



Title	我が国の海成土地盤および有明粘土地盤の設計・施工事例の調査・分析
Author(s)	棚橋, 由彦; 和久田, 直孝
Citation	長崎大学工学部研究報告 Vol.26(47) p. 287-294, 1996
Issue Date	1996-07
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10069/14990">http://hdl.handle.net/10069/14990</a>
Right	

This document is downloaded at: 2019-04-24T16:10:59Z

# 我が国の海成土地盤および有明粘土地盤の 設計・施工事例の調査・分析

棚 橋 由 彦\*・和久田 直 孝\*\*

## Investigation and Analysis of Case Histories of Design and Execution of Infrastructures on Marine Soil Ground and Ariake Soft Clay Ground in Japan by Questionnaire and Literature References

by

Yoshihiko TANABASHI\* and Naotaka WAKUDA\*\*

Recent increases of infrastructures on soft clay ground have been remarkable, because of increases of infrastructures themselves and the lack of suitable plain and stiff site in Japan. In the northern Kyushu, The Ariake clay, i.e. the soft marine alluvial clay, is sedimented along the Ariake Sea. It is well-known as one of the most problematic soils in Japan, because of its high sensitivity and remarkable secondary compression.

The aim of this paper is to offer the basic information about the current feature of designs and executions of infrastructures and trends of countermeasures on the soft clay grounds in Japan in always comparison with Ariake clay ground. The steps of the paper are first literature references and research in past ten years and secondly questionnaire to the local government offices around the Ariake Sea. The paper describes some of most effective methods of designs, executions and countermeasures of infrastructures on the Ariake soft clay grounds after the analysis of both literature references and questionnaire.

### 1. まえがき

平地の少ない我が国では、社会資本の蓄積の増大に伴い、かつては回避されてきた軟弱地盤上に、盛土等の様々な構造物が施工されてきている。今後も更に軟弱地盤における工事が増大するものと予想される。一方、九州北部には、四県にまたがり我が国有数の軟弱地盤として知られる有明粘土が、広範囲に堆積している。本報告は、低平地の地盤防災の基礎資料を提供する目的で、まず、過去10年間の文献調査により、有明粘土と対比しながら、我が国の軟弱地盤の設計・施工の現状把握に努めた。次いで、有明海周辺地方自治体及び省庁出先機関へのアンケート調査結果に基づき、設計・施工事例や対策工の現状、今後の傾向等を分析した。

### 2. 文献調査

#### 2.1 収拾文献の抽出・整理方法

我が国における海成土地盤の設計・施工の現状を把握するため、概ね過去10年間に亘って下記の25資料から、「海成土地盤の設計・施工」に関する文献の抽出作業を行った。ただし、文献No. 26. は最近5年間の有明粘土に関する文献のみを収集した。したがって、資料の全てが九州を対象とする資料は、No. 16, No. 25, No. 26 の3つであり（以後、九州対象と呼称）、その他は全国を対象とした資料（以後、全国対象と呼称）である。

全国対象：1. 土と基礎/2. 基礎工/3. 土木技術/4. 電力土木/5. 埋立と浚渫/6. 土質工学会論文報告集/7. 土木学会論文集/8. 土木学会誌/9. 土木施工/10. 農業土木

平成 年 月 日受理

\*社会開発工学科 (Civil Engineering department)

\*\*大学院修士課程社会開発工学専攻 (Graduate Student, Civil Engineering specialty)

