その工学的な性質については、ボーリングにより採取した試料に基づいて土質試験がおこなわれているので、そのデータにより以

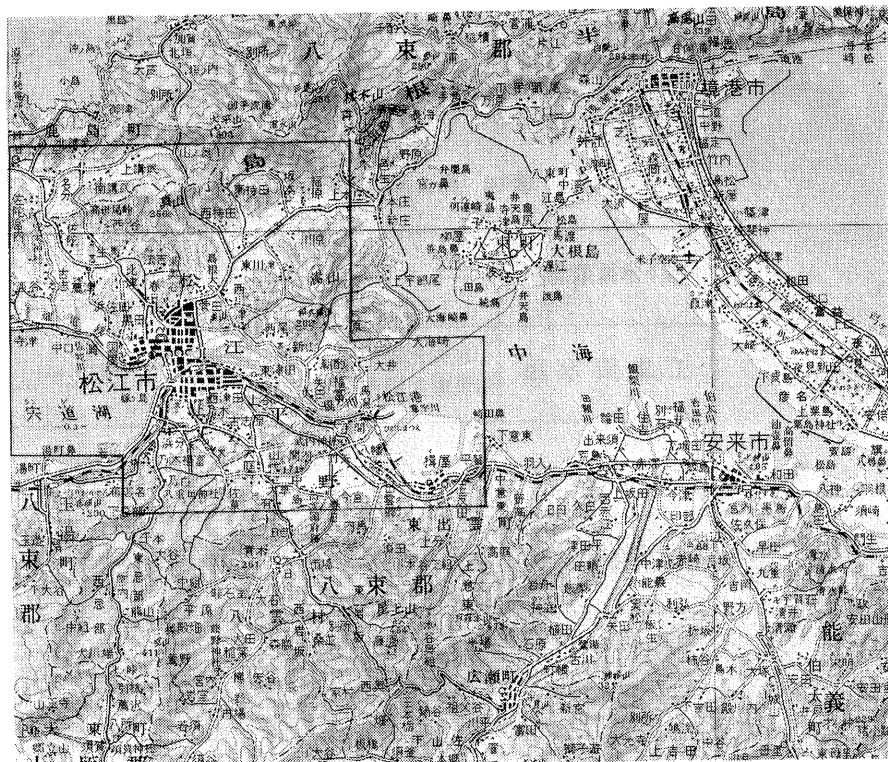


図3-1 調査地域図（国土地理院発行20万分の1地勢図「松江」）

表15 松江地区の地質層序

地層名		記号	層相	N値最大頻度 範囲(頻度%)	記 事
沖積層	最上部層	Um	砂質土 粘性土	1~10 (82.6)	黒ボク、埋立土を含む
	上部砂礫層	Us	砂 礫	1~10 (75.8)	河成堆積層で砂、礫からなる
	上部粘土層	Uc	粘 性 土	1~10 (70.8)	海成粘土層
洪積層	下部砂礫層	Ls	砂 礫	11~20 (48.6)	河成堆積層 火山灰、浮石を混入する
	下部粘土層	Lc	粘 性 土	1~10 (88.5)	海成粘土層 火山灰、浮石を混入する
	最下部層	Lm	砂 礫 と 粘性土の互層	21~30 (23.3)	砂礫と粘性土の互層
第三紀 層以前	基盤岩類	B	火 成 岩 堆 積 岩	50~ (54.5)	第三紀以前の火成岩、堆積岩類 風化層含む

下に記す。なお、土質試験の項目については、地層によって異なるが、自然含水比、液性限界と塑性指数、一軸圧縮試験、圧密試験、圧密降伏応力などである。

イ. 沖積層 (Um, Us, Uc)

沖積層は、宍道湖と中海を結ぶ大橋川沿いに分布する自然堤防、後背湿地、三角州などの河成堆積物と、佐蛇川、意宇川、馬橋川および松江市内より福原町にかけての埋没谷を構成する沖積低地に分布するものがある。沖積層を構成する土質は、埋立土や黒ボク土等を含む表土 (Um)、河成堆積層および海成粘土層の3層に区分することができる。

(1) 最上部層 (Um層)

最上部層であるUm層は、N値が10以下の軟弱な砂質土、粘性土よりなるが、宍道湖の流出部付近および中海の底部の埋立地も本層の区分に加えている。含水比は10~100%である。ただし、含水比が極端に低いものは、人工地盤等を本層に含めているためである。

本層は現在の地形と密接な関係にあるもので、湿性地では砂まじり粘土、浜堤や自然堤防では砂、内陸の河川沿岸では礫まじり砂となっているが、いずれもしまりはゆるい。N値は0~6のことが多く、平均は砂質土で3~4、粘性土で2前後になる。この層が厚い地域は微地形区分での溺谷埋積低地にあたり、5mをこえるのも稀ではない。河川の沿岸部でも、いわゆる旧河道の部分にこの厚いところが多い。最も厚い所は松江市の市街地で8mに達することもある。しかし、一般には2~3mの厚さで分布しており、局地的な厚さの変化が激しい所では、自然条件による区分だけではなく上部砂層と思われ、層相でもN値が6以下で構造物の指示に適しない場合には、上部砂層ではなく最上部層に入れたからである。

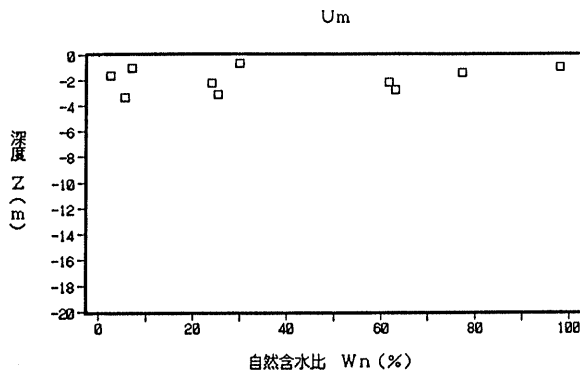


図 3 - 2 Um層の自然含水比の分布

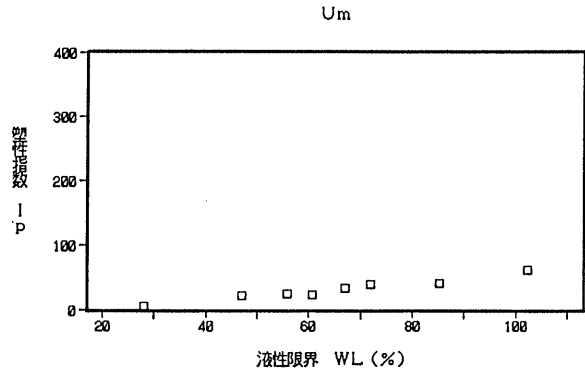


図 3 - 3 Um層の塑性指数と液性限界

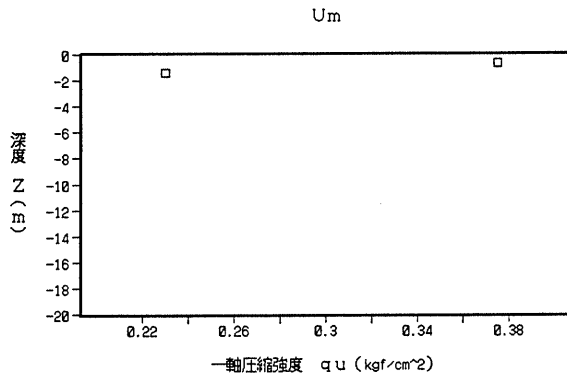


図 3 - 4 Um層の一軸圧縮強度と深度の関係

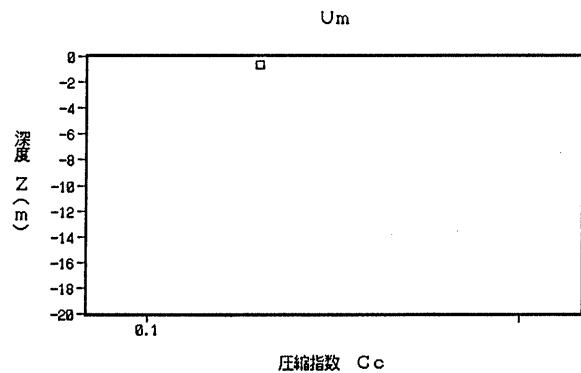


図 3 - 5 Um層の圧縮指数と深度の関係

構造物の支持層としては適さないが、小規模な軽量構造物では支持層となる場合もあるのが本層である。しかし、この場合には地震などによる大きな被害を受ける恐れもある。

本層で行なわれた土質試験は数が少ないが図 3 - 2 ~ 図 3 - 5 に示した。本層の一軸圧縮強度は 0.4 kgf/cm^2 以下の正規圧密粘土であるが、人工改変等の影響により自然堆積の正規圧密層と云えない場合もある。

(2) 上部砂層 (Us層)

本層は暗灰~暗褐色の砂で構成され、内陸部では礫まじりの砂のことが多く、沿岸部では貝殻まじりになり、中海の沿岸では上部粘土層から漸移して下部がシルトまじりになり、沖合では全く見られなくなる。層厚は全般に 5 ~ 15m、大橋川の河口付近や中海で最も厚くなる傾向にある。

