

2005
No. **53**

土と岩

特集「濃尾地盤」

全地連保険制度のご利用をお勧めします

■全地連は3つの経営リスクに補償制度を提供しています！

1. 労災上積み補償制度

- ・政府労災給付の上積み補償です
- ・政府労災未加入者の補償も提供
- ・下請負人の労災事故も対象
- ・休業補償にも加入できます

2. 第三者賠償補償制度（調査・工事中の第三者賠償）

- ・地質調査作業及び関連業務の作業中での第三者の身体（通行人など）や財産（埋設物など）に損害を与えたことによる賠償責任を補償します
[土壌汚染調査・修復工事も含みます]
- ・下請負人に起因する事故も対象です
- ・他人（リース業者）所有の機器を損壊したことによる賠償責任も対象

3. 建設コンサルタント賠償補償制度（地質調査業務・土木設計業務のかし保証）

- ・地質調査業務、土木設計業務の結果により生じた賠償責任を補償（かし担保）
具体的には、次の場合が対象となります。
- ①委託先に提示条件を充足しない成果物を引渡したことによりその委託者に対して賠償責任を負担した場合
- ②委託者を除く第三者の身体や財産に損害を与えたことによる賠償責任を負担した場合

■いずれの制度も長年の実績に裏づけされた高品質な制度です！

- 地質調査業者専用に企画された制度で、補償内容が充実！
- 長年の運用実績により、割安な保険料水準を実現しています！
- 事故の際は、全地連とジオ・ビジネスサービス(当社)が全面支援いたします！
- 毎月1日付けで随時ご加入でき、事務手続きは当社がお手伝いします！

お問合せは・・・株式会社 ジオ・ビジネスサービス(全地連直属保険代理店)

東京都文京区本郷3-26-1 本郷宮田ビル

TEL:03-5805-7211 FAX:03-5805-7212

<https://secure11.hs.kddi.ne.jp/zenchiren-geo.co.jp/>

目次

1	巻頭言	中部地質調査業協会 理事長 下川 裕之	1
2	特集 濃尾地盤		
	●尾張地域の地盤沈下状況等について		2
		愛知県 環境部 水環境課 地盤環境室 室長 田村 栄一	
	●濃尾平野の地震被害予測		7
	—東海・東南海地震による強震動の特徴と被害の広域性—		
		岐阜大学教授流域圏科学研究センター長 杉戸 真太	
	●濃尾平野の地下地質に関する最近の話題		13
		名城大学 理工学部 環境創造学科 牧野内 猛	
3	技術論文		
	●3D測量による岩盤斜面の形状判読と崩壊範囲、規模の抽出	中島 健男	22
	●コアγ線・帯磁率測定によるすべり面検出	吉村 辰朗他	27
	●韓国で実施した地盤調査業務の報告	川口 保他	33
	●浅層反射法を適用した地すべり地の地下構造調査	深沢 晋治	37
4	散文 土壌蓄熱式床暖房システム		
		株式会社 サーマエンジニアリング 代表取締役 福田 哲三	43
5	中部ミニフォーラム優秀論文		
	●表面波探査を用いた「埋設廃棄物」調査事例	下山 みを	49
	●飽和・不飽和浸透流解析の実務への適用性に関する一考察	宮田 善郁	54
6	平成16年度現場研修会参加報告		
	●現場研修会に参加して(1日目)		59
		株式会社 タイヤコンサルタント 中部支社 篠原 良彰	
	●現場研修会に参加して(2日目)		61
		明治コンサルタント株式会社 名古屋支店 蒲原 秀典	
7	中部地方整備局防災訓練参加報告	防災委員会 堀田 恒雄	63
8	常設委員会報告		64
9	ホームページ・トピックス		71
10	「土と岩」52号 読者アンケート結果		72
11	会員名簿		74
12	編集後記	編集委員会	76

< 広告 >

巻 頭 言

中部地質調査業協会

理事長 下川 裕之



本年度、全地連から「地質調査を効果的に実施するための10の提案」が発行されました。コスト構造改革に資するを枕として、「はじめは、地質調査」と副えています。これは、前年度に発行された「事例に学ぶ地質調査」の意図するもの、特にその中の提言の部分さらさらに一歩進め、今後全地連を構成する私たちが訴えていかなければならない事柄を再構成したものです。

