第 編 地盤特性の把握・液状化の要因分析

第1章 浦安市域及び周辺の地盤特性の整理	1
1.1 浦安の海面埋立事業の概要	1
1.2 既存ボーリング調査結果の取りまとめ	4
1.2.1 既存ボーリング調査地点の整理	4
1.2.2 既存ボーリング調査結果	6
1.3 地盤調査計画の策定及び地盤調査結果の取りまとめ	
	8
132 地盤調査結果の取りまとめ	
14 各種深度・層厚コンター及び想定十質断面図の作成	11
15 埋立十層及び沖積砂質十層の特性の把握	12
	17
1.5.1 物理特に	
1.5.5 仮がにほど	
	25
第2章 地般改良宝施落エリアの改良工法の概要と海北化被害の状況の取りまとめ	20 28
2.1 地盤以及美旭府エリアの似安	20 20
2.1.1 ロのロエリア(佣女米地区)	20
2.1.2 八阳地区にのける地盤以及の似女	50
2.2 彼吉秋ルの空垣	20
第3章	52
3.1 版古仏元の空垣	32
3.2 版火安凶の万州	30
3.3 准女巾にのける液仏化彼舌の先生仏流	
	45
4.1 液仏化厄陕度マツノの作成手順	45
4.1.1 液状化厄陝度評価ホリコン	46
4.1.2 解析セテルの作成力法	
4.2 准女巾周辺で観測されに地震動	49
4.3 余震の影響の整理	56
4.4 311 地震の冉垷計算	58
4.4.1 再現計算手法	58
4.4.2 人力地震動	60
4.4.3 代表地点における冉垷解析	62
4.4.4 浦安市全域の冉垷計算結果	69
4.4.5 冉垷計算結果に対する考察	71
4.5 液状化危険度マッフ	72
4.5.1 想定地震及び震源モデル	72
4.5.2 液状化危険度評価結果	75
4.6 レベル 2 地震動に対する液状化危険度マップ	79
第5章 液状化対策工法の体系的整理	81
5.1 液状化対策工法の体系的整理	81

第 編巻末資料

資料1 一次元地震応答解析の検討結果
 資料2 311 地震の液状化危険度評価(検討ケース別 P_L値)
 資料3 H1-H2の関係を用いた検討

第1章 浦安市域及び周辺の地盤特性の整理

1.1 浦安の海面埋立事業の概要

東京湾のうち千葉県側の海面埋立ては、飽和状態になっていた京浜工業地帯に代わり、 昭和34年(1959)、県が新たに京葉臨海工業地帯の造成を目的に計画したものである。

当初、県の造成計画のなかには浦安地区の埋立てはなかった。しかし、浦安では、昭和33年4月の本州製紙江戸川工場の悪水放流事件を契機に、漁業の存続が困難になってきたため、県でも、浦安地区の埋立てが検討されるようになった。浦安地区の埋立てについては、国の首都圏整備の観点から工業用地としての利用が困難であったことから、県は土地利用について種々の検討を重ねた。

このような折、大三角の海面下の土地(満潮時には海面下に没し、干潮時に姿を現す土地)に東洋一の大遊園地を造りたいという申入れがあった。

町は、この計画を浦安町総合開発審議会に諮問するとともに、議会や漁業協同組合と 協議し、賛同を得たため、昭和34年8月、県に対し、遊園地建設を主とした埋立事業の 促進についての要請書を提出した。

県は、遊園地と住宅用地を中心とした土地造成を行うことによって、漁業者の救済、 町の発展および造成地の処分も期待できるという見地から、流通業務用地を含めた浦安 の土地造成事業を埋立計画に組み入れた。

昭和36年3月、漁業協同組合と県により、埋立計画による漁業補償交渉が開始され、 37年7月、漁業者は漁業権の一部放棄を決定した。

このような経過を踏まえ、住宅地・遊園地用地・鉄鋼流通基地用地の3つの造成を主 要目的とした浦安地区の公有水面埋立事業は、海面下の土地も含め、県施工の海面埋立 ての一環として行われることになった。

埋立ては、千葉方式(進出企業に土地造成費を予納させ、埋立完成後、予納分に見合った土地を企業に譲渡する方式)で行われた。埋立地をA・B・Cの3地区に区分し、昭和39年秋に事業を開始し、50年11月に第1期の埋立事業が完了した。この結果、町の面積は、従来の4.43kmから11.34kmに広がった。

第2期海面埋立事業は、昭和46年7月の漁業権の全面放棄を受け、第1期同様、県の 事業として行われた。埋立面積5.63 km を、D・E・Fの3地区に区分し、47年12月から 第1期埋立地に接続する形で着工され、55年12月に完了した。この結果、町の面積は 埋立前のほぼ4倍、16.98 km になった。