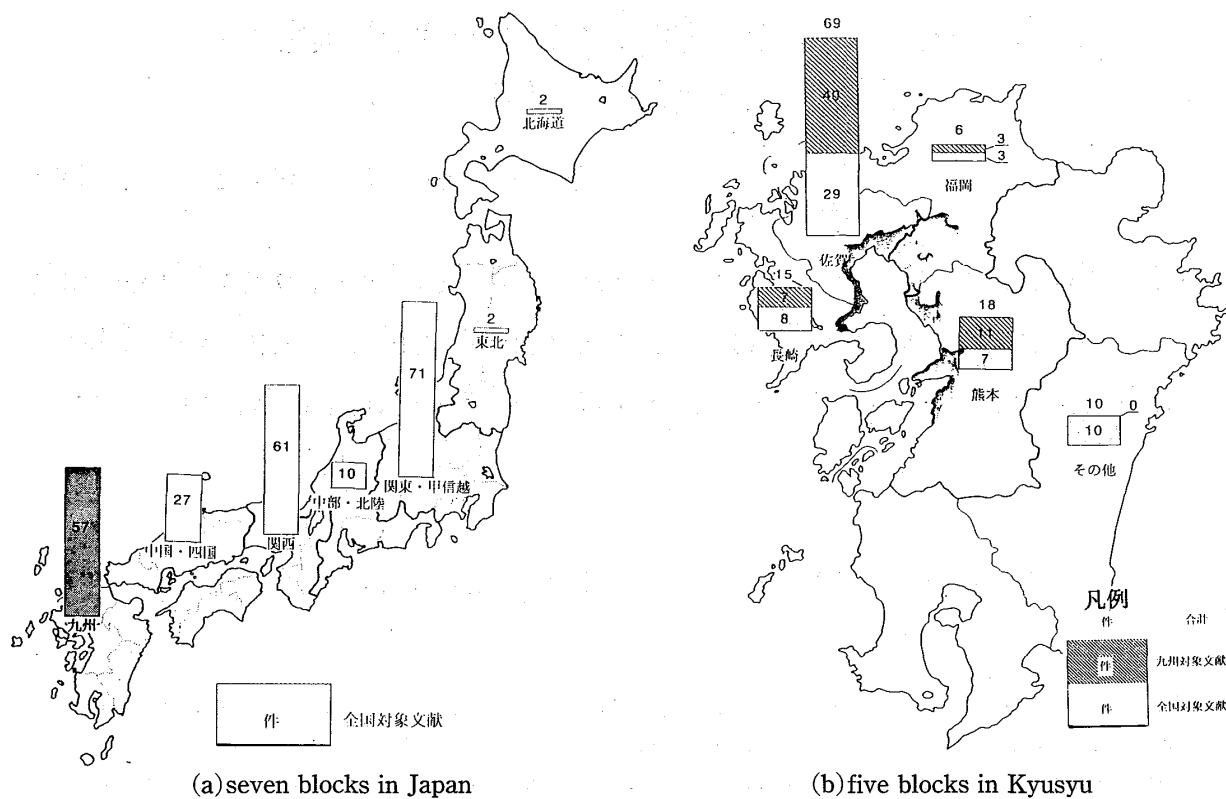


Fig. 1 The number of Articles

学会誌/11. 建設省技術研究会論文集/12. 土木技術資料/13. 農業土木学会論文集/14. 土木学会年次学術講演概要集/15. 土質工学研究発表会講演概要集/17. 月刊建設/18. 港研報告・港研資料/19. 各種シンポジウム論文集/20. 港湾/21. みなとの防災/22. 建築関係資料/23. アーキテクチャ/24. 農業土木技術研究会「水と土」

九州対象:16. 農業土木学会九州支部講演集/25. 九州技報/26. 土木学会西部支部年次学術講演概要集  
また、抽出した文献は、様式1.と様式2.のように整理した。

様式1. : 文献番号/文献題目/著者/Vol./No./pp.  
/発行年/テーマ/対象/キーワード/

様式2. : 場所/対象構造物/特記事項/

なお、様式1.中のテーマ、対象およびキーワードは下記のように分類した。

テーマ:理論・解析, 室内試験, 模型実験, 試験施工, 施工事例, その他

対象:有明粘土, 苅田粘土, その他

キーワード:(1)起源・生成,(2)構造・物理化学的性質,(3)浸透と地下水,(4)圧縮・圧密,(5)せん断,(6)斜面安定,(7)土圧,(8)支持力,(9)動的性質,(10)判別分類,(11)調査・計測,(12)浅い基礎,(13)杭基礎,(14)ケーソン基礎,(15)根切り,(16)盛土(土工・土工機械),(17)土質安定処理,(18)擁壁,(19)地盤沈下,(20)侵食と堆積,(21)新素

材,(22)舗装,(23)軽量盛土工法,(24)補強土工法,(25)FEM

## 2.2 分析結果と考察

### 2.2.1 文献数

抽出文献総数は437件であり、資料により抽出文献数にかなりのむらがある。抽出文献数の多い資料は、第1位:文献No.15.土質工学研究発表会講演概要集(82件),第2位:文献No.26.土木学会西部支部年次学術講演概要集(63件),第3位:文献No.2.基礎工(49件)となっている。一方、抽出文献数が1桁代の資料は14に昇り、対象資料の過半となっている。

### 2.2.2 対象地盤

全文献中、有明粘土139件、苅田粘土7件、その他276件であり、有明粘土が全文献の1/3強を占める。なかでも当然とはいえ、文献No.26が53件を数え、有明粘土を対象とした文献総数の1/3強を占めている。全国対象は338件中61件で18%に対し、九州対象は99件中78件で実に79%も占めている。有明粘土が全国対象資料からの抽出文献の1/5強を占めているのは驚嘆に値し、有明粘土が高鋭敏比かつ高液性指数を示し、圧縮性が大きく二次圧密も顕著で、支持力が小さいという特徴を持つ粘土であることを如実に示している。