この層は N 値が 7 ~ 25 であるが、厚さが 5 m 以上あれば $5 \sim 15 \text{ t/m}^2$ 程度の支持

力は期待される。しかし、粒土組成の均等係数がほとんど10以下で、5以下のことも少なくないので地震時の液状化に対する危険の最も高い地層と云えよう。

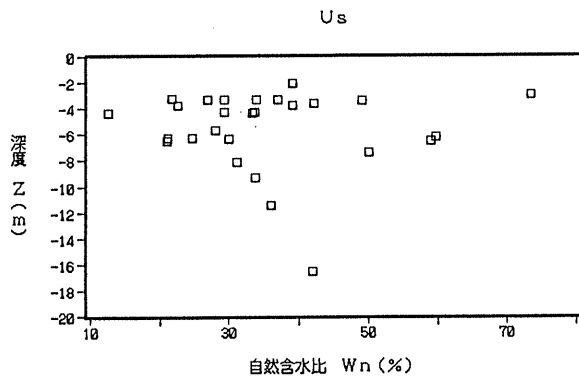


図3-6 Us層の含水比の分布

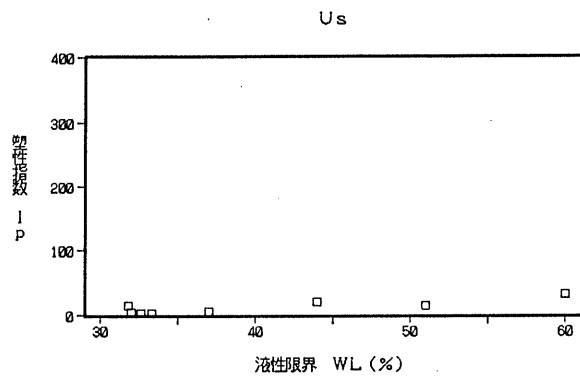


図3-7 Us層の塑性指数と液性限界

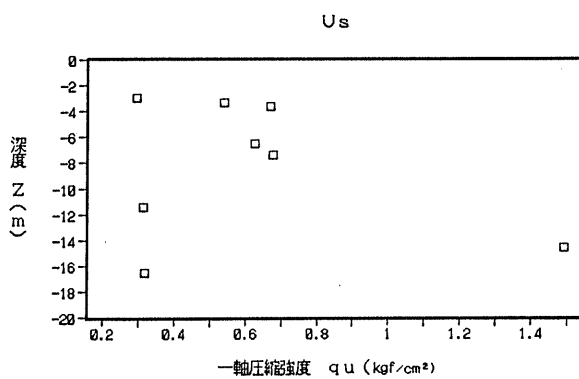


図3-8 Us層の一軸圧縮強度と深度の関係

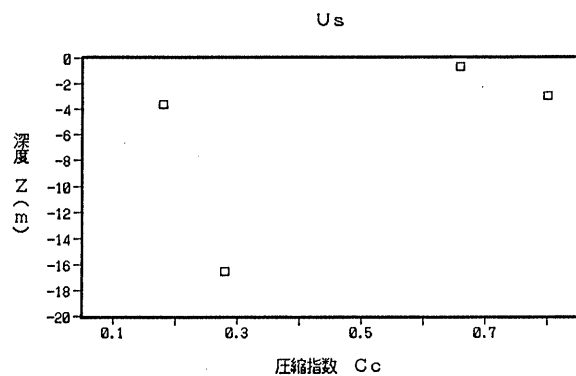


図3-9 Us層の圧縮指数と深度の関係

本層で行なった土質試験結果は、粘性土を多く含むところで採取された不攪乱試料によっておこなわれており、結果を図3-6～3-9に示す。

一軸圧縮強度は0.3～0.7kgf/cm²であるが、前記した理由により信用性は低い。含水比は20～60%と砂の含水比を示している。

(3) 下部粘性土層 (Uc層)

本層は、宍道湖沿岸や中海沿岸に広く分布する軟弱な粘性土層で、暗灰色のシルト層を主体としている。本層では、上部がシルトまじり砂となっているところや、下部に砂質土が薄く分布するところもある。この層の厚い地域は中海や松江市の市

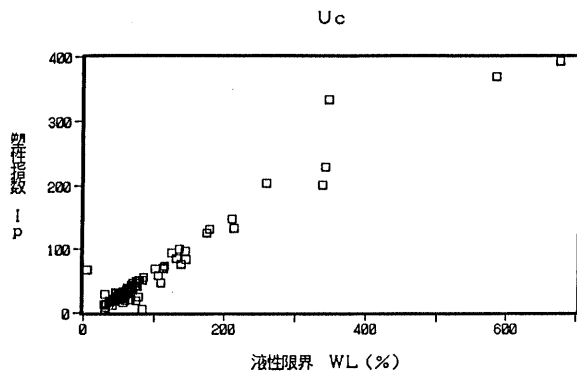


図 3-10 U_c層の塑性指数と液性限界

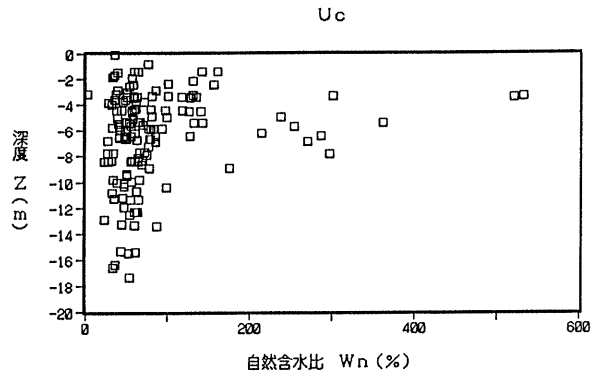


図 3-11 U_c層の含水比の分布

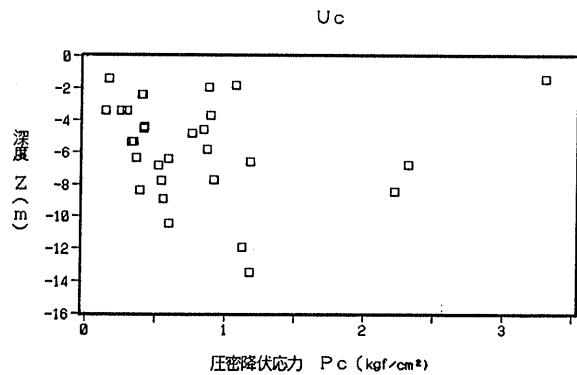


図 3-12 U_c層の圧密降伏応力の分布

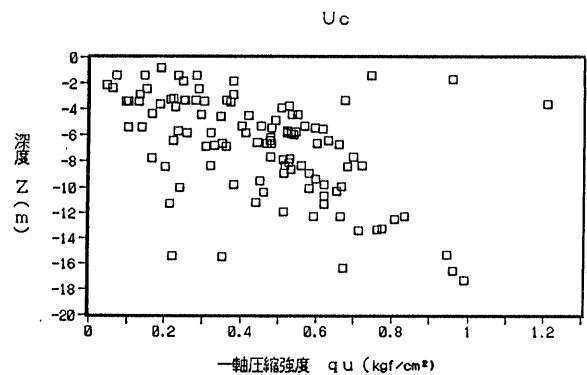


図 3-13 U_c層の一軸圧縮強度と深度の関係

街地の部分で、10m以上に達することも稀ではない。

本層は、N値が0～3の軟弱な粘性土を主体とし、一軸圧縮強度は平均0.5 kgf/cm²で、深度と一軸圧縮強度とが $x = -y$ の関係にある正規圧密粘土である。圧密降伏応力は0.1～1.2 kgf/cm²である。圧縮指数は平均で1.0であるが、非常に変化に富んでいる。軟弱な粘性土であるから、

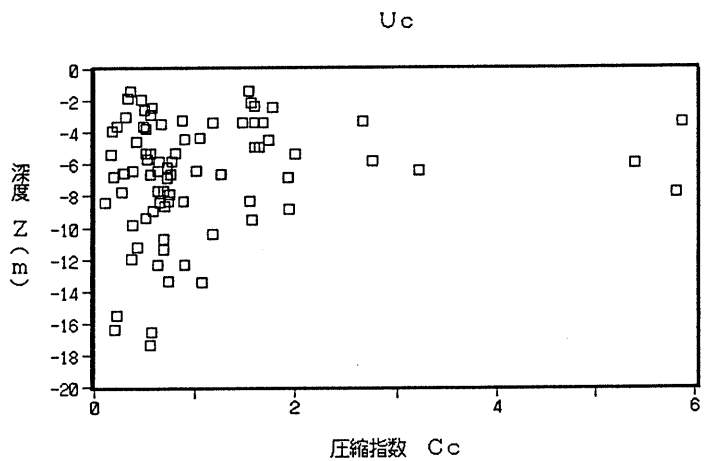


図 3-14 U_c層の圧縮指数と深度の関係

上位の地層に構造物の支持をとった場合には、容易に圧密沈下を起こすことになる。したがって、この層の厚い地域では抗基礎の採用が必要であり、実際に、この層の厚い地域での既設の建築物には抗基礎を採用しているので、大きな被害は生じてはいない。

自然含水比には50～300%まで分布するが、平均的には80～100%であり、粘土の質としては一般的な値と考えられる。

ロ. 洪積層 (Ls, Lc, Lm層)

本層は上部より下部砂礫層 (Ls)、下部粘土層 (Lc)、最下部層 (Lm) の3層に区分され、河成又は海成の堆積物とこれに火山灰を混入する地層である。以下、上部層より順に説明する。

(1) 下部砂礫層 (Ls層)

本層は、暗褐色～淡褐色の砂～砂礫からなる河成の堆積物層で、火山灰や浮石がまじることがある。松江市の市街地付近では、上部粘土層の下位に3～5mの厚さで浮石まじりの砂の分布するところがある。

本層のN値は10～30、通常15～25でおおむね20程度には達する。構造物の支持層としては十分とは云えないまでも、低層の構造物に対しては、粒径によっては支持層となり得る場合もある。しかし、地域的な変化の幅は大きくて、松江市の市街地などではこの層に支持させるのではなくて、摩擦抗としての効果を期待している場合も多い。

土質試験結果については、データが極端に少なく、本層の工学的な傾向をうかがうことができないので省略する。

(2) 下部粘土層 (Lc層)