ここには四つの大きな柱を据えています。まず、「地質調査技術の有効活用」を第一におきました。計画段階からの参画が如何に重要かということは、過去においてそうしていた時代があり、それが大きな成果をもたらしていたという事実が基本にあります。

第二の柱は、「地質調査の適切な発注」として、分離発注とJVの活用、プロポーザル方式の活用、そして随意契約の活用をその内容にしています。ここでは調査が求めているものに依じた適切な発注方式を提案しています。

第三は「地質調査関連技術者資格の活用」で、フィールドエンジニア、コンサルタントエンジニアのそれぞれの役目と関連資格の具体的な説明をしています。関連する技術資格者が積極的に調査に携わることのできる土俵の確保が必要です。

最後の四番目の柱として、「全地連会員事業所の活用」を据えました。地質調査を主たる業種とする業者というこれまでの言い様から、初めて具体的に全地連会員事業所という言い様を決断し、私たちの求めるもの、目指すものとして明文化しています。

私たちは平成13年度から平成15年度にかけて地質調査に関する意見交換会を中部地方整備局と開催させて頂き、地質調査業者の専門性について、入札・契約制度に関連すること、CALS/ECに関すること、そして、環境調査（土壌・地下水汚染調査を中心に）や防災への取り組みについて議論を深めて参りました。今後は、「地質調査を効果的に実施するための10の提案」を基礎とし、新たな意見交換をさせて頂くようお願いしていきたいと考えています。

公共事業の予算が縮小され続く現実を嘆くばかりではなく、確かな専門技術を基本とし、かつ中立性、自立性という確固たる信念を貫いていけば、必然的に他に分散或いは包含されていた部分の地質調査も本来のかたちになると確信しています。

尾張地域の地盤沈下状況等について

愛知県 環境部 水環境課 地盤環境室
室長 田村 栄一

1. はじめに

「地盤沈下」とは、私たちが日々生活を営んでいる大地が知らないうちに徐々に広い地域で沈んでいき、二度と元に戻らない現象である。

これまでの調査の結果、地盤沈下は主に地下水の過剰な汲み上げによって起こることが分かっている。

地盤沈下は広い地域でゆっくりと進行していくため、人体に直接感じることはない。しかし長い間に広範囲で大きな沈下を起こし、海拔ゼロメートル地域が拡大し高潮・洪水・排水不良といった災害の危険性を大きくし、建物等の構造物にも被害が発生する。

濃尾平野の木曾川デルタ地域では昭和36年以来、平成15年までに最大約150cmも沈んだ地点もある。

愛知県では工業用水法（以下「法」という。）や県民の生活環境の保全等に関する条例（以下「条例」という。）により地下水の採取を規制する一方、代替水への転換、節水や水使用の合理化等により地下水採取の削減を図り、地盤沈下防止



図-1 海拔ゼロメートル地域

※海拔ゼロメートル地域

河川や海岸の水位よりも土地が低く常時ポンプで排水しなければ雨水や生活排水は農地や住宅地にたまってしまふ。

に努めている。

2. 地盤沈下の仕組み

地盤沈下は主に粘土層が厚く軟弱な地盤の地域に起こるが、これは地下水を過剰に汲み上げることにより、粘土層が収縮するため起こると考えられている。

その仕組みは、地下水を汲み上げることにより地下水位が低下し、地下水の通り道である帯水層の水圧が下がる。このため、上にある粘土層の中に含まれている水が水圧の低い帯水層にしぼり出され、粘土層が収縮し地面全体が下がり地盤沈下が発生する（図-2）。