### 2.2.3 対象地域

Fig. 1に全国および九州における対象地域件数を

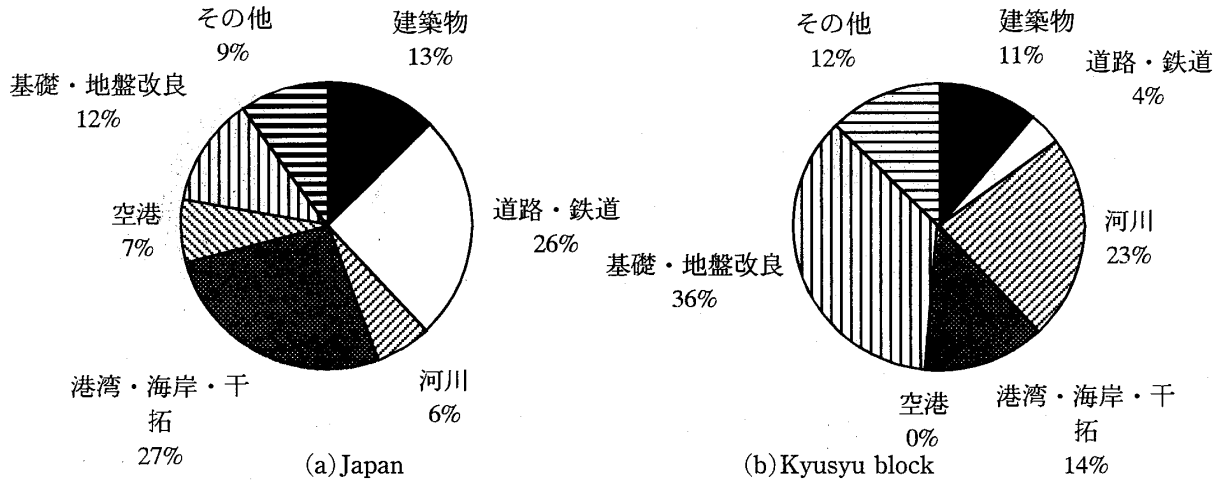


Fig. 2 Frequency of each kind of infrastructures

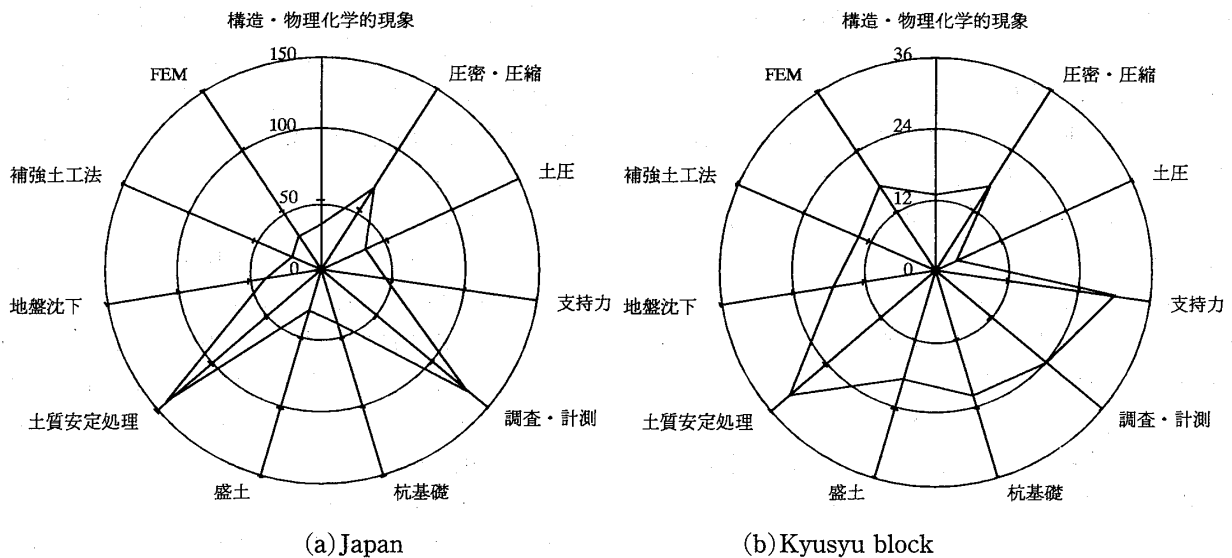


Fig. 3 The number of articles including each key word

示す。関東 (71件), 関西 (61件), 九州 (57件) の順に, 件数が多いのはうなづける。関東は東京湾岸の多くのプロジェクトと, その周辺にも横浜みなとみらい21はじめ海成粘土に関連した工事が目白押しの状況である。関西は関西国際空港関連の文献が目立つ。九州は, Fig. 1に見られるように, 佐賀県を筆頭に熊本, 長崎, 福岡4県にまたがる有明粘土地盤の存在が大きい。

2.2.4 対象構造物

Fig. 2に, 対象構造物の頻度を示す。

全国対象で, 港湾・海岸・干拓と道路・鉄道が多い。これは, 前述の空港建設等の多くのプロジェクトのためであろう。また, 我が国の工業・産業・流通の発展と, 平野部の利用法と地質の関係から考えれば, 埋立による護岸・岸壁が多くなるはずである。道路・鉄道も前述の事業 (東京湾横断道路) 等の影響が考えられる。さらに, 路線計画の段階から軟弱地盤上を通すこ

とを余儀なくされることが多いことや, 規格の厳しさも, この結果に反映しているものと推定できる。九州対象では, 河川および基礎・地盤改良が多く, 基礎・地盤改良に関しては, 基礎等の研究に関する文献が多いためであろう。河川では堤防が多く, これらは佐賀平野における激特事業 (1990年佐賀近辺に観測史上例のない集中豪雨のため, 六角川, 武雄川, 牛津川, 晴気川が氾濫し, その流域が浸水したために設けられた激甚災害対策特別緊急事業) の影響のためと想像される。すなわち, 積極的な軟弱地盤の活用というより, むしろ, 防災事業が多いためだろう。