本層の層厚は、通常5～10m程度であるが大橋川河口では10m程度となる。最も層厚が大きいのは、佐蛇川の河口付近で15mにも達する。本層は、暗灰色のシルト

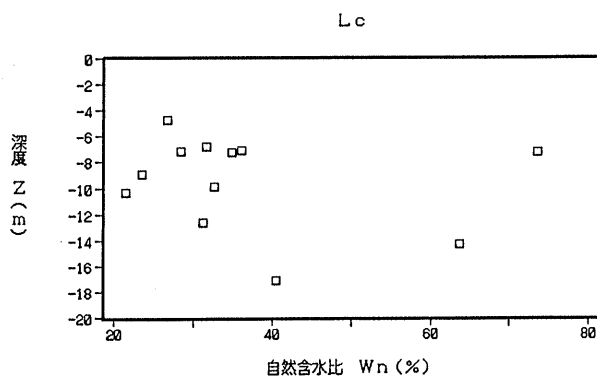


図3-15 Lc層の含水比分布

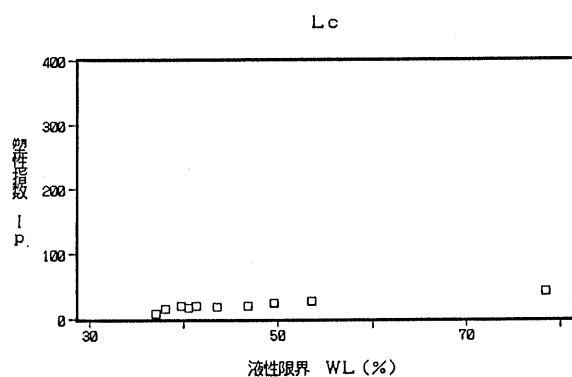


図3-16 Lc層の塑性指数と液性限界

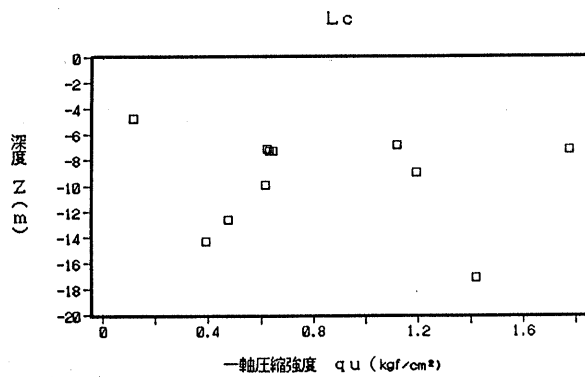


図3-17 Lc層の一軸圧縮強度と深度の関係

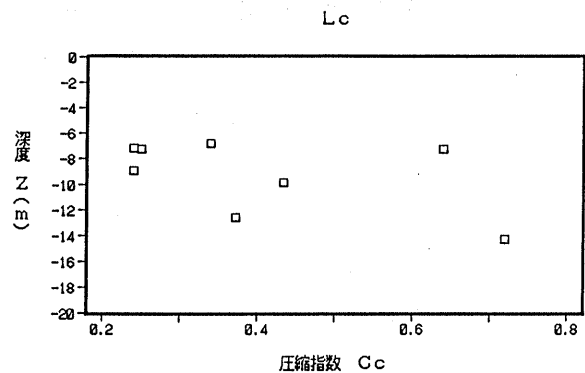


図3-18 Lc層の圧縮指数と深度の関係

ないし砂まじりシルト層で、一般に腐植物を含みところによっては貝殻を含み、まれには下部に砂層をともなう。

N値は3~10であるが4~5が最も多い。一軸圧縮強度は0.2~1.8kgf/cm²、平均0.8kgf/cm²、圧縮指数は0.2~0.7である。

広域の地下水低下や盛土に伴う有効応力の増加等によっては圧密沈下をおこす可能性はあるが、一般の構造物による増加応力によって、圧密沈下を発生することは少ないものと考えられる。自然含水比はおおむね40%以下である。

(3) 最下部層 (Lm層)

本層は、松江市南部の大庭付近に表面をローム層におおわれた低位段丘を形成するものであるが、他の地域でも下部粘土層の下位に広く分布する。層厚は、基盤岩類の上面にへばりつくように分布しており、通常数mであるが講武川上流部では20m近くになるところもある。全般に暗灰色を呈し、内陸では礫・砂・シルトの互層であり、貝殻を含む海成層である。

N値は砂および砂礫で15~45、粘性土で7~15で平均では20~30の範囲となる。粘性土の部分で行なった一軸圧縮試験での結果では、図3-19に示すように0.5kgf/cm²~3.5kgf/cm²の値が示されているが、データ数が少なく

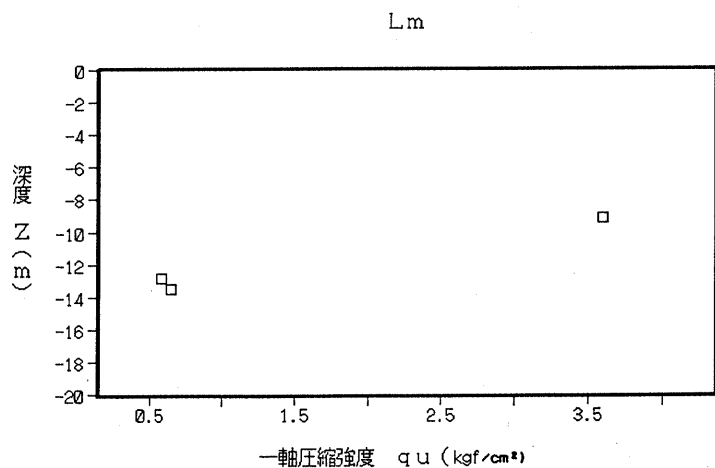


図3-19 Lm層の一軸圧縮強度と深度の関係

一般的な傾向はうかがえない。

ハ. 基盤岩 (B層)

基盤岩類は中生代末の流紋岩と古第三紀の花崗岩、第三紀中新世の安山岩～流紋岩および堆積岩、鮮新世の安山岩および玄武岩からなる。

基盤岩類のB層は山地を構成するが、低地部の比較的あさい部分にも現われて、構造物に対する良い支持層となっている。但し、その上部は風化されていることがあるから、風化の程度には十分な注意をする必要がある。中新世末の玄武岩の風化岩は、多孔質でN地も低いので、基礎地盤としては多少問題がありそうである。

風化部の一軸圧縮強度は、 $3 \text{ kgf/cm}^2 \sim 30 \text{ kgf/cm}^2$ で平均 20 kgf/cm^2 程度を示し、風化岩としての強度は極めて低く、粘土化した状態にあることを示している。但し、沖積層や洪積層中の粘土層とは基本的に異なるのは言うまでもない。

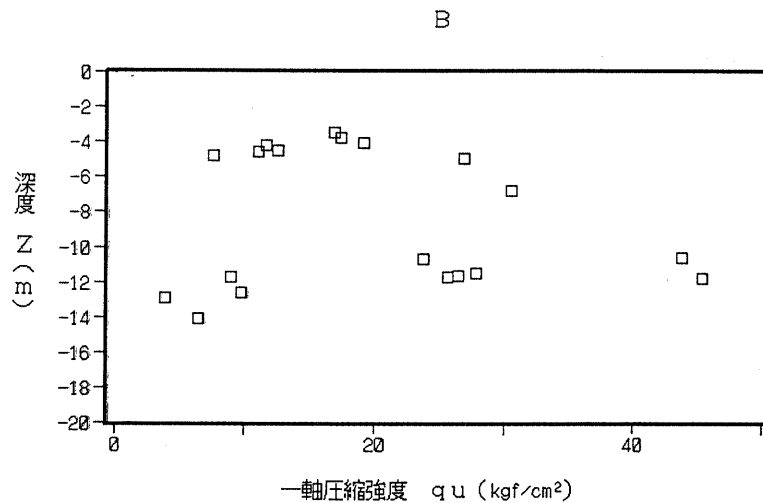


図3-20 B層の一軸圧縮強度と深度の関係

3.3 地下利用の現況

本調査地域の地下利用については、電気、ガス、上下水道及び電話などがあるが、このうち電話については前述したが、保安上の問題があり利用の実態は知る事は出来ない。このため地下利用現況図には電気地中線、ガス管、上水道管および下水道管の位置を表示した。また、管径と埋設深度を同時に表示している。なお、電気地中線については、その延長が100m以上のものを、ガス管は管の直径が100mm以上のものを、また上水道管は排水管以上のもの、下水道管は幹線のみを記入してある。

3.4 災害記録

イ. 水災害

本調査地のほとんどは標高5m以下の低地である。特に佐蛇川沖積地や宍道湖から中海への流路にあたる大橋川沿岸、千鳥町、嫁島町、八幡町の中海干拓地では、標高が2m以下で水害を受けやすい。

松江市の水災害は6・7月の梅雨前線による豪雨がその大半を占め、被害も住家・

田畑の浸水や道路の損潰がほとんどであるが、同時に山腹崩壊もみられる。

表16に被害の状況を呈した。

ロ. 土砂災害

昭和47年7月豪雨で発生した松江市内の土砂災害は、松江層の風化物が崩壊した。当時の降雨パターンは、長期にわたり多量の降水があり、降雨強度は大きくはなく、表層滑落型の崩壊は少なかった。表16では山腹崩壊が137ヶ所となっているが、発生場所や規模などは不明である。しかし、家屋の被害が少なかったことなどから考えると、土砂による被害はほとんど無かったものと思われる。(表16の被害状況を参照。)

ハ. 地震災害

本調査地域は、地震国の我が国の中では地震の発生の比較的少ない地域である。しかし、県東部を中心とする地域は、地震予知連絡会によって特定観測地域の一つに指定されている。これは、この地域が明治以来山瓶山東方に緩慢な地盤隆起が続いており、最近地震活動が活発になっていることに関連すると思われる。