こうして起こった地盤沈下は、たとえ地下水の汲み上げを止め地下水位が元に回復したとしてもほとんど元に戻ることはない。

地盤沈下のおこるしくみ

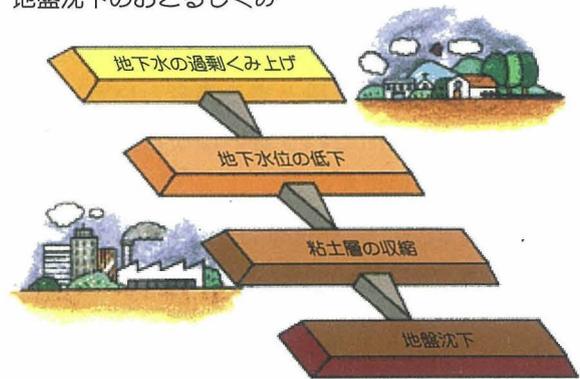


図-2 地盤沈下の仕組み

また地下水は、一般に広い帯水層の中を非常にゆっくりとした速度で流れている。これらの地下水は帯水層で繋がっており、一つの地下水盆を形成していると考えられている。

したがって特定の場所で地下水を汲み上げると、その地域のみでなく、広範囲にわたり地盤沈下

が発生することになる。

3. 尾張地域の地盤沈下の状況

(1) 沈下の状況

愛知県では地盤沈下の状況を把握するため、尾張地域では毎年、国土交通省・名古屋港管理組合との連携のもとに1級水準測量を実施している。

この地域の地盤沈下は地下水揚水規制もあり、昭和48年をピークに減少傾向となり次第に落ち着いていった。昭和40年代に激しく地盤沈下を起し、50年代以降は徐々に沈静化し、昭和60年以降は1cm以上の沈下域が生じなかった年が多くなっている(表-1)。

しかし平成6年にみられるように、渇水の際に過剰な汲み上げを行えば広範囲で地盤沈下が発生する。このことから、地盤沈下がおさまったとは判断できず、今後もこの地域の状況を注視しなければならない。

(2) 地下水位の状況

昭和20年代の濃尾平野では、井戸を掘るだけ

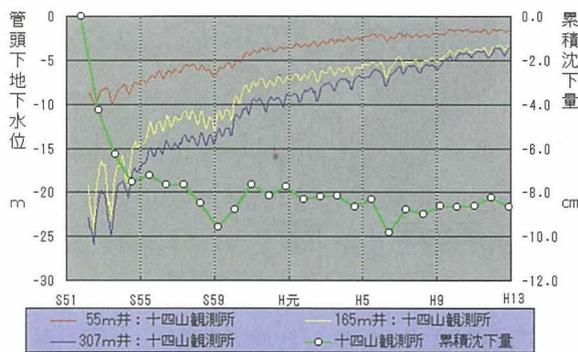


図-3 地盤沈下と地下水位の関係

表-1 地盤沈下の推移

量	年	昭和47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1cm以上沈下した面積(km ²)		512	526	511	198	198	168	163	118	60	61	63	143	98	0	0	44
年間最大沈下量(cm)		13.9	20.6	17.3	9.9	8.4	7.3	4.6	3.5	2.2	3.2	2.4	2.6	2.3	1.5	0.95	1.8
量	年	昭和63	平成元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1cm以上沈下した面積(km ²)		0	18	0	0	32	0	309	0	0	0	4	0	0	3	0	0
年間最大沈下量(cm)		0.6	1.6	1.98	1.2	1.6	0.98	2.7	0.98	1.2	1.3	1.7	1.7	0.4	1.6	1.5	1.2

で地上に地下水が噴き出てくる自噴帯が見られたが、地下水の利用が増えるにつれて地下水位が急激に低下し、自噴は見られなくなった。

その後地下水揚水量が減少し、図-3に見られるように地下水位は上昇し、地盤沈下は沈静化した。

このことから地盤沈下は地下水位と密接な関係があることが伺える。

4. 地盤沈下への対策

地盤沈下をこれ以上起こさないため、愛知県では「監視」・「防止対策」・「防災対策」に分けて対策を行っている(図-4)。

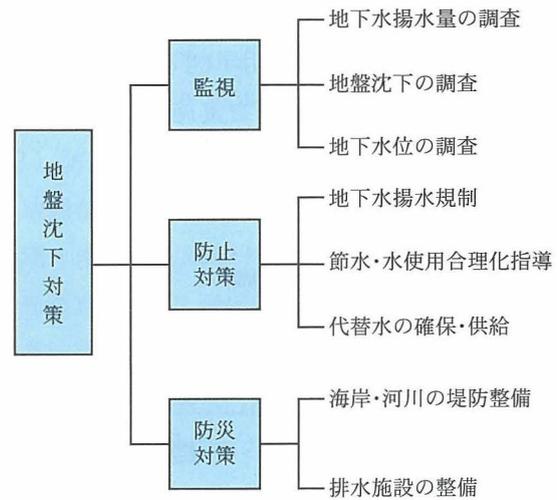


図-4 地盤沈下対策の概要

(1) 監視

ア 地下水揚水量の調査

法及び条例((2)防止対策参照)により、ある規模を超えて地下水を汲み上げる者はその揚水量を県に報告する義務がある。県ではその

報告をもとに用途別・地域別に整理・解析し、地盤沈下に影響を与えないよう監視している。

イ 地盤沈下の調査

地盤沈下の状況を調べるため先に記述したとおり、各地域に設置してある水準点の標高を、基準日を定めて国土交通省・名古屋港管理組合との連携のもとに一級水準測量をしている（表-2）。