2.2.5 テーマ・キーワード

テーマは, 理論・解析105件, 室内・模型実験107件, 試験施工61件, 施工事例184件となっている。Fig. 3 (a), (b)に, それぞれ全国対象文献, 九州対象文献において, 第10位までの件数を数えたキーワードとその件数を示す。いずれも「調査・計測」, 「土質安定処

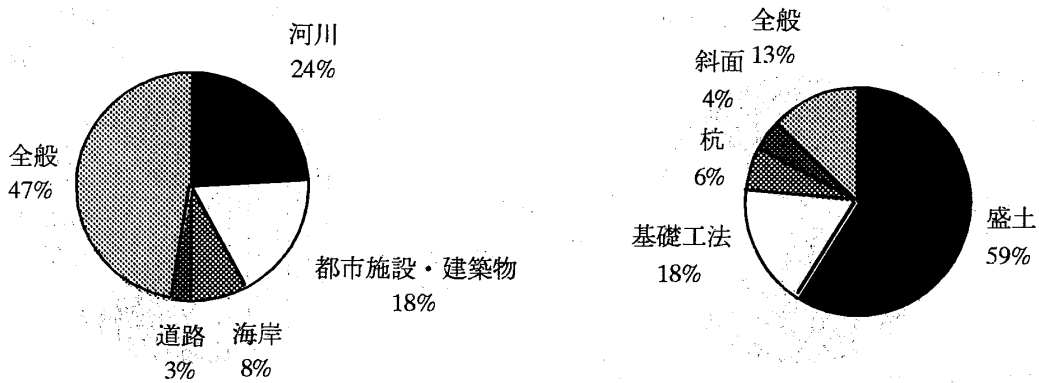


Fig. 4 Frequency of each kind of facilities and structures (Ariake clay ground)

理」がかなりの件数を示している。これは我が国の大都市圏が海に面した平野部であり、新規開発エリアが海側中心であること、またそこに堆積している海成土が総じて軟弱地盤を形成しているためと考えられる。すなわち、まず地盤の安定化を図り、また軟弱地盤の挙動がなかなか計算通りに進行しないのが常であるため、工事の進行にあわせて対象土の調査・計測が不可欠な要因となっているためである。この2つのキーワードの代表的事例が関西国際空港である。

次に理論・解析とキーワード等及び、施工事例と対象施設等より考察を行う。

#### (1) 理論・解析とキーワード等

ここでは、理論・解析に関わる文献の内容を整理し、有明粘土に関する研究テーマの着眼点と傾向について考察する。

##### 1) キーワードによる分類

収集した文献をキーワードによって分類した。この結果では一般海成土が支持力、FEM、圧縮・圧密、せん断、調査計測の順で多くなっており、有明粘土ではFEM、盛土、調査計測、地盤沈下、支持力の順で続いている。解析手法としてFEMを用いていることは最近の共通の傾向となっているが、一般海成土が主に支持力に関する研究が多いのに対して、有明粘土では盛土に重点が置かれているようである。また有明粘土に関しては調査・計測の割合がかなり多くなってきていることも特徴としてあげられる。

FEMを用いた解析手法が多用されていることは、特に有明粘土などでは沈下・変形が大きいために周辺地域への影響が大きく、その解析が必要になってきたこと、対策工として地盤改良、矢板等を用いる場合が多く、土と構造物との相互作用を解析する必要性が高まったことなどが要因と考えられる。

##### 2) 対象施設・対象構造物

理論・解析に関する文献の内容を対象施設・構造物

の分野で整理して Fig. 4に示した。対象施設では河川に関するものが24%、次に都市施設・建築物が多い。また対象構造物で見ると盛土が全体の約1/2と圧倒的な数を示している。これは河川区間の未だ堤防未改修箇所の築堤工事が頻繁に行われているためである。

##### 3) 地盤処理工

有明粘土で採用されている地盤処理工としては地盤改良(DJM等)、矢板・鋼管矢板がそれぞれ28%と多く、この両工法で全体の約1/2を占める。また浮き基礎、軽量盛土に関する解析例も件数は少ないが徐々に多くなってきており、「重・剛」から「軽・柔」でかわす対策の解析が増えつつある。

##### 4) FEM解析手法

解析手法としてFEMを採用しているのは全34編の文献のうち約1/2の16編にあたり、FEMが頻繁に使用されるようになったことがわかる。また計算手法としては弾性解析30%に対して弾塑性解析が約70%と多い。従来の解析では弾塑性解析における計算の煩雑さ等の問題から、地盤を弾性体と見なした弾性計算法が簡便であり多用されてきた。しかしながら、有明粘土では特に大変形問題を取り扱うことが多いために、従来の弾性論では対応できない粘土の塑性部分を扱う必要性が出てきたこと、沈下・変形解析の精度向上が望まれること、などが弾塑性解析が増えてきた要因であると分析される。

##### 5) まとめ

理論・解析に関する文献内容を総括すると「河川」「盛土(堤防)」「沈下・変形」「地盤改良・矢板」「FEM(弾塑性解析)」の5つのキーワードで集約できる。従来の構造物基礎は支持杭が多く、盛土地盤に関しては地盤改良なども支持層に達する着底型が中心であったため、主に支持力に関して解析がなされ、沈下に関してはあまり重点が置かれていなかったようであ