表17に県東部の地震災害の記録を示す。このほかにも1950年、1970年、1972年に軽微な被害のものが三瓶山付近で発生している。

ニ. 地盤沈下

本調査地域の地盤沈下は、過去10年ほど前より記録され始めているが、正式な報告書の形では出ていない。このため、表のうち沈下量や盛土高は現地で測定した値である。(表18参照)

表16 松江市の気象災害の被害状況

項目		災害名	昭和39年 7月12日～19日 不連続線 (山陰豪雨)	昭和40年 7月12日～23日 不連続線	昭和45年 6月14日～15日 大雨	昭和46年 2月上旬 大雪
被害	人の被害	死者 (人)	1			
		死行方不明 (人)				
	軽傷 (人)	1				
		3				
	住家の被害	全壊 (棟) (棟/世帯/人)	30	2	4	
		流失 (棟) (棟/世帯/人)	37			
		半壊 (棟) (棟/世帯/人)		1	12	
		破損 (棟) (棟/世帯/人)		6	29	
		床上浸水 (棟) (棟/世帯/人)	553	230		
	床下浸水 (棟) (棟/世帯/人)	4,169	2,817			
罹災者計 (棟/世帯/人)	5,189/23,228	6/3,050/14,757	45			
非住家の被害	全壊 (棟) (棟)	23	住家・非住家被害額合計	18		
	流失 (棟) (棟)	16	48,522千円			
農地被害	田	96	田畑浸水 1,721			
	畑	1,545	(作付面積 4,343%)		15 (0千円)	
状況	農業用施設被害	頭首工 (箇所)	75			
		池 (箇所)	101	4		
	堤防 (箇所)	1	2			
	農道 (箇所)	167	20	18,050千円	13,330千円	1 (130千円)
	橋梁 (箇所)	15	4			
	水路 (箇所)	111	18			1 (150千円)
	畜産被害	牛 (頭)				
		豚 (頭)				
	山林被害	林道 (箇所)	72	6		3 (443千円)
		山腹崩壊 (箇所)	1			
水産関係	漁船 (隻)	506	76	26,150千円	33,777千円	7 (1,388千円)
	漁業用施設 (箇所)		10			
その他の措置	土木施設被害	河川 (箇所)	182	22		134 (17,430千円)
		海堤 (箇所)			15,321千円	
	道 (箇所)	627	94		10,810千円	76 (65,900千円)
	橋梁 (箇所)	49	1			
	施設被害	施設 (箇所)			23千円	
		施設 (箇所)			1,000千円	
	商工関係	商品又は製品 (件)	30,000千円	578事業所 (1,800千円)	1,862	364,827千円
		仕掛品及び原材料 (件)	5,000千円		438	
	教育関係	その他の (件)	418,000千円		123,400	
		学校 (校)	7棟 (3,500千円)	2 (2,020千円)		3,980千円
公共交通関係	公共交通 (箇所)				430千円	
	公共交通 (箇所)			1,000千円		
応急対策	消防職員動員数 (人)				217千円	
	消防団員動員数 (人)	延 6,500 (市職員を含む)	延 8,000 (市職員を含む)		延長 556 km	
避難状況	避難場所数 (箇所)				(2) 借上 延 217 台	
	避難人員数 (人)	1,096 (261世帯)	210 (46世帯)		(3) ソフト " " 287 台	
孤立地区の状況	孤立地区数 (地区)				2/3 ~ 14まで	
	孤立世帯数 (世帯)				箇所・人数 不明	
被害	孤立世帯数 (世帯)				経費 6,126千円	
	孤立人員数 (人)					
被害総額 (千円)		1,756,010	589,767	495,608	85,441	
その他の措置		孤立地区に地区災害対策本部を設置。		緊急特別融資制度を設定		
災害対策本部	設置 (月日時分)	7.18	22:00	7.22	16:40	
災害救助法適用	解除 (月日時分)					
	適用 (月日時分)					

項目		災害名	昭和47年7月9日～15日 梅雨前線豪雨	昭和48年7月～8月 早ばつ	昭和49年7月10日 49.7.10梅雨前線豪雨	昭和55年7月5日～11日 梅雨前線による大雨	
被害状況	人の被害	死者(人)					
		不明者(人)					
	住家の被害	全壊(棟)(棟/世帯/人)	5/5/17				
		半壊(棟)(棟/世帯/人)	8/8/42				
		破損(棟)(棟/世帯/人)	49				
		床上浸水(棟/世帯/人)	5,900/5,901/18,040				
		床下浸水(棟/世帯/人)	14,485/14,374/43,137			139/145/580	
	罹災者計(棟/世帯/人)	20,447/20,288/62,138			139/145/580		
	非住家の被害	全壊(棟)(棟)	3				
		流失半壊(棟)(棟)	10				
農業被害	農地被害	流失(%)	4.57	63.3% (62,500千円) 作物被害額 618,900千円	3,140千円 作物被害額 5,805千円	4	
		埋没(%)	2.43				作物 767,532千円
	農業川施設被害	頭首工(カ所)	20	83カ所 (12,300千円)	78,150千円	2	
		池(カ所)	36				
		堤防(カ所)	6				
		農道(カ所)	121				
		橋梁(カ所)	2				
		水路(カ所)	102				
	畜産被害	牛(頭)	48	4,592千円	3	2,500千円	
		豚(頭)	1,000				
山林被害	林道(カ所)	111	116,490千円	2	29		
	橋梁(カ所)	2					
	山腹崩壊(カ所)	137					
	苗圃(カ所)	160					
	造林地(カ所)	2					
水産関係被害	動力漁船(隻)	2 (1,000千円)					
	漁業川施設(カ所)						
土木施設被害	河川(カ所)	82	219,880千円	8	21,365千円		
	砂防(カ所)						
	海岸(カ所)	343					
	道路(カ所)						
	橋梁(カ所)	7 (都市施設)					
堤防被害	堤防施設(カ所)	22 (6,110千円)					
	堰(カ所)	30,370千円					
商工関係被害	水道(カ所)	6 (12,480千円)					
	施設被害(カ所)	1,310件	1,861,000千円	43	16,100千円		
	商品又は製品(件)	1,310					
仕出品及び原材料(件)	60						
教育関係被害	学舎(校)	6件 (115,463千円)					
	その他(施設)						
公共交通関係被害	公共建物(棟)	15件 (182,759千円)					
	鉄道不通箇所(カ所)	(1)自動車 2,691千円 (2)バス 6,500千円					
応急対策状況	消防職員動員数(人)	延 323					
	消防団員動員数(人)	延 2,165					
避難状況	避難場所数(カ所)	46					
	避難人員数(人)	3,697					
孤地の状況	孤立地区数(地区)						
	孤立世帯数(世帯)						
被害総額	孤立人員数(人)						
	被害総額(千円)	4,820,247			131,055		
その他の措置		新市内の公民館に地区災害対策本部を設置。					
災害対策本部	設置(月日時分)	7.10 17:00	7.26				
	解除(月日時分)	7.31 17:00	9.25				
災害救助法適用	(月日時分)	7.11 0:00					

項目		災害名		昭和56年 6月25日～7月4日 大雨	昭和58年 7月20日～23日 58.7 豪雨	昭和59年 6月24日～26日 大雨	昭和60年 6月21日～7月14日 梅雨前線による大雨	
被害	人の被害	死者(人)						
		重傷者(人)						
		軽傷者(人)						
	住家の被害	全壊(棟)	(棟/世帯/人)	/	/	/	/	/
		半壊(棟)	(棟/世帯/人)	/	/	/	/	/
		流失(棟)	(棟/世帯/人)	/	/	/	/	/
		破損(棟)	(棟/世帯/人)	10	/	/	/	1
		床上浸水	(棟/世帯/人)	107	/	/	/	1
	罹災者計	(棟/世帯/人)	10	1,017	3	3	8	23
		(棟/世帯/人)	23	23	88	51	51	161
非住家の被害	全壊(棟)	(棟)						
	流失(棟)	(棟)						
農地被害	山	流失(%)	1.85 (30,500千円) 作物被害額 136,387千円	200				
	畑	流失(%)		10				
農業用施設被害	頭	工(カ所)		3		2		
	溜池	(カ所)						
	堤防	(カ所)	42					
	農道	(カ所)	3	15,500千円	3		1	
畜産被害	牛	死(頭)						
	豚	死(頭)						
山林被害	林	道(カ所)	101 (106,618千円)	6		2	2 (2,500千円)	
	橋	(カ所)						
	渓流	(カ所)		3				
	山苗造	(カ所)				7	4 (4,000千円)	
水産関係	漁	港(カ所)						
	動力漁船	流失(隻)						
土木施設被害	河川	(カ所)	35	2		4	9 (10,400千円)	
	海堤	(カ所)						
	道路	(カ所)	81	12		21	36 (27,780千円)	
	橋	(カ所)	1			1		
福祉施設	福祉施設	(カ所)	12 (7,851千円)					
	福祉施設	(カ所)	5 (0千円)					
	水道	(カ所)	6 (19,680千円)					
商工業関係	施設被害	(カ所)	27 (5,500千円)					
	商品又は製品	(件)	4 (20,000千円)					
	仕出品及び原材料	(件)	4 (200千円)					
教育関係	学	(校)	3 (14,300千円)					
	その他施設	(施設)						
その他	公共建物	(棟)	4 (18,130千円)					
	鉄道不通箇所	(カ所)						
	通信施設	(回線)						
応急対策	消防職員動員数	(人)	266	8			延 343	
	消防団員動員数	(人)	223	10				
	水防団員動員数	(人)	250			125		
	婦人会等奉仕者動員数	(人)						
避難状況	避難場所数	(カ所)	6			6		
	避難人員数	(人)				1		
孤立地区状況	孤立地区数	(地区)						
	孤立世帯数	(世帯)						
被害総額	被害総額	(千円)	698,432				44,680	
	被害総額	(千円)						
その他の措置	設置(月日時分)		6:20	6:00				
	解除(月日時分)		7:4	12:00				
	災害救助法適用(月日時分)							