(「浦安市史【まちづくり編】」から抜粋)

埋立地の各地区の位置図、埋立事業の経過及び埋立て工事の状況を図-1.1.1 に示した。 また、浦安市全域航空写真図(浦安市)を整理して、浦安市全域の埋立履歴の変遷を整理 して図-1.1.2 に示した。

	1		面積	
面移			D地区	2.42km
A地区	2.18km ²	$\wedge //$	E地区	2.21km
B地区	3.05km ²	海栗	F地区	1.00km
C地区	3.50km ²	美族	ät	5.63km
81	8.73km ²	A 446177	/	
	O'LEL	\times $($		
		子 鸟 F地区	E地区	
第1期埋立	(事業の経過	 モニー モニー	日地区	
第1期埋立 昭和37.7	2.事業の経過 漁業権一部放業	 売 売 戸地区 第2期理並 昭和46.7 	E地区 事業の経過 漁業権全面放業	
第1期埋立 昭和37.7 38.2	- 事業の経過 漁業権一部放業 理立免許申請	 予 島 予 島 F地区 第2期理立 昭和46.7 10 	E地区 事業の経過 漁業権全面放業 理立免許申請	
第1期理立 昭和37.7 <u>38.2</u> 39.1	事業の経過 漁業権一部放業 理立免許申請 理立免許	 売 売 戸地区 第2期理立 昭和46.7 10 47.11 	E地区 事業の経過 漁業権全面放業 理立免許申請 理立免許	
第1期埋立 昭和37.7 <u>38.2</u> <u>39.1</u> 40.9	(事業の経過 漁業権一部放業 理立免許申請 理立免許 理立工事者工(A・B地区)		 E地区 事業の経過 漁業権全面放棄 理立免許申請 理立免許 理立工事若工(D・Ea・E 	b · Fa · Fb地
第1期埋立 昭和37.7 38.2 39.1 40.9 42.8	- 事業の経過 漁業権一部放業 理立免許申請 理立免許 理立工事者工(A・B地区) 理立免許変更申請		E地区 - 事業の経過 漁業権全面放業 理立免許申請 理立立事者工(D・Ea・E 理立免許変更申請	b · Fa · Fb地
第1期理点 昭和37.7 38.2 39.1 40.9 42.8 43.5	2.事業の経過 漁業権一部放業 理立免許申請 理立免許 理立工事者工(A · B地区) 理立免許変更申請 理立免許変更申請	世 正 子 広 子 市	E地区 事業の経過 漁業権全面放業 理立免許申請 理立免許 理立免許 理立工事若工(D・Ea・E) 理立工事若工(D・Ea・E) 理立工事者工(D・Ea・E)	b · Fa · Fb地区)
第1期理点 昭和37.7 38.2 39.1 40.9 42.8 43.5 5	2事業の経過 進業権一部放業 理立免許申請 理立免許 規立工事着工(A・B地区) 理立免許変更申請 理立免許変更許可 理立兄許者工(C地区)	世 子 追 子 市	E地区 事業の経過 漁業権全面放棄 埋立免許申請 埋立公許申請 埋立兄許者工(D・Ea・E) 埋立王事者工(D・Ea・E) 埋立丁事者工(D・Ea・E) 埋立丁事者工(D・Ea・E) 埋立工事者工(D・Ea・E)	b · Fa · Fb地 区)
第1期埋立 昭和37.7 38.2 39.1 40.9 42.8 43.5 5 5 5	2.事業の経過 漁業権一部放業 理立免許申請 理立免許 理立之許変更申請 理立免許変更申請 理立免許変更許可 理立工事者工(C地区) 理立集計可(B地区,C地区第	ř ř	E地区 事業の経過 漁業権全面放棄 理立公許申請 理立工事若工(D・Ea・E) 理立工事若工(D・Ea・E) 理立工事若工(D2・E2地) 理立公許変更許可 理立法許可(D・D2地]	b · Fa · Fb地 区)
第1期理 昭和37.7 38.2 39.1 40.9 42.8 43.5 5 5 46.5	2.事業の経過 漁業権一部放業 理立免許申請 理立免許 理立免許 理立免許委更申請 理立之許変更申請 理立工事者工(A・B地区) 理立免許委更申請 理立工事者工(C地区) 理立提工事可(B地区, C地区第 理立竣工許可(A地区)	ř ř	E地区 事業の経過 漁業権全面放棄 理立公許申請 理立工事若工(D・Ea・E) 理立工事若工(D・Ea・E) 理立工事者工(D2・E2地) 理立支許変更許可 理立支許可(D・D2地] 理立支工許可(Eb・Fault)	b · Fa · Fb地 区) 区)
第1期埋立 昭和37.7 38.2 39.1 40.9 42.8 43.5 5 5 46.5 5 50.11	2.事業の経過 漁業権一部放業 理立免許申請 理立免許 理立之許麥更申請 理立之許麥更申請 理立之許麥更申請 理立立事者工(A・B地区) 理立免許麥更申請 理立定許者工(C地区) 理立竣工許可(B地区, C地区第 理立竣工許可(A地区) 理立竣工許可(C地区第2工事)	世 子 山 子 市地区 市地	E地区 事業の経過 漁業権全面放撃 理立公許申請 理立公許申請 理立工事着工(D・Ea・E) 理立工事着工(D2・E2地) 理立支正許可(D・D2地] 理立竣工許可(D・D2地] 理立竣工許可(Eb・Fa地) 理立竣工許可(Ea・E2地)	b · Fa · Fb地 区) 区) 区)