Table-1 Results of literature references about case histories

対象施設	海成土	
	有明粘土	海成土一般
都市施設 (建築物, 管路)	3	22
道路・鉄道	4	一般 東京湾横断
		18 9
河川	5	3
港湾・海岸・干拓	10	38
空港	0	関西 羽田
		18 8
農地 (水路)	1	3
造成盛土	0	4
仮設構造物 (山留め, 二重締切)	1	13
その他	5	19
計	29	155

る。

しかしながら、支持杭、着底型地盤改良では工事費が高いこと、沈下しない構造物と周辺部との不同沈下によりその境界に不陸が発生する、など沈下障害が問題となってきている。そのために、沈下に対して柔軟に対応しようとする試みも増えつつあり、発生する沈下量を精度良く解析することが行われている。

また、有明粘土の沈下・変形挙動と地盤処理工の効

果を解明するために、工事にともなって動態観測が随所で行われている。この挙動解析をFEMで行い、地盤物性の検証と土と地盤処理工との相互作用を解析しようとする試みが極めて多くなってきていることが伺える。

(2) 施工事例と対象施設等

文献数は全部で184編と非常に多くの文献が収集された。これは、我が国の海成土は総じて軟弱地盤を形成しており、諸施設の建設にあたり様々な土質工学的諸問題に接する機会が多いためであろう。

収集された文献を対象施設ごとに分類したものをTable-1に示す。整理結果から、今回の調査が海成土を対象にしているため当然の結果ではあるが、港湾関係が最も多く、全体の約1/4を占めている。次に多かったのが道路・鉄道関係で31編の文献が収集され、その内我が国を代表する大プロジェクトである東京湾横断道路関係が9編あった。空港関係でも26編の文献が収集されているが、内訳は関西国際空港関連18編、東京国際空港沖合展開関連8編と、この2件のプロジェクトのみであり、東京湾横断道路も含めるとこの3大プロジェクトで全収集文献数の約2割を占めることになる。これは、これらのプロジェクト施工期間と文献調査対象期間が重なったことと、いずれも軟弱地盤を対象としたプロジェクトで、土質工学的諸問題を多く含んでいたために多くの関心が寄せられたためと思われる。また、Table-2は有明粘土と一般海成土に