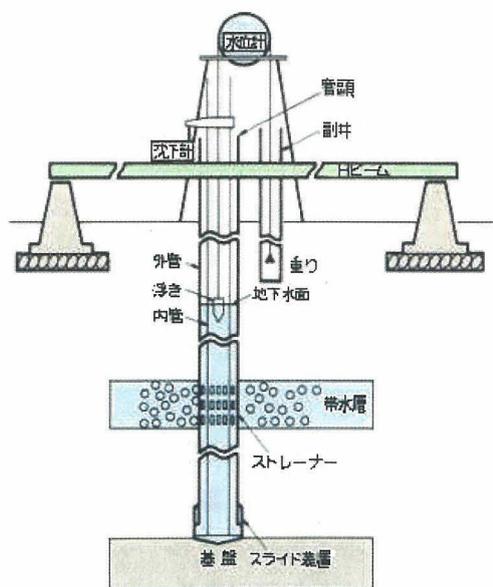
表-2 水準測量の実施状況（平成15年度実績）

地域	測量基準日	観測水準点数	測量延長 (km)		
			愛知県	国土交通省等	合計
尾張	11月1日	391	371	222	593

※名古屋市を除く

ウ 地下水位の調査

尾張地域の地下水位は、地盤沈下観測所24ヶ所（64井）で常時、委託井114ヶ所（114井）で毎月1回、地下水位観測を実施することによりその変動を把握している。



〔外管(ケーシング).....地盤と同じように沈下する。
内管.....蓋盤上に固定されているので、上部が収縮(沈下)しても動かない。〕

図-5 観測井の仕組み

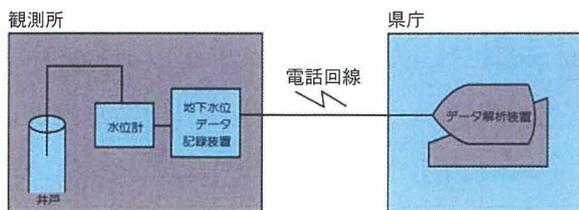


図-6 地下水位観測のテレメーター化図

また、そのうち9ヶ所の観測所については、地下水位観測のテレメーター化により監視体制を強化（データのリアルタイム化）している（図-5、図-6）。

(2) 防止対策

ア 地下水揚水規制

尾張地域では、揚水機の吐出口の断面積が6cm²を超えるもので動力を用いて地下水を採取する者を対象として、法及び条例により規制がかけられている（図-7）。

法は、名古屋市の一部及び尾張地域21市町村の工業の用途に用いる井戸が規制対象となっている。

条例は、尾張地域33市町村（法の地域を含む）を対象とし、法の規制対象及び家事用を除いた用途で用いている井戸が対象となる。

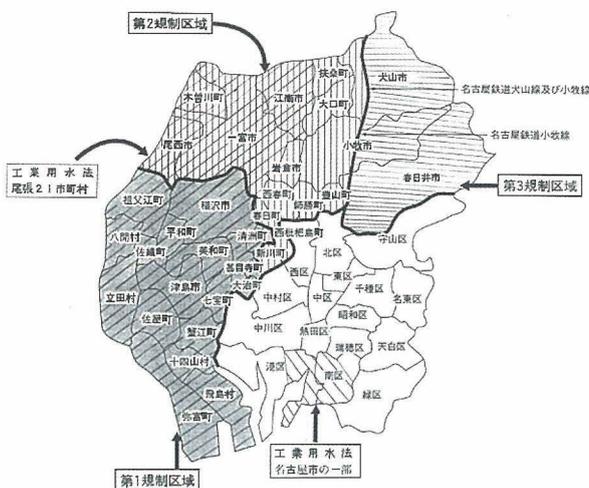


図-7 地下水揚水規制区域

規制の内容は表-3のとおりである。

表-3 尾張地域の規制内容

区分	工業用水法（尾張21市町村）	県民の生活環境の保全等に関する条例（尾張33市町村）
揚水機の吐出口の断面積	19cm ² （直径4.91cm）以下	19cm ² （直径4.91cm）以下
ストレーナー位置（地表面下）	10m以浅又は2,000m以深	10m以浅
揚水機の原動機の定格出力		2.2KW以下
1日当たりの事業所総揚水量		350m ³ 以下