図-1.1.1 埋立地の各地区の位置図、埋立事業の経過及び埋立て工事の状況 出典:浦安市史【生活編、まちづくり編】





出典:浦安市全域航空写真図(浦安市)

1.2 既存ボーリング調査結果の取りまとめ

1.2.1 既存ボーリング調査地点の整理

これまでに浦安市内で実施された既存地盤調査の実施されたボーリング調査位置を整理して図-1.2.1 に示した。収集した既存調査数は全113報告書分(193本)であり、主に浦安市の管理する幼稚園、小学校、中学校、公民館等の公共施設建設のための地盤調査結果である。

なお、本検討においては、浦安市の埋立地の地盤状況をより正確に把握するため、民間からの提供データ(例えばマンション等の建設時に実施されたボーリング調査結果)、 千葉県地質環境インフォメーションバンクからの提供データも用いた。

収集整理した既存調査数量を表-1.2.1 に示した。なお、表中の細区分とは、図-1.2.1 中に赤枠で示した区分である。

	グループ							町	Т							収集資料				
															で 市 データ	千葉県 地質環境	民間地般			
細区分 中区分		大区分	造成年	町名	丁名	町名	丁名	町名	丁名	町名	丁名	町名	丁名	報告書 (冊数)	ボーリ ング (本)	インフォメー ションバンク データ (本)	ズ間 2010 データ (本)	合計 (本)		
1	Α	₩	1948	当代島	全	北栄	全	猫実	全		-	-	-	32	55	27	2	84		
2	В	70~1	1948	堀江	全	富士見	全					-	-	10	13	30	1	44		
3	c	, 1	1967	東野	<u>全</u>	富岡		弁天	<u>全</u>	今川	全	鉄鋼通	1,2	23	31	7	3	41		
4	D		1969	海楽	全	美浜	全	入船	全		-	-	-	18	25	28	3	56		
5		中町	中町	中町	1969	鉄鋼通	3		<u> </u>	'	<u> </u>		-	-	-	0	0	1	0	1
6		<u>ا ا</u>	1973	舞浜	全			<u> </u>			-	-	-	3	7	10	0	17		
7		,	1974	港	北西		<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>		_	_	_	0	0	7	0	7		
8	F	, I	1978	港	南東						_	-	-	0	0	1	0	1		
9		, 1	1975	高洲	全		<u> </u>	'	<u> </u>		-	-	-	7	12	35	4	51		
10		新町	1976	日の出	1,2,3,4	明海	1,2,3,4				-	-	-	9	12	3	5	20		
11	G	, 1	1978	日の出	5,6,7,8	明海	5,6,7	'	<u> </u>		-	-	-	3	7	19	3	29		
12		, I	1979	千鳥	北]	-			—	_	-	0	0	13	0	13		
13		<u>ا ا</u>	1982	千鳥	南]				-	-	-	8	31	2	0	33		
	·	· · ·			·								合計	113	193	183	21	397		