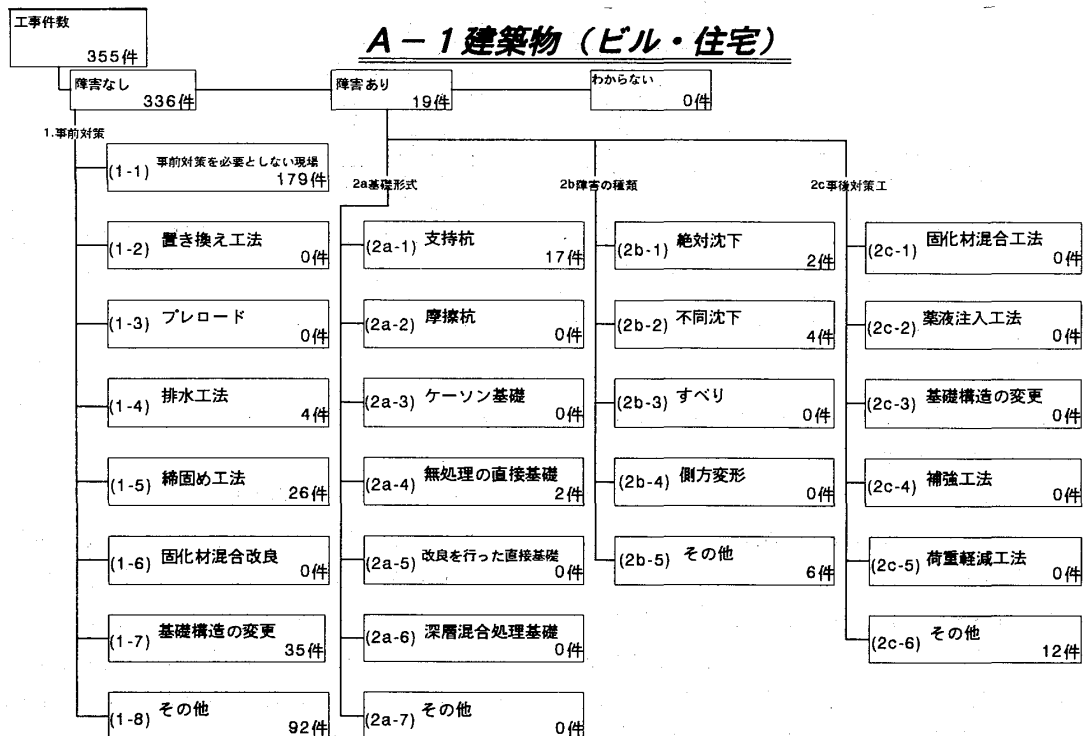


Fig. 5 An example of contents of questionnaire

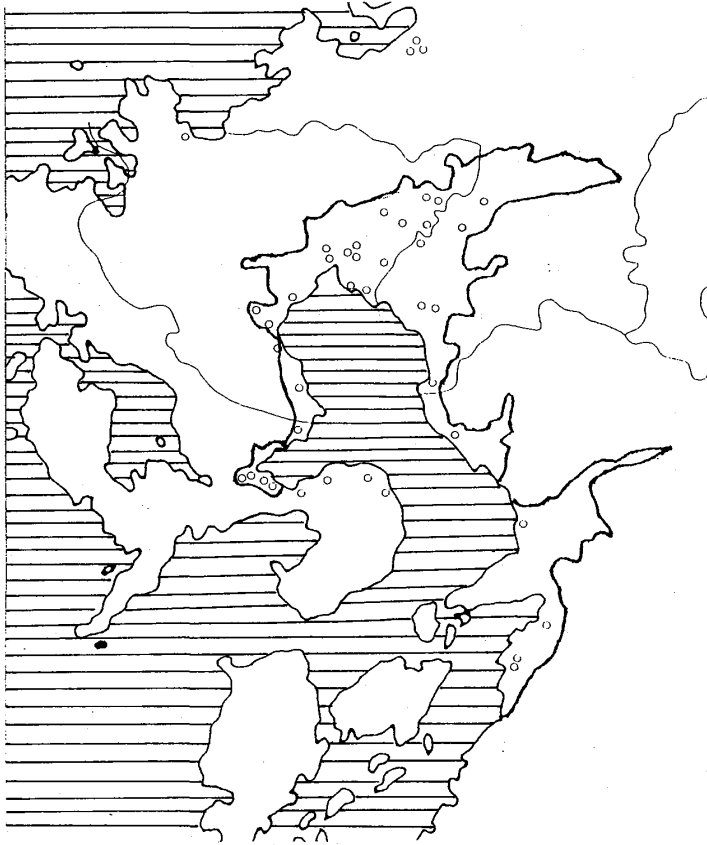


Table-2 Details of questionnaire

県	軟弱地盤外		軟弱地盤内		
	該当無	無回答	該当有	該当無	無回答
福岡	5	0	11	2	17
佐賀	1	3	19	4	25
長崎	0	0	6	2	5
熊本	0	6	4	3	15
省庁	0	0	4	1	6
計	6	9	44	12	68

Fig. 6 Location of local government offices getting back questionnaire

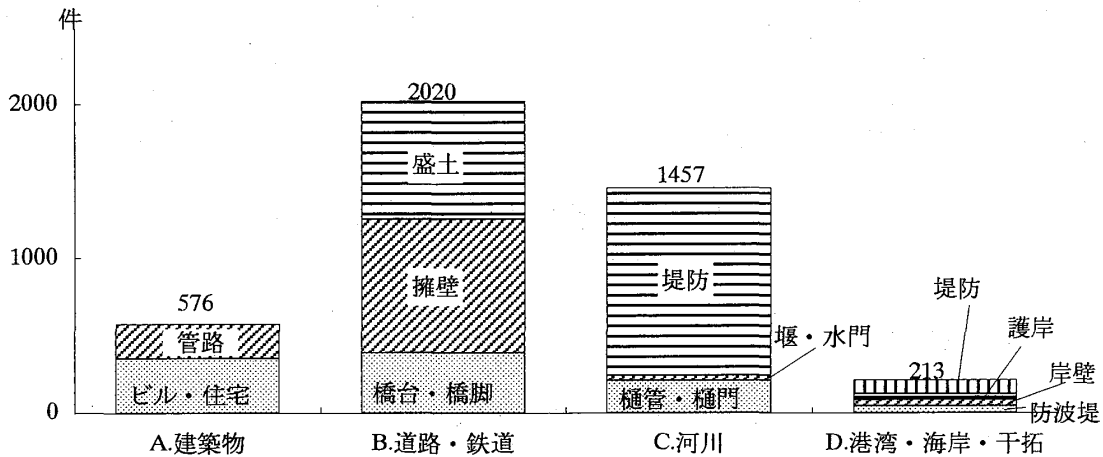


Fig. 7 The number of each infrastructure in the Ariake clay ground

分けて文献を整理しているが、有明粘土に関する事例報告は、有明粘土の特殊性の割には少なく、文献数としては27編で全体の2割弱である。有明粘土はその鋭敏比の高さ等から非常に取り扱いの難しい土とされているが、工事規模の大きさにかかわらず個々のプロジェクトの中で経験的に処理されているためか文献としてはそれ程多くない。また、諫早湾干拓事業や佐賀空港のように有明粘土を対象とした大プロジェクトが現在進行中ではあるが、それらに関して紹介程度の発表はあるものの、詳細な報告が未だ発表されていない

事にも原因があると思われる。

### 3. アンケート調査

#### 3.1 アンケートの概要

有明海沿岸に分布し、全国でも有数な超軟弱地盤である有明粘土地盤は、古くから沈下など多くの障害をもたらし、様々な対策が施され、現在でも多くの障害事例がある。そこで、設計・施工・障害などの現状を把握するため、有明粘土地盤周辺の省庁出先機関及び地方自治体(県・市・町単位) 139機関を対象に施工事例に関するアンケート調査を実施した。内容は、下