項目		災害名	昭和61年 6月22日～7月22日梅雨前線による大雨	昭和61年 8月28日～30日高潮	昭和62年10月16日～17日台風10号	昭和63年 7月13日～23日梅雨前線による大雨
被害	人の被害	死者 (人)				
		行方不明者 (人)				
		軽傷者 (人)				
	住家の被害	全壊 (棟) (棟/世帯/人)	/ /	/ /	/ /	/ /
		半壊 (棟) (棟/世帯/人)	/ /	/ /	/ /	/ /
		破損 (棟) (棟/世帯/人)	/ /	/ /	/ /	/ /
		床上浸水 (棟/世帯/人)	/ /	/ /	/ /	2 / 2 / 4
		床下浸水 (棟/世帯/人)	37 / 37 / 106	3 / 3 / 3	/ /	81 / 73 / 206
	罹災者計 (棟/世帯/人)	37 / 37 / 106	3 / 3 / 3	/ /	83 / 75 / 200	
	非住家の被害	全壊 (棟) (棟)				1
流失 (棟) (棟)						
農地被害	田	0.2	約 50	3.2	0.3	
	畑	1.2		0.2	1.27 (8,000千円)	
	農作物被害	23,000千円				
農業施設被害	池 (カ所)	1		2	2	
	堤防 (カ所)	3		1	7	
	橋 (カ所)	4		2	2	
	水路 (カ所)					
畜産被害	牛 (頭)					
	豚 (頭)					
	鶏 (羽)					
山林被害	林道 (カ所)	1 (400千円)			2 (2,200千円)	
	山腹 (カ所)	6 (44,000千円)			14 (19,100千円)	
	山道 (カ所)					
	林道 (カ所)					
水産関係被害	漁船 (隻)					
	漁業施設 (カ所)	5 (5,750千円)		5	7 (15,100千円)	
土木施設被害	河川 (カ所)					
	海岸 (カ所)	34 (26,570千円)		15	65 (57,410千円)	
	港 (カ所)					
福祉施設被害	福祉施設 (カ所)					
	水道 (カ所)					
工業関係被害	工場 (カ所)					
	倉庫 (カ所)					
教育関係被害	学校 (校)	2 (2,000千円)		1		
	その他 (施設)	1 (500千円)				
公共関係被害	公共建物 (棟)					
	鉄道 (カ所)					
応急対策	消防員 (人)	延 139	延 23		45	
	消防団員 (人)					
避難状況	避難場所 (カ所)	3				
	避難人員 (人)	24				
孤立地区状況	孤立地区 (地区)					
	孤立世帯 (世帯)					
被害総額	被害総額 (千円)	102,220			101,810	
	その他の措置					
災害対策本部	設置 (月日時分)					
災害救助法適用	解除 (月日時分)					
	適用 (月日時分)					

表17 地震災害記録

No.	年月日 (日本暦)	震央位置 北緯 東緯	マグニ チュード	被災地域	被害概要
1	880.11.23 元慶 4.10.14	35.4° N 133.2° E	7.0	出雲	神社、仏寺、宮舎および百姓の慶舎の倒潰、傾斜、破損するもの多く京都でも強く感じた。余震は10月22日に至るもやまなかった。国府は東出雲、これを震央とみる。
2	1748.6.18 寛延 1.5.23			松江	雲州地震、松江鶴部屋橋石壁崩れ橋落つという。「出雲私史抜粋」による。被害記事1点のみ
3	1855.8.16 安政 2.7.4			米子	八時、城内石垣ところどころ崩れ、あるいは？、地割れもあり。8月4日にも地震あり
4	1904.6.6 明治37	35.3° N 133.2° E	5.8	宍道湖付近	11時51分同日の3時40分に震央の同じH : 5.4の地震があった間前の地震で能義郡宇賀荘村で堤防の亀裂、大塚村、母里村で瓦の墜落などの被害があった。(被害地はいづれも現安木市と伯太町の間)
5	1914.5.23 大正 3	35.35° N 133.2° E	5.8	出雲地方	12時38分能義郡、八東郡、大原郡、で壁の亀裂、土地の崩壊・亀裂などあり、玉造温泉の湧出量が3倍になった。
6	1925.7.4 大正14	35.5° N 133.3° E	5.8	三保湾	4時20分堺、米子付近で強く壁の亀裂、瓦の落下、道路・堤防の亀裂、石垣の破損も多く、地割れからの噴水や細砂を噴出して埋没した井戸があった。墓石の転倒、回転もあった。日野川沿いに余震
7	1977.5.2 昭和52	35° 09' N 132° 42' E	5.3	三瓶山付近	1時23分震央付近では夕感余震が1ヶ月続いた。掛合町小原地区では墓石が全て倒れ住家110棟、非住家181、震地64、農業施設46、山林4、道路47、砂防施設1ヶ所に被害が出た。
8	1978.6.4 昭和53	35° 05' N 132° 42' E	6.1	島根県中部	5時3分三瓶山南東の市町で被害大、県統計では住家半壊4、一部破損140、非住家一部破損43、分散施設9、道路48、砂防1、水道16、崖崩れ1ヶ所に被害、湧出量の増加した温泉、墓石の転倒等もあった。

表18 松江市の地盤沈下状況

No.	位置	完成年 (昭和)	沈下量 (cm)	沈下の 始まった時期	地盤の状況		被害の状況 (備考)
					原地盤	盛土高(m)	
1	西川津町	56	10~15	施工後 1年 以内	学校 敷地	2	壁面1.5cmクラック 道路、床面沈下
2	西川津町	51	50 床下	同上	野球場	1	駐車場沈下 埋設水道管破損 (駐車場は現在 までに5~6回 補修)
3	墨田町	58	30~45	同上	田	1	駐車場沈下 (現在までに2 回補修)
4	春日町	55	15~30	同上	田	1	駐車場沈下
5	西浜佐蛇町	56	25	不明	田	1	駐車場沈下(沈 下がひどくなっ たのは最近の3 ~4年の間)
6	墨田町	56	50	施工後 すぐに	田	1	駐車場沈下 埋設水道管等破 損
7	東津田町	52	5	不明	田	1	倉庫の床5cm 沈下
8	東津田町	60	20	施工後 すぐに	田	1	駐車場沈下
9	東津田町	52	7	不明	住宅	不明	駐車場沈下(タ イル張り替え)

4. 沖積地帯の土地保全

沖積地帯と呼ばれる地域は地表面では最も低く、現在流れている河川が地表面に何らかの影響を及ぼした地域、或は過去1万年程前までに影響を及ぼしたことのある地域に該当する。地盤は比較的軟らかく、専門用語で言えばN地（ボーリング調査時に調べた地盤の硬さ）が50以下（数字が小さいほど軟らかい）を示す。また、現河川の影響下にあるということ地下水位も高いのが一般的である。地盤を形成する地層も既に記したように礫、砂、粘土の整層であったり、互層であったりまたレンズ状に挟み込まれていたりしている。

このような地域での土地保全としては、地震による地盤の液状化、水災害、地盤沈下などに対するものが考えられる。これらはすでに昭和63年度に「茨城南部地区」を対象として試みられているのでその手法をここに再記する。なお、本調査ではそれぞれの災害に対する解答は求めているので、以下に本調査からの解答の求め方について記す。

4.1 地盤の液状化

はじめに一般的な液状化に予測手法を記し、その後に本調査の場合の取り扱いについて記す。

土地保全調査の中で予測する地盤の液状化は、①独自の地域判別をおこない、②これに地盤の強度の計算手法を取り入れ、①と②を重ね合わせて予測判定する。計算手法では日本道路協会が出している「道路橋示方書」の方式を用いている。全体の流れ図は図4-1にフローチャートとして示した。

地域判別は、沖積低地及びその周辺の微細な地形分類を行ない判別する。自然堤防、旧河道、後背湿地、埋立、干拓、盛土などの地形は何等かの形で液状化に関わっている。特に旧河道、後背湿地、干拓などはこれらの地形の形成過程を考えると、当然のことながら地盤の脆弱性が判別できる。

計算手法では、ボーリング試料及び土質試験試料を参考にする。先ずボーリング試料に基づき砂層、粘土層などの分布状況を把握し地盤図を作成する。また計算をおこなおうとする土層は、地下水位面が地層面から10m以内にあるもので、地表面下20m以内の平均粒径 D_{50} が0.02mm～2.0mm以下のものである。液状化を求める式は

$$F_L = R / L$$

である。 F_L は液状化に対する抵抗率で、この値が1.0以下の土層については液状化するものとする。Rは動的せん断強度比であり、Lは地震時せん断応力比である。ここで、Rは不攪乱試料の繰返し三軸試験によって得られた動的せん断強度比を示したもので、

$$R = R_1 + R_2$$

で求める。ここで R_1 はN値と有効上載圧の関数で表される動的せん断強度比Rの第1項で

$$R_1 = 0.0882 \sqrt{N / \sigma_v + 0.7}$$

で求め、Nは標準貫入試験のN値、 σ_v は有効上載圧（kgf/cm²）で「地下水位面より浅い位置での土の単位重量」に「地表面から地下水位面までの深さ」を掛けたものに「地下