地盤沈下防止の観点からこれらの規制をかけると同時に、地下水揚水量の監視のため、法では井戸を対象に、条例では揚水機の原動機の吐出口の断面積が19cm²を超えるもの（条例施行以前から存在する井戸等）を対象に、毎年度4

月中に前年度分の地下水揚水量を県へ報告することを義務づけている。

イ 節水・水使用合理化指導

地下水の効率的使用を目的として、使用の用途・事業所の規模により条件は異なるものの、以下のような節水・水使用合理化の指導を行う。

- ①一般的な節水
- ②水の管理や保守の徹底
- ③水の循環使用
- ④節水型製造機械の導入
- ⑤節水型製造技術の開発

漏水や水の無駄な使用がないようにするため、許可の際には水の使用系統図を提出させ、必要だと認められる範囲での地下水採取量を定めて許可している。

許可された井戸から提出される地下水揚水量報告に基づき、許可量を超過している事業者が判明した際には現地立入により調査を含め、超過原因の追及・節減指導等をしている。

なお、尾張地域の地下水揚水量は、昭和49年・51年に施行された愛知県公害防止条例（現：県民の生活環境の保全等に関する条例）の揚水規制等により減少傾向となっている。特に昭和55年には木曾川用水（農業用水）が全面通水を開始し、昭和60年～昭和61年には工業用水法による尾張21市町村への工業用水道の給水開始により地下水揚水量は大幅に減少した。その後も揚水量は緩やかながら減少しており、平成15年度は昭和50年度当時の約27%となっている（図-8）。

また、地下水の保全と適正な利用を図るため、「尾張地域地下水保全対策協議会」（昭和61年3月設立、平成8年5月改正）が組織され、自主規制団体として適正かつ合理的な揚水管理を実施している。

ウ 代替水の確保・供給

地盤沈下の原因となる地下水の過剰汲み上げを防ぐためには地下水から他の水源への転換が必要となる。代替水の確保・供給のため、尾張

工業用水道事業や愛知用水事業を実施している。

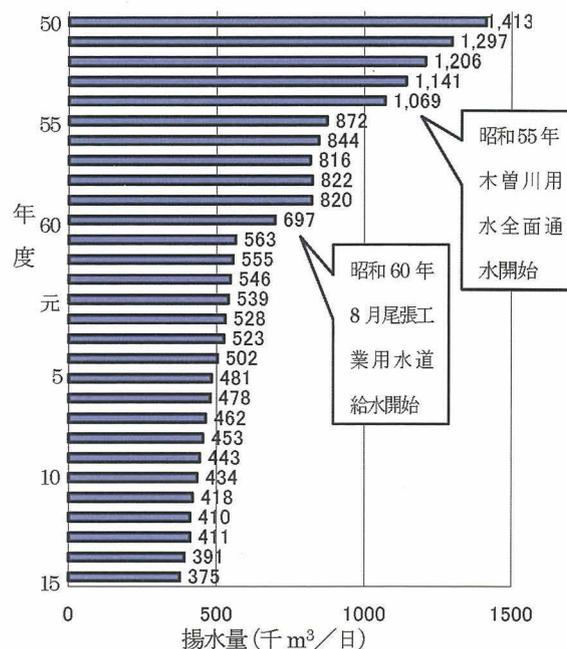


図-8 尾張地域地下水揚水量

(3) 防災対策

地盤沈下により低地化した地域においては、高潮・洪水などの自然災害を防ぐ防災事業（海岸高潮対策事業、海岸保全施設整備事業など）と、地盤沈下により排水機能などが低下した施設の機能復旧事業（湛水防除事業、地盤沈下対策事業、都市河川改修事業など）をそれぞれの関係機関