Table-3 Total cross table of questionnaire

		A. 建築物		B. 道路・鉄道			C. 河川			D. 港湾・海岸・干拓				
		ビル・住宅	管路	橋台・橋脚	擁壁	盛土	樋管・樋門	堰・水門	堤防	防波堤	護岸	岸壁	堤防	
工事件数		355	221	391	864	765	208	34	1215	44	40	38	91	
障害なし		336	196	341	766	686	207	34	1201	40	39	38	11	
事前対策	事前対策不要現場(%)	179(53)	114(58)	242(71)	602(79)	292(43)	163(79)	22(65)	854(71)	24(60)	28(72)	23(61)	4(36)	
	置き換え	0	0	1	14	130	0	2	0	2	7	9	-	
	フレード	0	0	5	0	7	0	0	0	0	3	5	6	
	排水工法	4	4	10	5	4	0	0	0	0	0	0	0	
	締固め工法	26	5	11	13	34	0	0	0	0	0	0	-	
	固化材混合改良	0	37	14	19	218	1	0	9	0	0	0	1	
	基礎構造の変更	35	33	14	0	0	0	1	45	6	0	0	0	
	軽量盛土工	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	その他	92	3	44	113	1	43	9	293	8	1	1	0	
障害あり(障害発生率%)		19(5.4)	17(7.7)	25(6.4)	71(8.2)	62(8.1)	1(0.5)	0(0)	9(0.7)	2(4.5)	1(2.5)	0(0)	61(67.0)	
基礎形式	支持杭	17	1	18	0	3	1	0	0	1	0	0	0	
	摩擦杭	0	10	2	61	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ケーソン基礎	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-	
	無処理の直接基礎	2	4	1	5	0	0	0	3	0	1	0	60	
	改良を行った直接基礎	0	1	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	
	深層混合処理基礎	0	0	3	0	0	0	0	6	0	0	0	1	
	その他	0	1	1	0	59	0	0	0	0	0	0	0	
障害の種類	絶対沈下	2	2	10	61	41	0	0	3	2	1	0	0	
	不同沈下	4	4	10	6	18	1	0	0	0	0	0	31	
	すべり	0	1	3	3	0	0	0	6	0	0	0	0	
	側方変形	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	漏水	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	
	その他	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	その他	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
事後対策	薬液注入工法	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	30	
	基礎構造の変更	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	補強工法	0	2	5	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
	荷重軽減工法	0	0	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	
	押し盛土工法	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
	その他	12	2	2	65	41	0	0	4	0	0	0	30	
	その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
上部前面形式	石積直立式	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	
	緩傾斜型	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	
	扶壁型	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
	その他	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	
分からない		0	8	25	27	17	0	0	5	2	0	0	19	

記に示す構造物別ごとに、過去10年間の有明粘土地盤が関係する工事の総数、施工後障害が発生しなかった件数(比率)、施工後障害が発生した件数(比率)と、その場合の障害の種類、採用基礎形式、採用事後対策のそれぞれが占める比率をである。また、新素材・新工法を含め、特殊な事例があれば、別途作成した調査台帳への記載を依頼した。一例として、A-1建築物(ビル・住宅)の調査票をFig.5に示す。

構造物種別は、次のように、4大類、12詳細分類とした。4大分類は、A:建築物、B:道路・鉄道、C:河川、D:港湾・海岸・干拓、とし、12詳細分類は、A-1ビル・住宅、A-2管路/B-1橋台・橋脚、B-2擁壁、B-3盛土/C-1樋管・樋門、C-2堰・水門、C-3堤防/D-1防波堤、D-2護岸、D-3岸壁、D-4干拓堤防である。

### 3.2 アンケート調査の結果と分析

アンケート集計結果、回収先及びその内訳をTable-3, Fig.6及びTable-2に示す。

アンケート回収は62機関であり、回収率は45%であ

った。Fig.7に対象構造物別の件数を示す。全件数は4266件で道路・鉄道が2020件(47%)で最も多く、次いで順に河川が1457件(34%)、建築物が576件(14%)、港湾・海岸・干拓が213件(5%)の順である。12詳細分類では、堤防(河川)、擁壁(道路・鉄道)、盛土(道路・鉄道)が圧倒的に多く、それぞれ1215件(28%)、864件(20%)、765件(18%)である。堤防(河川)の多くは1990年、佐賀平野一帯での水害によるものである。次に4大分類毎の障害発生率では、港湾・海岸・干拓が30%と最も多いが、これは詳細分類の堤防が67%と他を圧倒しているため、その多くは、台風の被害によるものと思われる。次いで順に、道路・鉄道、建築物、河川であり、これらは規格(許容沈下量など)の差を反映したものと推察される。以下に構造物ごとについて述べる。

(A) 建築物 事前対策は、ビル・住宅で47%、管路で42%と比較的高い割合で行われている。その原因の1つに、アンケート対象となる建築物が、公共的なものが多いことが挙げられる。事前対策として採用され