表-1.2.1 収集整理した既存調査数量



. W I	既存デー	ータの割	 査内容()	凡例)と	調査数量			
1 1 1	既存デー	ータの言	電査内 容(.	凡例)と Bor掘	調査数量 進深度			
	既存デー 20m未	-タの 満	曹査内容(, 20m以,	凡例)と Bor掘 上	調査数量 進深度 工学的基	· 盤 無L)	工学的基	基盤
	既存デー 20m未	ータの割 満 2	曹査内容(. 20m以. ▲	<u>凡例)と</u> Bor掘 上 3	調査数量 進深度 工学的基 (20m以浅N值	<u>盤</u> 無し) 4	工学的基	盤
	既存デー 20m未: ▼	ータの記 満 2 2	曹査内容(, 20m以, ▲	<mark>凡例)と</mark> Bor掘 上 3 3	調査数量 進深度 工学的基 (20m以迭N值	金融	工学的基 ●	<u>ま盤</u>
	既存デー 20m未: ▼ ▼	ータの 調 2 2 0	間査内容(, 20m以. ▲	<u>凡例)と</u> Bor掘 上 3 3 0	調査数量 進深度 工学的基 (20m以法N值)	∰L) 4 0 0	工学的基 ● ●	<u>ま盤</u> : :
	既存デー 20m未 ▼ ▼ ▼	ータの割 満 2 2 0 0	間査内容(, 20m以. ▲	凡例)と Bor掘 上 3 3 0 0	調査数量 進深度 工学的基 (20m以法N値)	盤 (HU) 4 0 0 0	工学的基 ● ● ●	<u>ま盤</u> : :

1.2.2 既存ボーリング調査結果

既存ボーリング調査から、元来陸地であった"元町"、第一期埋立地区の"中町"、さらに第二期埋立地区の"新町"における代表的な表層部分のボーリング柱状図を並べて図-1.2.2に示した。

同図に示すとおり浦安市域の地盤は、自然堆積地層である沖積砂質土層(As 層)の上位 に浚渫埋立土層(Fs 層もしくは Fc 層)が堆積し、さらに上位に盛土層(Bs 層もしくは Bc 層)が堆積する構造となっている。なお、"元町"地区は埋立地区ではないことから浚渫 埋立土層(Fs 層もしくは Fc 層)は存在しない。

			*	
		地質時代	地質名	記号
		成十届	砂質土	Bs
現		一一二百二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十	粘性土	Bc
世		田+ 園(淡津+)	砂質土	Fs
			粘性土	Fc
			腐植土	Ap1
		上部沖積層	粘性土	Ac1
		(上部有楽町層相当)	砂質土	As1
	宫新冊		礫質土	Ag1
	元初世		腐植土	Ap2
		中部沖積層	粘性土	Ac2
		(下部有楽町層相当)	砂質土	As2
			礫質土	Ag2
笛			腐植土	Nap
तर		下部沖積層	粘性土	Nac
ᅿ		(七号地層相当)	砂質土	Nas
小乚	後期		礫質土	Nag
	更新世		腐植土	Кор
		下総層群	粘性土	Koc
		木下層相当※1	砂質土	Kos
			礫質土	Kog
			腐植土	Кур
	中期	下総層群	粘性土	Kyc
	更新世	清川層相当※2	砂質土	Kys
			礫質十	Kvg

地 啠 層 序 表





図-1.2.2 既存ボーリング調査結果

1.3 地盤調査計画の策定及び地盤調査結果の取りまとめ

東日本大震災後の浦安市内の地盤の状況を把握するとともに、既存資料との比較によ り震災による地盤の変化や地震が地盤に与えた影響などを取りまとめ、今後の液状化対 策や復興計画の検討に活用できる基礎資料を作成することを目的として、新規に地盤調 査を実施した。

1.3.1 地盤調査計画の策定

新規地盤調査の計画としては、既存調査位置を踏まえ、以下の調査を実施した。新規 地盤調査結果の実施数量一覧を表-1.3.1 に示した。

標準貫入試験及び三成分コーン貫入試験の調査地点は、既存ボーリング調査が実施されていない箇所から現地状況を勘案して設定し、標準貫入試験は23地点、三成分コーン 貫入試験は53地点で実施した。

新規地盤調査位置図を図-1.3.1 に、既存ボーリング調査位置及び新規地盤調査位置を 図-1.3.2 に示した。

	夕 升	実施	数量
児日	石 が	数量	単位
	(土質調査)		
	ボーリング φ 66 (砂・砂質土)	220.7	m
	ボーリング \$\phi 66 (シルト・粘土)	145.3	m
	ボーリング φ 86 (砂・砂質土)	47.9	m
	ボーリング	14.0	m
	ボーリング ϕ 116 (砂·砂質土)	14.0	m
	ボーリング φ 116 (シルト・粘土)	33.0	m
	標準貫入試験 (砂・砂質土)	217	回
	標準貫入試験(シルト・粘土)	196	口
	三成分コーン貫入試験	995.4	m
	PS検層	55.0	m
	(土質試験)		
	シンウォールサンフ゜リンク゛	33	試料
	トリフ゜ルサンフ゜リンク゛	5	試料
古快调本	土の密度試験	387	試料
但按测且	土の含水比試験	387	試料
	土の粒度試験	387	試料
	土の液性限界試験	276	試料
	土の塑性限界試験	276	試料
	土の湿潤密度試験	21	試料
	液状化特性試験	14	試料
	動的変形試験(中空ねじり)(砂・砂質土)	12	試料
	動的変形試験(中空ねじり) (シルト・粘土)	9	試料