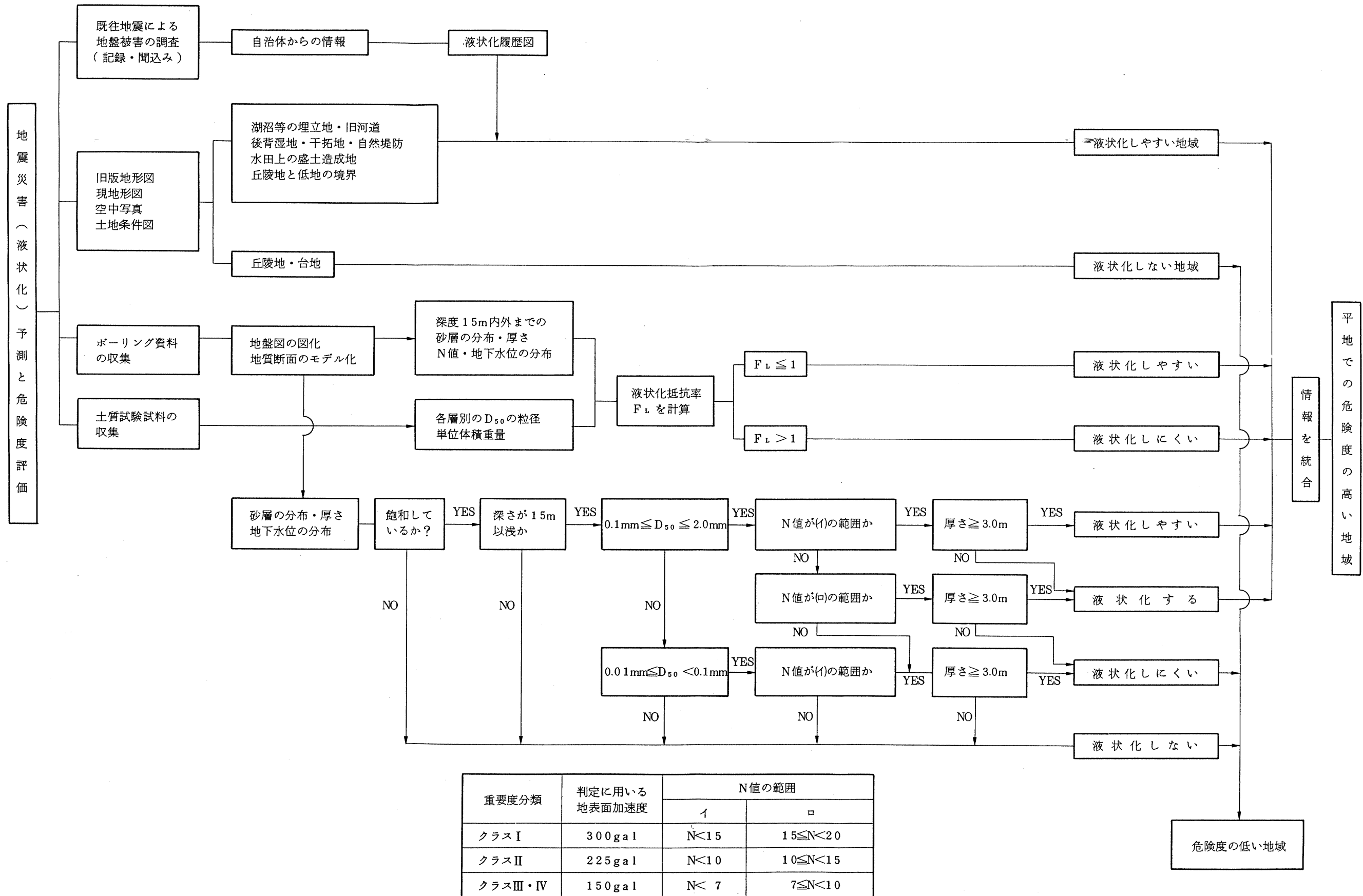


図4-1 地震災害（液状化）予測と危険度評価手法のフローチャート

水位面より深い位置での土の有効単位重量」に「地表面からの深さ」を掛けたものから「地下水位面より深い位置での土の有効単位重量」に「地表面から地下水位面までの深さ」を掛けたものを加えて10で除したものである。

R_2 は平均粒径の関数で表わされる動的せん断強度比 R の第2項で、

$$R_2 = \begin{cases} 0.19 & (0.12\text{mm} \leq D_{50} \leq 0.05\text{mm}) \\ 0.225 \log_{10} (0.35 / D_{50}) & (0.05\text{mm} < D_{50} \leq 0.6 \text{ mm}) \\ -0.05 & (0.6 \text{ mm} < D_{50} \leq 2.0 \text{ mm}) \end{cases}$$

で求める。 D_{50} は土の平均粒径である。

L は地下水位、地盤内の加速度分布などを考慮して

$$L = \gamma d \cdot k_s \cdot \sigma_v / \sigma'_v$$

で求める。 γd は地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数で1.0から0.015に地表面からの深さを掛けたものを引いた値であり、 k_s は液状化の判定に用いる地表面での設計水平深度で、液状化の判定に用いる標準設計水平震度を0.15として、これに地域別、地盤別、重要度別の各々の補正係数を掛けたものである。 σ_v は全上載圧 (kgf/cm^2) で「地下水位面より浅い位置での土の単位重量」に「地表面から地下水位面までの深さ」を掛けたものに「地下水位面より深い位置での土の単位重量」に「地表面からの深さ」を掛けたものから「地下水位面より深い位置での土の単位重量」に「地表面から地下水位面までの深さ」を掛けて引いたものを加えて10で除したものである。 σ'_v については前に記したので省略する。

なお、「道路橋示方書」では $R = R_1 + R_2 + R_3$ としているが、 R_3 は道路以外是用いる必要がないものとしている。また、 R_1 、 R_2 については図解されたもので示されているので各々図4-2、図4-3として掲載した。設計水平深度で用いる補正係数は道路橋示方書に表示されているのでこれを用いられたい。

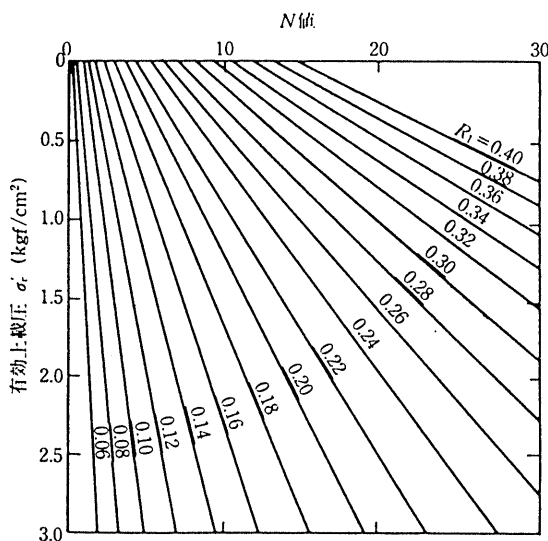


図4-2 N値、有効上載圧 σ'_v と動的せん断強度比の第1項 R_1 の関係

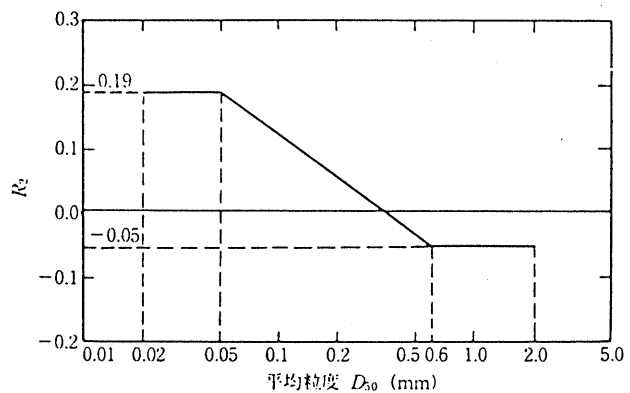


図4-3 平均粒径 D_{50} と動的せん断強度比の第2項 R_2 の関係

以上の予測手法に基づいて、本地域での予測を進める場合の留意点は以下のとおりである。

- ① 地形の微細分類については、本調査での成果品を用いて十分対応出来るものと考えられる。但し、自然堤防として表示した中に形状からみて盛土ではないかと思われるものが見られる。特にパッチ状に分布する自然堤防帯では、ある程度盛土の考え方をするとよい。
- ② 本説明書中の「地盤の工学的特性」の項に記載されているグラフは、地盤沈下に関わるものの参考となるが、液状化に対しては直接的な資料とはなり得ない。地域判別の参考資料である。
- ③ ボーリングデータは、大概の場合N値の記載はあるが、地下水位の記録ではないものがある。液状化の判定を試みる場合のボーリング資料の収集は、出来る限り地下水位の表示のあるものを収集する。
- ④ 土質試験では、目的によって試験項目が違ってくる。液状化の判定に必要な土質試験項目は単位重量、有効単位重量、平均粒径であるが、これらのデータを取得している試験は非常に少ない。場合によっては、近隣のもの（比較的連続性のある）から類推することも考えなければならない。