図-9 海岸堤防のかさ上げ



図-10 河川堤防のかさ上げ



図-11 湛水被害防止の排水機場建設工事における立軸軸流ポンプ設置
(日光川, 国営尾張西部土地改良事業)

で実施している(図-9~図-11)。

5. 濃尾平野の地盤沈下対策

濃尾平野全体の地盤沈下に対して、国は昭和60年に「濃尾平野地盤沈下防止等対策要綱」を定め、規制地域(愛知県(尾張33市町村)・三重県(8市町)・名古屋市)における遵守すべき地下水採取目標量を年間2.7億 m^3 と設定し、代替水源の確保・供給等の事業や、既に沈下してしまった地域については機能復旧事業等の地盤沈下対策事業を行っている。

主な事業は表-4のとおりである。

表-4 地盤沈下防止等対策事業一覧表
(愛知県関係分)

区分	事業名	総事業費 (億円)	平成15年度 までの事業費 (億円)
代替水源の確保に係る事業	・徳山ダム建設事業	357	344
代替水の供給に係る事業	・愛知県水道用水供給事業 ・尾張工業用水道第1期事業	1,814	1,373
地盤沈下対策事業	・国営尾張西部土地改良事業 ・地盤沈下対策土地改良事業 ・地盤沈下対策河川事業 ・その他	2,627	1,979
その他の関連事業及び復旧に資する事業	・国営総合農地防災事業新濃尾地区 ・木曾川用水施設緊急改築事業 ・土地改良事業 [湛水防除事業等] ・河川事業 [都市河川改修事業等] ・海岸事業 [海岸保全施設整備事業等] ・その他	2,752	1,915
合計		7,550	5,641

注)総事業費は平成16年3月現在

6. おわりに

近年の地盤沈下は沈静化の傾向にあるが、尾張地域においては厚い軟弱地盤層が影響し、わずかな原因で広範囲にわたる地盤沈下が起きる可能性がある。

このため、水準測量による地盤沈下状況の把握や観測井による地下水位及び地盤収縮状況の監視を今後とも継続する。

また、法及び条例による揚水規制や、地下水に代わる代替水の確保・供給についても引き続き実施する。なお過去の異常渇水の教訓を踏まえ、地下水かん養量が減少する渇水期においても、急激な地下水位の低下を招かない地下水の利用方法や、災害時に活用できる地下水の調査等についても検討している。

地盤沈下の防止を図ることはもとより、国との連携を図り、地下における健全な水循環を確保するなどの地盤環境保全のための施策を推進していく事が重要であると考えている。

濃尾平野の地震被害予測

－東海・東南海地震による強震動の特徴と被害の広域性－

岐阜大学教授
流域圏科学研究センター長 杉戸 真太

1. はじめに

近年のめざましい経済発展を遂げた日本は、先の兵庫県南部地震のように断層近傍において強烈な強震動を生じさせる内陸直下地震による震災を経験し、各種の耐震基準も大きく見直された。しかしながら、海溝型巨大地震については、過去30年間に於いて大きな被害は経験していない。海溝型巨大地震に対する地震防災を実行するにあたり、防災担当者、技術者がとくに考慮しておかねばならない点は何であろうか？ 筆者は、「非常に長い強震継続時間」と「被害の著しい広域性」の2つと考えている。現在、逼迫性が極めて高いとされる東海・東南海地震を対象とした地震防災が様々な形で実施されているが、これら2点についての十分な検討をおこない、その成果を防災実務に反映させることが必要である。

濃尾地域の地震被害予測に関する執筆の機会を得たので、上記についての筆者の私見を二、三述べさせて頂く。

2. 海溝型地震を対象とした濃尾平野の震度予測

2.1 想定地震の断層モデル

想定された断層による強震動の予測法については、これまで様々な手法が提案されてきている。断層から着目点までの構造をすべてモデル化して力学的に地震動を算定する方法、過去の強震記録を基にした地震動の統計的性質を取り入れた方法、さらにこれらを組み合わせた方法まで多くの手法が発表され、設計・防災実務において用いられてきた。断層パラメータや着目点に

関する情報のレベルに応じて、それぞれ適切な手法があることは言うまでもない。想定東海地震¹⁾、東南海地震²⁾のように震源パラメータがある程度予測されており、地震動のパワー放出が顕著となるアスペリティ分布も推定されているケースでは、これらが着目地点での強震動に与える影響を考慮できる予測手法を使うべきであろう。ここでは、このような手法の一つである非定常スペクトル合成法EMPR³⁾を用いたシミュレーションにより検討を進める。