表-1.3.1 新規地盤調査結果の実施数量一覧

図-1.3.1 新規地盤調査位置

9

P.M

浦安市既存データの調査内容(凡例)と調査数量

\$	20m未	満	20m以_	F	工学的基 (20m以浅N值	<u>集船</u> (無し)	工学的基盤		
	▼	2	A	3		4	٠	24	
·粘土	•	2		3		0	•	20	
数 <i>:I</i> 。	•	0		0		0	•	30	
	•	0		0		0	•	22	
′ρ ~γ	►	0		0		0	•	3	

図-1.3.2 既存ボーリング調査位置及び新規地盤調査位置

1.3.2 地盤調査結果の取りまとめ

前出の既存調査数量に新規地盤調査数量(ボーリング、三成分コーン貫入試験)を加味した表を表-1.3.2 に示した。なお、調査結果については、1.5 で項目別に整理して示した。

	グル	ープ			町丁											収集資料						
														浦安 既存于	R市 データ	新規データ (川崎地質)		千葉県 地質環境	民間地盤			
細区分	区分 中区分 大区		造成年	造成年	町名	丁名	町名	丁名	町名	丁名	町名	丁名	町名	丁名	報告書 (冊数)	ボーリ ング (本)	ボーリ ング (本)	三成分 コーン (本)	インフォメー ションバンク データ (本)	データ (本)	合計 (本)	
1	Α	ㅠㅠ	1948	当代島	全	北栄	全	猫実	全	-	-	—	-	32	55	2	5	27	2	91		
2	В	JCHJ	1948	堀江	全	富士見	全	-	-	-	-	-	-	10	13	2	4	30	1	50		
3	С		1967	東野	全	富岡	全	弁天	全	今川	全	鉄鋼通	1,2	23	31	5	11	7	3	57		
4	D	нт	1969	海楽	全	美浜	全	入船	全	_	_			18	25	4	8	28	3	68		
5	E	무피	1969	鉄鋼通	3	_	-	-	-	-	_	_	-	0	0	0	0	1	0	1		
6	L		1973	舞浜	全	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7	2	5	10	0	24		
7			1974	港	北西	—	1	-	-	-	-	_	-	0	0	0	1	7	0	8		
8	F		1978	港	南東	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	5	1	0	7		
9			1975	高洲	全	-	-	-	-	-	-	-	-	7	12	2	4	35	4	57		
10	G	新町	1976	日の出	1,2,3,4	明海	1,2,3,4	_	_	_	_	_	_	9	12	2	2	3	5	24		
11	a		1978	日の出	5,6,7,8	明海	5,6,7	-	-	-	_	-	-	3	7	2	4	19	3	35		
12	ц		1979	千鳥	北	-	-	-	-	-	-	—	-	0	0	1	2	13	0	16		
13	11		1982	千鳥	南	-	_	_	-	-	—	-	_	8	31	0	2	2	0	35		
													合計	113	193	23	53	183	21	473		

表-1.3.2 収集整理した既存調査数量

1.4 各種深度・層厚コンター及び想定土質断面図の作成

既存地盤調査結果及び追加地盤調査結果を踏まえ、浦安市全域の想定地盤モデルを作成した。

地表面標高を図-1.4.1 に、地下水位深度コンターを図-1.4.2 に、工学的基盤上面標高 コンターを図-1.4.3 に、Fs 層厚コンターを図-1.4.4 に、地下水位以深のFs 層厚コンタ ーをに、As 層厚コンターを図-1.4.6 に、Fs 層+As 層厚コンターを図-1.4.7 に示した。 また、想定土質断面図を図-1.4.8 に示した。

- ・地表面標高については、浦安市内のマンホール標高を基本とし、不足部分を国土地 理院 5mDEM データで補間して作成した。
- ・地下水位深度コンターは、地震前の調査結果で得られたボーリング孔口標高を用いて作成した。
- ・工学的基盤上面標高コンターは、「浦安市:浦安市地震防災基礎調査報告書,平成 8 年3月.」の軟弱砂泥層(工学的基盤)の深度分布図を基本として、図-1.3.2のデータ、 KuniJiban(国土地盤情報検索サイト)及び千葉県企業庁の既存データを加味して作成 した。なお、工学的基盤面は、N値 50以上を有する Kys 層(洪積砂層)とした。
- ・Fs 層厚コンター、As 層厚コンター及び Fs 層+As 層厚コンターは、図-1.3.2 のボー リングデータを基に構築した三次元地盤モデルから作成した。