4.2 水災害

水災害の危険度評価については、前記したように「土地保全調査茨城南部」で述べているので、ここではフローチャートを示すだけとする。

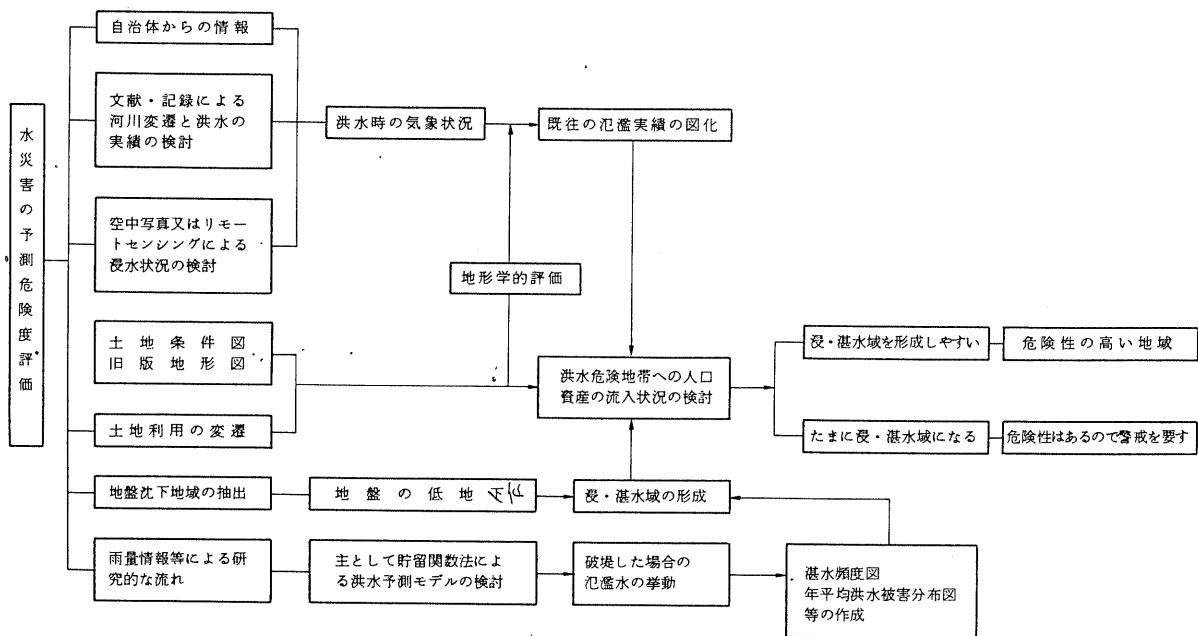


図4-4 水災害の予測と危険度評価手法のフローチャート

4.3 地盤沈下

地盤の沈下には相対沈下と不等沈下がある。相対沈下では、そのほとんどが地下水の過剰揚水によるものである。一説には1平方キロメートルの範囲で1000 t/日以上揚水を行うと沈下が始まるとも云われており、これを沈下を防ぐための集水範囲と理解すれば、都市化の進行に伴う水資源の確保のための新設井戸の範囲を示唆している。また、不等沈下は、人工的な地盤の改変によって発生するもので、特に軟弱な地盤の改変地域では、十分に考慮することが肝要である。

以下に地盤沈下災害に係るフローチャートを示す。

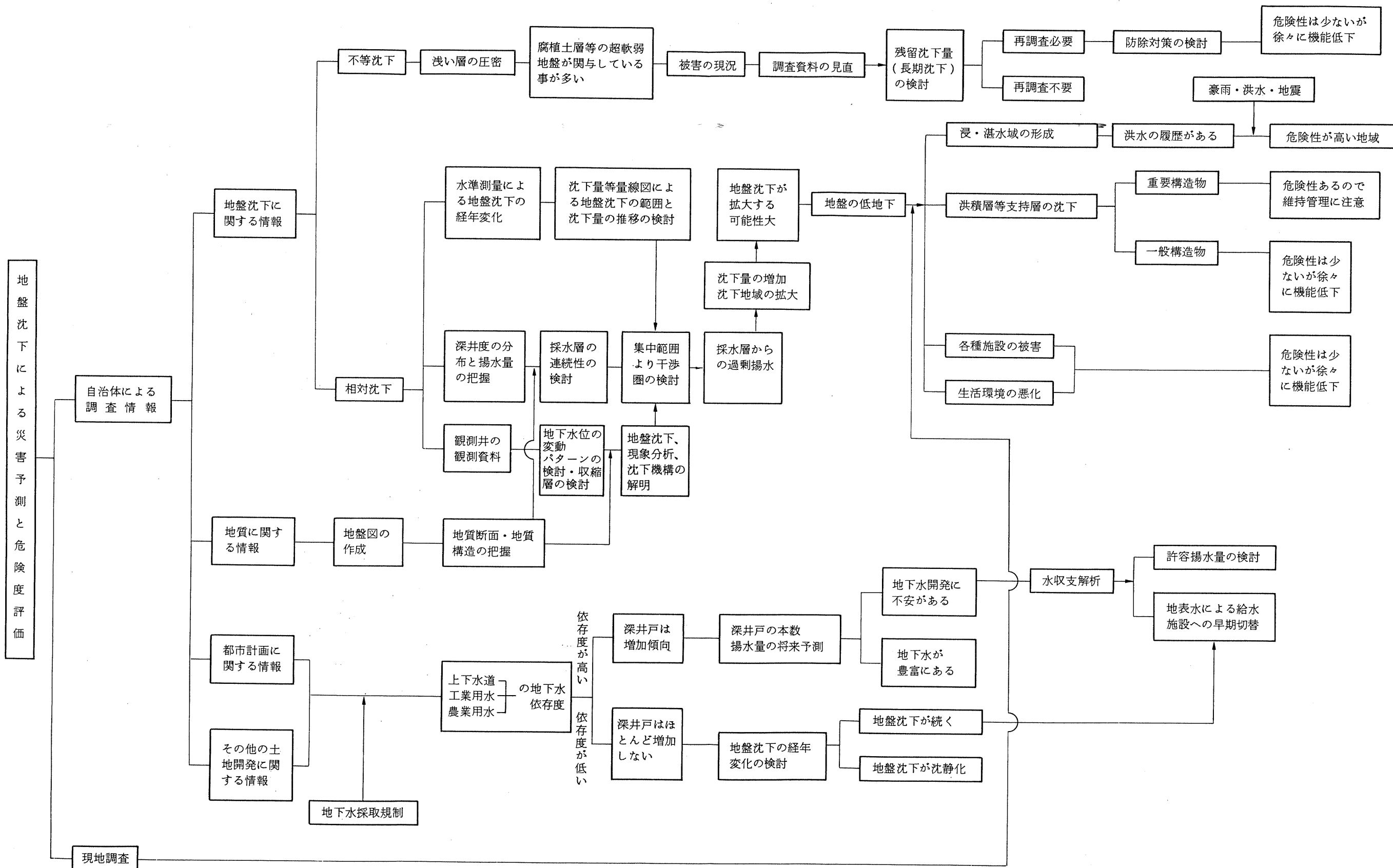


図4-5 地盤沈下による災害予測と危険度評価手法のフローチャート

参 考 資 料 (久喜)

- | | |
|---|------------|
| 1) 橋梁かけ替工事、根金橋地質調査報告書 | 1965(S.40) |
| 2) 東北自動車道(東京都～栃木県)土質及び基礎地盤調査地質柱状図集 | S 41年 7 月 |
| 3) 埼玉県杉戸土木事務所地質調査報告書(星川地点) | 1967(S.42) |
| 4) 東北道(岩槻～久喜)第1次土質調査地質柱状図集 | S 42年10月 |
| 5) 東北縦貫自動車道 岩槻青森線、東北道(白岡～久喜)構造物基礎土質調査、
調査位置平面図、土質縦断面図、土質横断面図 | S 44年 5 月 |
| 6) 東北道(岩槻～久喜)第4次土質調査総括報告書 | S 44年10月 |
| 7) 稲荷橋、その他3箇所地質調査、土質調査報告書 | S 45年 3 月 |
| 8) 東北高速道路メンテナンスエリア内地質調査報告 | S 46年 |
| 9) 杓子木、幸手線北葛飾郡栗橋町内地質調査委託工事報告書 | S 47年 3 月 |
| 10) 清地橋、測道橋地質調査報告書 | S 50年 4 月 |
| 11) (岩槻、幸手線)交通安全施設歩道整備工事(地質調査)報告書 | S 51年 |
| 12) 東北自動車道加須第2インターチェンジ橋基礎土質調査報告書 | S 55年12月 |
| 13) 道路改良工事地質調査、県道下吉羽幸手線(幸手町大字木立地内)報告書 | S 57年10月 |
| 14) 都市河川改修工事(地質調査)報告書 | S 58年 1 月 |
| 15) 橋梁架換工事(文蔵橋)地質調査(惣神田春日部線)報告書 | S 58年 3 月 |
| 16) 都市河川改修工事(基本設計及び地質調査委託)地質調査報告書 | S 58年12月 |
| 17) 東北自動車道、加須第2インターチェンジ修正設計、土質調査報告書 | S 59年 3 月 |
| 18) 交通安全対策自転車歩行者道工事(地質土質調査業務委託)報告書
橋梁整備工事(地質、土質調査業務委託) | S 59年 9 月 |
| 19) 主要県道境杉戸線(関宿橋)北葛飾郡幸手町大字中島地内報告書 | S 60年 2 月 |
| 20) 道路改良工事(地質土質調査委託) | S 61年 2 月 |
| 21) 住宅宅地関連公共施設整備促進工事(地質土質調査業務委託)報告書
橋梁架換工事(地質、土質調査業務委託) | S 61年 3 月 |
| 22) 昭和60年度古利根川流域下水道鷲宮幹線1工区地質調査委託地質調査報告書 | S 61年 3 月 |
| 23) 道路改良工事(地質、土質調査業務委託)
(一般国道 122号/蓮田市大字関戸)報告書 | S 61年 7 月 |
| 24) 昭和61年度古利根川流域下水道鷲宮幹線1工区2号地質調査委託
その1 報告書 | S 61年10月 |
| 25) 昭和61年度古利根川流域下水道鷲宮幹線1工区2号地質調査委託
その2 報告書 | S 61年10月 |
| 26) 古利根川流域下水道栗橋大利根幹線10工区2号地質調査委託
その2 報告書 | S 61年10月 |