中央防災会議¹⁾、ならびに地震調査推進本部²⁾が想定している震源モデルを参考にして、東海、東南海地震の想定震源域を含む長方形の断層面を設定し、断層面を複数の小断層に分割することで震源域をモデル化したもの⁴⁾を図-1に示す。図中の斜線部が震源域を表し、太線の小断層はアスペリティのより大きい位置を示している。EMPR³⁾では、周波数ごとに算出される非定常パワースペクトル⁵⁾を小断層毎に与え、時間軸上で重ね合わせることで加速度時刻歴を算定する。

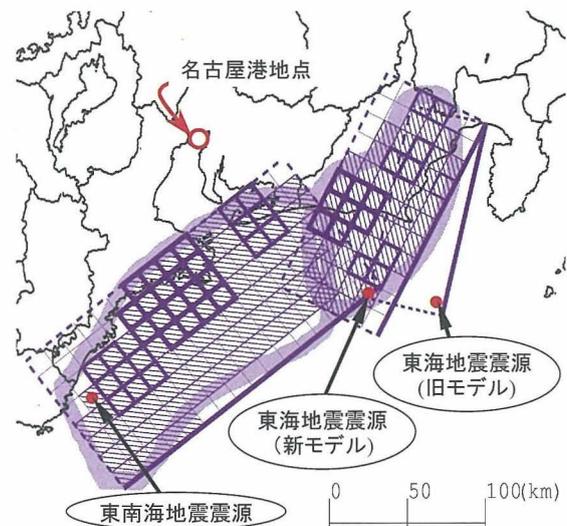


図-1 想定東海地震、想定東南海地震の断層モデル

アスペリティ分布の情報を等価なパワーの相対比率に反映させる検討については、文献4)を参照されたい。

想定震源域を基に設定した断層パラメータを表-1に示す。表中*は想定震源域をほぼ包含する長方形で表した場合の値、**は断層の破壊領域の面積である。

表-1 各想定地震の断層パラメータ^{1),2)}

		東海	東南海	複合型東海
震源位置	緯度	34°12'10"	33°36'00"	
	経度	137°56'20"	136°07'12"	
断層	長さ L (km)	145*	200*	145* + 200*
	幅 W (km)	70*	100*	70* + 100*
	面積 (km ²)	7536**	14688**	21912**
	走向 θ (度)	207.0	232.0	—
	傾斜角 δ (度)	16.4	11.54	—
地震モーメント M_0 (N·m)		1.10×10^{21}	2.15×10^{21}	3.25×10^{21}
モーメントマグニチュード M_W		7.96	8.15	8.27
破壊伝播速度 v_r (km/sec)		2.70		
地震波伝播速度 v_{prop} (km/sec)		3.82	3.80	

* 断層の長さとは幅は、想定断層面をほぼ包含する長方形で表した場合の値を示す。

** 断層面積は破壊部分の面積を示す。

なお、東海地震については、震源域の見直し以前の断層モデル、ならびに図-1に断層においてアスペリティ一定としたケースについても試算し、断層モデルの違いによる強震動の違いの検討も行った。

2.2 シミュレーション地震動の比較

図-2に、東海地震の3ケースのモデルと東南海地震による名古屋港地点の工学的基盤でのシミュレーション地震動を示した。同図には、1995年兵庫県南部地震における関西電力新神戸変電所地点の地表でえられた記録から、同地点での工学的基盤相当の地震動にFDEL⁹⁾を用いて変換した波形も示されている。東海地震の断層位置の違いによる比較(図-2(b),(c))では、震源断層が西に30km程度近づいたことにより地震動の振幅が20%程度大きくなっている。また、大きなアスペリティを断層の西側に考慮することにより(図-2(d))、さらに振幅が増大することがわかる。東南海地震(図-2(e))では、断層がさらに大きくなるが、破壊伝播は着目点に向かう方向にあるため(ディレクティブリティ効果)