図-1.4.1 地表面標高(マンホール天端標高、国土地理院 5mDEM データより作成)

図-1.4.2 地下水位深度コンター図(地震前の調査結果のみを使用)

図-1.4.3 工学的基盤標高コンター図

図-1.4.5 地下水位以深の Fs 層厚コンター図

図-1.4.7 Fs 層厚 + As 層厚コンター図

11.5 9.8 13.1 12

km

16,9

14.4

512.85 35

※「浦安市:浦安市地震防災基礎調査報告書,平成8年3月.」から抜粋した想定断面図に、本検討で構築した3次元地盤モデルを基に作成した想定断面図を重ね合わせた。

148	既往調査で使用のボー	リング番号	及び位置	
	[:8%]	[地質	時代]	
Az	粘土・シルト			
A	8 8			
A.	U-10			
A.]	RH±W -			
D,				
D.	2 A + N	- #		
D.s.	18 ± 9 -			
1	法教徒法度基础的 (N植50以上0	の鉄積層)	-

図-1.4.8 想定土質断面図

1.5 埋立土層及び沖積砂質土層の特性の把握

1.5.1 物理特性

浦安市で実施された既存地盤調査結果を用いて、盛土層(Bs 層)、埋立土層(浚渫土層 Fs 層)及び沖積砂質土層(As1 層)に対して、「 N_1 値*- F_c *」の関係を整理した。整理した結 果を図-1.5.1 に示した。また、基データを含めた「 N_1 値- F_c 」の関係については図-1.5.2 に示した。同図に示したとおり、Bs 層及び As1 層と比較して、埋立土層である Fs 層は N_1 値が 5 未満の範囲に F_c が 20%未満を示すデータが数多く存在しており、Fs 層の特徴 といえる。

また、浦安市で実施された既存地盤調査結果を用いて、盛土層(Bs 層)、埋立土層(浚渫 土層 Fs 層)及び沖積砂質土層(As1 層)に対して、N₁値、F_c及び CC^{*}の頻度分布図を作成 して図-1.5.3 に示した。同図に示したとおり、埋立土層(浚渫土層 Fs 層)と沖積砂質土層 (As1 層)を比較すると、N₁値については Fs 層の平均が 5.5 程度、As1 層の平均で 13 程度 であり、Fs 層のほうが緩い砂層であることが分かる。また、細粒分含有率 F_cに着目す ると、Fs 層の分布のほうがばらつきく傾向にある。

なお、これらの関係は、後述する第4章 液状化危険度マップの作成において活用した。 活用方法の詳細は第4章において述べる。

また、「 F_{c} - I_{p} 」「CC- I_{p} ^{*}」「 F_{c} -CC」の関係について整理した結果を巻末に示した。

※記号の説明

N₁値: 有効上載圧 100kN/m²相当に換算した N 値

F_c:細粒分含有率(%)

CC:粘土分含有率(%)

I_p:塑性指数

図 - 1.5.1 N_1 値と F_c の関係

図-1.5.2 N₁値と F_cの関係(基データあり)

図-1.5.3 各土層の N₁値と F_cの及び CC の頻度分布図

図-1.5.4 「 N_1 - F_c 」「 F_c - I_p 」「CC- I_p 」「 F_c -CC」の関係

1.5.2 地震前後での物性値の比較

既存調査結果(地震前)及び新規地盤調査結果(地震後)を踏まえて、Fs 層と As 層に対し て地震前後における N 値、細粒分含有率、粘土分含有率の比較を行いに示した。同図は、 深度ごとに地震前後で平均値を算定し、その結果をプロットしたものである。同図に示 したとおり、Fs 層、As 層ともにいずれの物性値についても大きな差異は無いことが分 かる。このため、地震前後における物性値の変化はほぼ無いものと考えられる。

なお、地震前後における B 層、Fs 層及び As 層の N 値、細粒分含有率、粘土分含有率 の頻度分布図を巻末に示した。

図-1.5.5 地震前後における N 値、細粒分含有率 F_c、粘土分含有率 Cc の比較

図 - 1.5.6 地震前後における B 層、Fs 層及び As 層の N 値、Fc、CC の頻度分布図

1.5.3 液状化強度

新規で実施した土質調査結果に基づく液状化強度を整理して表-1.5.1 に示した。また、 室内試験で得られた液状化強度(*R*_{L20})と、標準貫入試験から得られた *N* 値と *F*_c等を用い て推定される液状化強度(*R*_L)¹⁾を比較して図-1.5.7 に示した。その結果、Fs 層・As 層と もに室内試験を実施して得られた液状化強度のほうが大きい値を示す傾向となった。