27) 古利根川流域下水道栗橋大利根幹線10工区 2号地質調査委託 その3 報告書	S 61年10月
28) 総合治水対策特定河川工事(地質、土質調査業務委託)報告書	S 62年 1月
29) 古利根川流域下水道鷲宮幹線 1工区 3号地質調査委託報告書	S 62年 3月
30) 古利根川流域下水道鷲宮幹線 2工区地質調査委託報告書	S 62年 3月
31) 古利根川流域下水道栗橋大利根幹線11工区地質調査委託報告書 橋梁架換工事(地質、土質調査業務委託)一般県道幸手久喜線(幸橋) 幸手市中地内 報告書	S 62年 3月
32) 河川改修工事(地質土質調査設計業務委託)報告書	S 62年 7月
33) 多目的遊水池工事(1工区)(土質調査業務委託) 青毛堀川右岸/加須市大字船越	S 63年 1月
34) 多目的遊水池工事(2工区、地質、土質調査業務委託)	S 63年 1月
35) 多目的遊水池工事(3工区、地質、土質調査業務委託)河川改修工事合併	S 63年 1月
36) 総合治水対策特定河川工事 大島新田調節池排水機場実施設計業務地質調査報告書	S 63年 3月
37) 総合治水対策特定河川工事(地質、土質調査業務委託)報告書	S 63年 3月
38) 昭和62年度都市河川改修工事(設計業務、地質土質調査業務委託) 地質、土質調査報告書	S 63年 3月
39) 交通安全対策横断歩道橋工事(地質、土質調査業務委託)報告書	S 63年12月
40) 交通安全対策自歩道工事(地質、土質調査業務委託)土質調査報告書	S 63年12月
41) 河川改修工事(地質、土質調査委託) 姫宮落川/南埼玉郡宮代町字川端 報告書	H 1年 1月
42) 古利根川流域下水道大利根幹線12工区地質調査業務委託報告書	H 1年 3月
43) 交通安全対策自転車歩行者道工事(地質、土質調査委託)報告書	H 1年 7月
44) 総合治水対策特定河川工事(地質、土質調査業務委託)報告書	H 1年 8月

参 考 資 料 (松 江)

- | | |
|---|-----------|
| 1) 都市計画道路 3.3.3 上乃木菅田線土質調査業務委託工事報告書 | S 54年 6 月 |
| 2) 都市計画街路上乃木菅田線地質調査(上乃木、津田地区)報告書 | S 54年度 |
| 3) 山居川小規模河川改修工事土質調査委託報告書 | S 57年12月 |
| 4) 3.4.65. 北公園楽山線橋梁整備工事設計業務委託、軟弱地盤技術開析報告書 | S 58年 3 月 |
| 5) 昭和59年度大井地区農林漁業揮発油税財源身替農道整備事業銅管抗打設調査
ボーリング業務委託 | S 59年11月 |
| 6) 島根県営住宅(松江市第2松北団地)建設工事地質調査 | S 59年12月 |
| 7) 島根県営住宅松江市長者原団地建設工事地質調査委託 | S 60年 6 月 |
| 8) 松江地区職員宿舎建設工事(地質調査) | S 60年 6 月 |
| 9) 小規模河川改修工事設計業務及び地質調査委託報告書 | S 60年11月 |
| 10) 宍道湖流域下水道宍道湖東部2号幹線、平面図、縦横断面
東出雲町～玉湯町 | S 60年度 |
| 11) 宍道湖流域下水道宍道湖東部1号幹線、平面図、縦横断面
松江市竹矢町～安木市綿町 | S 60年度 |
| 12) 国道431号線道路改良工事高盛土安定開析業務委託報告書 | S 61年 3 月 |
| 13) 松江市立持田小学校校舎敷地地盤調査 | S 61年 4 月 |
| 14) 東津田汚水幹線工事に伴う土質調査報告書 | S 61年 7 月 |
| 15) 昭和61年度 3.5.18 北松江停車場恵曇線都市計画街路事業(一種改良)
調査設計委託、調査開析報告書 | S 61年12月 |
| 16) 球形ホルダー基礎土質調査業務委託 | S 62年 5 月 |
| 17) 東津田汚水幹線その3外1線工事に伴う土質調査報告書 | S 62年 7 月 |
| 18) 国道431号線特定交通安全施設整備工事調査設計業務委託報告書 | S 62年 9 月 |
| 19) 昭和62年度山居川小規模河川改修工事橋梁調査設計委託報告書 | S 62年11月 |
| 20) 構武地区第1揚水機場調査設計 | S 63年 1 月 |
| 21) 松江市立大庭小学校屋内運動場敷地地盤調査 | S 63年 2 月 |
| 22) 朝酌川中小河川改修事業第2工区土質調査設計委託(船着場)報告書 | S 63年 3 月 |
| 23) 構武地区県営圃場整備事業第1工区区画整理測量設計業務委託 | S 63年 3 月 |
| 24) 小規模河川改修半原橋調査測量設計業務地質調査報告書 | S 63年 8 月 |
| 25) 昭和63年度馬橋川河川局部改良工事大樋橋調査測量設計委託報告書 | S 63年 8 月 |
| 26) 3.3.3. 上乃木菅田線道路改良(西津田工区第1期)工事調査開析報告書 | S 63年 9 月 |
| 27) 島根県営住宅(松江市西津田団地)建設工事 | S 63年 9 月 |
| 28) 乃白汚水幹線その2工事外2線工事に伴う土質調査報告書 | S 63年11月 |
| 29) 昭和63年度松江鹿島美保関線名分橋橋梁調査業務委託報告書 | S 63年度 |
| 30) 構武地区県営圃場整備事業第1工区区画整理測量設計業務委託 | S 63年度 |

- | | |
|--|------------|
| 31) 松江市立朝日小学校屋内運動場建築工事に伴う敷地地盤調査 | H 1 年 4 月 |
| 32) 松江市立持田公民館敷地地盤調査 | H 1 年 5 月 |
| 33) 浜乃木汚水準幹線その 2 工事外 2 線工事に伴う土質調査報告書 | H 1 年 10 月 |
| 34) 平成元年度緊急地方道道路整備事業構武古江線測量調査地質調査設計委託
(中川橋、若宮橋地質調査) 設計成果報告書 | H 1 年度 |

参 考 文 献

- 1) 秋本、原田、国東昭幸（1981）：アーバンクボタ19 特集、利根川 久保田鉄工所
- 2) 秋本、原田、国東昭幸（1983）：アーバンクボタ21 特集、最終氷期以降の関東平野 久保田鉄工所
- 3) 遠藤邦彦、小林正人、菱田 量（1988）：関東平野の沖積層とその基底地形、日本大学文学部自然科学研究所、研究紀要、Vol 23、P37-48
- 4) 環境庁水質保全局企画課（1978）：公害と防止対策、地下水と地盤沈下対策、株式会社白亜書房
- 5) 関東地方知事会、関東地方公害対策推進本部地盤沈下部会（1988）：沖積層分布状況調査報告書（Ⅱ）、資料編、埼玉県、栃木県、群馬県（利根川流域） 埼玉編、その1
- 6) 関東地方知事会、関東地方公害対策推進本部地盤沈下部会（1988）：沖積層分布状況調査報告書（Ⅱ）、資料編、埼玉県、栃木県、群馬県（利根川流域） 埼玉編、その2
- 7) 関東地方知事会、関東地方公害対策推進本部地盤沈下部会（1988）：沖積層分布状況調査報告書（Ⅱ）、資料編、埼玉県、栃木県、群馬件（利根川流域） 埼玉編、その2（柱状図台帳と位置図）
- 8) 建設省計画局、鳥取県、島根県、（1967）：都市地盤調査報告書 第15巻、中海臨海地帯の地盤
- 9) 国土庁土地局、埼玉県土地対策課（1984）：縮尺5万分の1、土地保全図、付属資料（埼玉県）
- 10) 松江市水道局（1989）：松江市水道事業年報（平成元年版）
- 11) 農業地下水研究グループ 日本の地下水編集委員会（1986）：日本の地下水 株式会社地球社
- 12) 大矢雅彦、木下武雄、若松加寿江、羽鳥徳太郎、石井弓夫（1989）：自然災害を知る防ぐ 株式会社古今書院
- 13) 埼玉県（1989）：埼玉県地盤沈下調査報告書（昭和63年度観測成果）
- 14) 埼玉県防災会議（1988）：埼玉県地域防災計画（資料編）、埼玉県震災対策計画（資料編）、埼玉県地域防災計画、別編
- 15) 埼玉県環境部（1989）：昭和63年、地盤沈下、地下水位観測年報
- 16) 埼玉県環境部消防防災課（1986）：埼玉県の震災対策、関東図書株式会社
- 17) 埼玉県企画財政部土地対策課（1975）：利根、県南開発地域、土地分類基本調査 鴻巣
- 18) 埼玉県、熊谷地方气象台（1986）：埼玉県の気象災害 昭和58年～昭和60年
- 19) 埼玉県、熊谷地方气象台（1989）：埼玉県の気象災害 昭和61年～昭和63年
- 20) 島根県（1974）：出雲開発地域土地分類基本調査松江
- 21) 島根県地質図説明書編集委員会（1985）：島根県の地質、島根県
- 22) 武田裕幸、今村遼平（1981）：建設技術者のための空中写真判読 共立出版株式会社

- 22) 宇佐美龍夫(1988) : 新編 日本被害地震総覧 財団法人東京大学出版会
- 24) 米子工業高等専門学校地域防災研究班(1985) : 島根県、地盤図(解説、資料編)
- 25) 社団法人全国地質調査業協会連合会(1985) : 建設技術者のための新編ボーリングポケットブック 株式会社オーム社

む す び

本調査は、比較的都市化の進んだ沖積地帯を中心に、これらの地域で予想される災害を対象に既存の土地分類図、ボーリング資料、土質試験資料、観測資料、空中写真及び文献等を用いて潜在的な脆弱性の検討をおこなった。検討に当っては、1989年に実施した中縮尺土地保全図「茨城南部地区」の手法を用いることとした。また、近年に着手した土地分類調査の垂直調査のうち、地下利用現況について資料取得の方法、地下利用現況図の表示の方法等について試験を試みた。検討の結果については、本文中に記載し問題点を明確にした。

なお、資料収集にあたっては、農林水産省中海干拓事務所、建設省松江国道工事事務所、埼玉県の各部局、島根県の各部局、松江市役所、日本道路公団加須管理事務所、東京電力（株）春日部工務所、中国電力（株）出雲電力所の各機関よりご協力頂いた。記して謝意を表する次第である。