た工法について、管路では、「固化材混合改良」が45%と多く、地盤改良に重点がおかれている。また、両者とも「基礎構造の変更」の割合がビル・住宅で22%、管路で40%と多く、基礎（構造）の選択も重要視され、障害のある現場での各々の基礎形式は、ビル・住宅では「支持杭」（90%）、管路では「摩擦杭」（59%）が圧倒的に多い。障害の種類では沈下が主で、その中でも構造物の性格上「不同沈下」がビル・住宅で33%、管路で57%と大きな割合を占めている。熊本港フェリー上屋基礎では、不同沈下修正可能な「分割式フローティング基礎」を採用している例がある。

(B) 道路・鉄道 盛土の事前対策が62%と高い割合で行われており、その工法は、「固化材混合改良」（33%）と「置き換え」（55%）が多い。これに対し橋台・橋脚、擁壁では、「固化材混合改良」をはじめ多くの工法が採られている。基礎形式では、橋台・橋脚、擁壁で、杭基礎関係が多く、橋台・橋脚では「支持杭」が72%、擁壁は「摩擦杭」が86%である。盛土では沈下抑制に、EPSを軽量建設素材として用いた例もある。障害の種類ではやはり沈下が多く、橋台・橋脚では「不同沈下」も問題になっている。事後対策工法で橋台・橋脚では障害の種類が多さから、「固化材混合改良」をはじめ様々な工法が用いられている。

(C) 河川 事前対策工法は、樋管・樋門、堰・水門では「支持杭」、「摩擦杭」が多く、堤防では「固化材混合処理（改良杭）」が多い。樋管・樋門で基礎形式が「支持杭」で、その障害が「不同沈下」であることから、不同沈下を大幅に低減できる「柔構造樋管（柔樋管）」への移行傾向の理由の1つと考えられる。堤防については、工事件数が圧倒的に多く、障害の種類は、「すべり」（33%）と「絶対沈下」（67%）に限られているのが特徴で、その事前対策工法、基礎形式、事後対策工法はそれぞれ、基礎構造の変更（13%）、深層混合処理基礎（67%）、置換をはじめ1、2種類の工法と限られており、また防災としての役割が大きいことから、まだ検討される余地が大きい分野の1つであると思われる。

(D) 港湾・海岸・干拓 事前対策は堤防以外は39～40%であるのに対して、堤防では64%と高い割合で行われている。その要因として、その構造物の重要性、規模の大きさが挙げられる。事前対策工法では、防波堤で「基礎構造の変更」（38%）が多い。また、護岸、岸壁では、似たような割合で「置換工法」（64%、60%）、「プレロード」（27%、33%）が多く、堤防も、「プレロード」（55%）が多い。「置換工法」は、様々な理由

で近年敬遠されがち傾向にあるにもかかわらず、6割程度も用いられているのは注目に値する。基礎形式は、「直接基礎」が大半を占めているのが特徴で、障害もやはり沈下によるものが大半である。熊本港では、有明粘土の地盤改良によらず、堤体の軽量化と消波効果を考慮した「軟弱地盤着底式防波堤（軟着堤）」が開発され成功した。また、堤防の事後対策工法は「薬液注入工法」（49%）が多いが、海洋資源（海苔）の保護のためグラウト工法を用いているところもある。

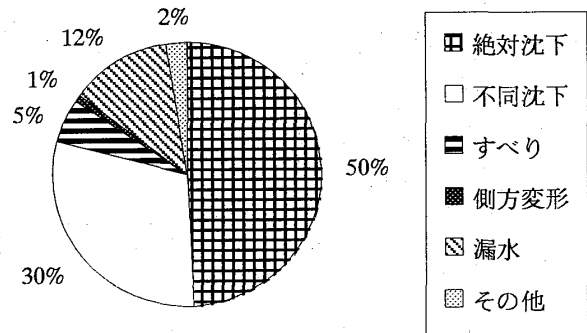


Fig. 8 Frequency of kinds of accident occurrence

#### 4. まとめ

有明粘土に関する文献が多く、それだけ沈下をはじめ多くの諸問題を抱えていることが伺える (Fig. 8)。また、両調査において多くの現場では、「土質安定処理」、「支持杭」が多く用いられており、事前対策は行うものの、未だ沈下をはじめ多くの問題がある。それらに対する設計・施工法が確立するまでには至らず、動態観測に基づき試行錯誤しながら進行している状態であるといえる。さらに、近年重要視されている環境への配慮も必要となっている。しかしながら、柔構造樋管や軟弱地盤着底式防波堤、分割式浮基礎の施工例から、「剛から柔へ」や「地盤改良よりも構造物改良を」といった新しい方向性を見出したように思われる。また、不同沈下は必然的なものとし、予め修正装置を設けるなど沈下に対して柔軟な対応もされつつある。

#### 謝 辞

末筆ながら、地盤工学会九州支部「特殊土地盤の設計施工法に関する研究委員会」委員長林重徳教授（佐賀大学低平地防災研究センター）及び「海成土分科会」メンバー各位とアンケート調査にご協力頂いた地方自治体、省庁出先機関の方々に深謝の意を表す次第である。