また、既往の提案式²⁾よる Na 値を用いた液状化強度(R_L)と室内試験で得られた液状化 強度(R_{L20})についても併せて比較・検討を行った。その結果、既往の提案式を用いた場合、 Fs 層については概ね同様の傾向を示したものの、As 層については室内試験で得られた R_{L20} が既往の提案式の R_L の約 1.2 倍になった。

なお、室内試験で得られた液状化強度(R_{L20})のほうが大きくなる傾向は、三成分コーン 貫入試験結果から推定される液状化強度(R_L)についても同様の傾向であった(図-1.5.8 参 照)。

このため、液状化危険度マップを作成する際の液状化強度(*R*_L)の設定は、以下の要領 で設定することとした。

 Fs 層:既往の提案式による Na を用いた液状化強度(RL)

 As 層:既往の提案式による Na を用いた液状化強度(RL)の 1.2 倍

地点	中心	₩層夕	N/值	N.值			$R_{\rm L}$			1	7 c	三成	分コーン	結果	備老
No.	深度(m)	10/8-0	1112	14 THE	試験結果R1.20	試験結果R _{L100}	$R_{1.100}/R_{1.20}$	道路橋 ¹⁾	既存提案式2)	不攪乱試料	ペネ試料	N值	Fc	$R_{1.20}$	0.00
B-3	4.33	Fs	2	2. 9	0.361	0. 320	0.886	0.172	0. 289	23. 9	41.6	2.7	31.9	0.171	
B-3	8.30	Fs	7	8.0	0.365	0. 320	0.877	0.192	0. 192	10.4	4. 2	6.7	28. 1	0. 224	
B-10	3. 33	Fs	5	7.9	0. 288	0. 229	0.795	0. 231	0. 306	5.4	27. 9				
B-10	6.30	Fs	11	14.2	0.436	0. 335	0.768	0. 255	0. 255	1.8	5.8				
B-12	4.30	Fs	2	2.8	0.267	0.196	0.734	0.186	0. 289	41.6	52.0	1.3	71.4	0.188	
B-14	5.30	Fs	8	10.8	0.340	0. 290	0.853	0. 294	0. 453	21.4	39.1	8. 1	18.1	0. 239	
B-6	3. 32	Fs	7	11.2	0. 254	0. 224	0.882	0. 308	0. 483	15.9	41.8				未使用
B-1	4.40	As	10	13.0	0.411	0. 373	0.908	0.244	0. 244	3. 3	7. 9				
B-1	5.30	As	12	14.7	0. 378	0. 245	0.648	0.260	0. 260	2.1	6. 5				
B-6	8.30	As	15	18.2	0.306	0. 218	0.712	0. 290	0.319	7.8	9. 9				
B-7	3.35	As	5	7.5	0.395	0. 235	0. 595	0.192	0. 239	15.4	12.7	5.1	16.4	0. 201	
B-8	3.30	As	9	14.9	0. 290	0.216	0.745	0.261	0. 261	9.4	4. 8	7.7	12.5	0. 231	
B-12	8.30	As	20	22.4	0.311	0. 280	0.900	0.343	0. 343	2.6	7.6	13.1	9. 7	0.253	
B-14	7.30	As	12	14.4	0.316	0. 250	0.791	0. 256	0. 256	1. 2	7. 2	11.4	14.3	0.257	
B-14	9.30	As		7.5	0.305	0. 252	0.826	0.190	0. 233	0. 9	11.9	11.3	22.0	0. 263	
B-22	5.30	As	8	10.3	0.353	0. 320	0.907	0.263	0. 344	37.1	28.4				
B-12	8.90	As	27	28. 7	0. 375	0. 320	0.853	0.649	0. 959	21. 9	9. 9				未使用

表-1.5.1 新規で実施した土質調査結果による液状化強度の整理結果

道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編,平成 14 年 3 月.

2) 安田進,石田栄介,細川直行:液状化のハザードマップにおける作成方法の現状と今後の あり方,土木学会地震工学論文集,第 30 巻(2009),188-194.

図-1.5.7 室内試験で得られた RL20 と、N値と FC 等を用いて推定される RLの比較

図-1.5.8 室内試験で得られた R_{L20}と、三成分コーン貫入試験から推定される R_Lの比較及び標準貫入試験から得られた N 値と三成分コーン貫入試験結果から推定した N 値の比較

1.5.4 埋立土層及び沖積砂質土層の特性の整理

埋立土層及び沖積砂質土層の特性の整理した結果を以下に列記した。

- ・ 埋立土層(浚渫土層 Fs 層)は、沖積砂質土層(As1 層)と比較して N 値が小さいことが 分かった(図-1.5.3 参照)。
- Fs 層、As1 層ともに地震前後の物性(N 値、F_c、CC)に優位な差異は見られなかった (図-1.5.5 参照)。
- ・液状化強度は、 N_1 値と F_c が同値であっても、Fs 層と比較して As1 層のほうが 1.2 倍程度大きくなる傾向を示した(図-1.5.7 参照)。このため、As1 層よりも Fs 層のほ うが液状化しやすい土層であることが分かった。

1.6 浦安の地盤特性の総括

これまでに整理した浦安の地盤特性を総括して以下に示した。

(1) 工学的基盤の特徴

前出の工学的基盤上面標高(洪積層上面標高)のコンター図を図-1.6.1 に再度示した。 工学的基盤は、海に向かって緩やかに傾斜する埋没平坦面と、これよりも 0~30m 程 度の標高差を持つ埋没谷からなる。同図の青系色が埋没谷に該当し、埋立地の舞浜地区、 千鳥地区から弁天、富士見地区に伸びる地下谷、港地区から入船地区に伸びる地下谷が 確認でき、基盤標高は概ね T.P.-60~80m に達している。

このように、工学的基盤の起伏に伴い上部の表層地盤の層厚(沖積層厚)がエリアによって大きく異なることが、浦安の工学的基盤の特徴といえる。

図-1.6.1 工学的基盤標高コンター図(再表示)

(2) 表層地盤の地盤構成

浦安の表層地盤は、軟弱な沖積層からなる沖積低地と海水面を大規模に埋め立てた埋 立地からなっている。

元来から陸地の元町、第一期埋立地区の中町、第二期埋立地区の新町の代表的なボー リング柱状図によると(図-1.2.2 参照)、浦安の表層地盤は、工学的基盤である洪積層(Kys 層)の上部には自然堆積物である沖積粘性土層(Ac 層、Nac 層)が堆積し、その上部には同 じく自然堆積物の沖積砂質土層(As 層)が堆積する。自然堆積物の上位には浚渫埋立土層 (Fs 層もしくは Fc 層)が堆積し、さらに上位に盛土層(Bs 層もしくは Bc 層)が堆積すると なっている。

なお、"元町"地区は埋立地区ではないことから浚渫埋立土層(Fs 層もしくは Fc 層)は存在しない。

(3) 埋立土層及び沖積砂質土層の特性の整理

*N*値について

前出の盛土層(Bs 層)、埋立土層(浚渫土層 Fs 層)及び沖積砂質土層(As1 層)の N₁値の 頻度分布図(図-1.5.3 参照)を見ると、Fs 層の平均値は 5.5 程度、As1 層の平均値は 13 程度を示し、Fs 層の N₁値のほうが小さいことが分かった。なお、Bs 層は平均値が 8.5 程度であった。Bs 層の起源は、主に房総半島の山砂である。また、盛土層の N 値は整 地の際に重機による締固めの効果によって、浚渫土層の N 値と比較して大きくなって いるものと考えられる。

 N_1 値:有効上載圧 100kN/m²相当に換算した N 値

②粒度特性について

粒度特性は、F_c(細粒分含有率)及び CC(粘度分含有率)について整理した。

前出の盛土層(Bs 層)、埋立土層(Fs 層)及び沖積砂質土層(As1 層)の頻度分布図(図-1.5.3 参照)のうち F。に対する整理結果を見ると、Fs 層の平均値は 43.8、As1 層の平均 値は 30.9 であり、Fs 層のほうが細粒分を多く含む傾向にあることが分かった。ただし、 頻度分布のばらつきは大きかった。

一方、図-1.5.2 で整理した N₁ 値と Fc の関係に着目すると、Bs 層及び As1 層と比較 して、埋立土層(Fs 層)は N₁ 値が 5 未満の範囲に F_c が 20%未満を示すデータが数多く 存在していることが分かった。

浚渫土である埋立土層(Fs 層)は、浚渫過程で Ac 層が浚渫土に混入したことから、 As 層よりも細粒分含有率が多く含まれており、また不均質であると考えられる。この ため、Fs 層は、Bs 層、As1 層と比較して細粒分の含有程度にばらつきがあることが特 徴といえる。

(4) Fs 層と As1 層の液状化強度

液状化強度は、 N_1 値と F_c が同値であっても、Fs 層と比較して As1 層のほうが 1.2 倍程度大きくなる傾向を示した(図-1.5.7 参照)。また、図-1.6.2 に示したとおり、地震後に実施された液状化試験結果からも、ばらつきはあるものの As1 層よりも Fs 層の液状化強度が小さくなる傾向を示した。

図-1.6.2 地震後に実施された液状化試験結果