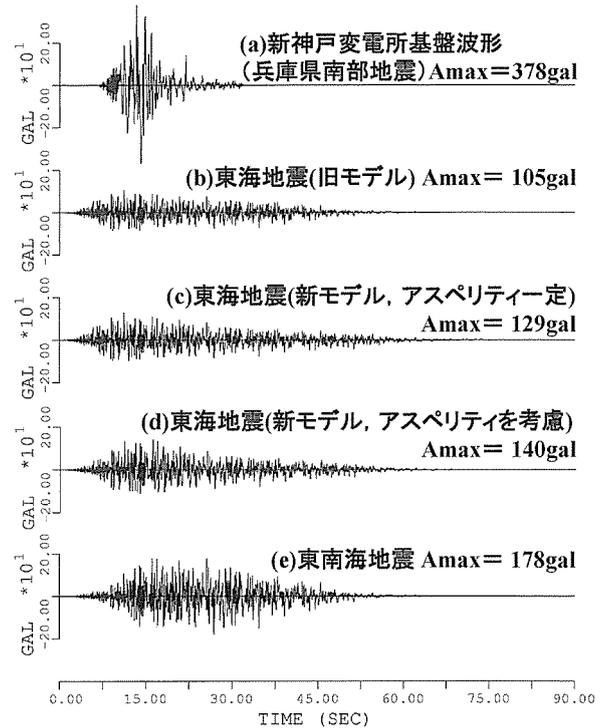


図-2 名古屋港地点(図-1参照)のシミュレーション波形と兵庫県南部地震の記録との比較(工学的基盤面)

地震動のパワーが時間軸上でやや集中していることがわかる。

図-2(a)の新神戸変電所での工学的基盤の波形は、内陸直下地震の断層近傍における典型的な強震動の例である。断層規模が40kmに満たないため、強震部継続時間は非常に短い、最大振幅が大きい。東海地震の場合の静岡県中・西部や、東南海地震の場合の三重県志摩半島、愛知県渥美半島は断層直上に位置するため、このような大きな振幅の地震動が長く継続し、強大な破壊力の地震動となることが容易に推察される。

3. 震動継続時間が地震被害に及ぼす影響

3.1 気象庁計測震度と震動継続時間

兵庫県南部地震以後、気象庁計測震度計が各地に設置され、地震発生後わずかの時間で各地の計測震度が発表されるようになった。これにより、おおよその各地の被害概況が直ちに推定できるようになり、防災復旧の即時性とそれに依存する有効性に大きく貢献するものとなっている。しかしながら、先の三陸南地震(2003.5.36.

M=7.0)のように、発表された計測震度と実際の被害状況とにギャップがあり、相対的に計測震度値が0.3~0.5程度実際の被害状況を表す震度より大きいとの指摘が多くある。地震規模が小さく強震動の継続時間が短い場合にこのギャップが大きいことが予想される。

図-3は、EMPRを用いてマグニチュードと震源距離の組み合わせにより算定されるシミュレーション地震動で、計測震度がどちらも5.0である。最大加速度もほぼ同程度であるが、同図(b)の方が地震規模が大きく強震部の継続時間が長いいため、被害は(a)の場合より大きくなることが推察される。この例のように、計測震度は基本的に地震動の最大振幅に大きく依存するため、海溝型巨大地震のようにさらに長い強震部継続時間を有する場合には地震動の破壊力を過小評価する可能性もあり得るであろう。

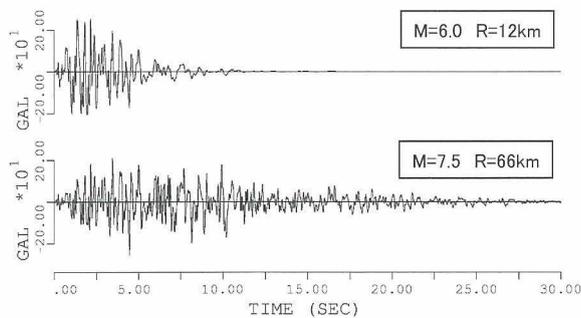


図-3 計測震度値が5.0となる地震動の例

3.2 複合型東海地震の震動継続時間

1854年の安政東海地震では、現在、東南海、東海と区別されている2つの断層が連続して破壊したとされている。この場合、断層の領域は長さが300kmにもなり、破壊伝播速度が2.7km/secとすると、断層からの震動エネルギーの発生時間が少なくとも2分近くになる。また、断層破壊方向に位置する地点では、震動の震幅が非常に大きくなることも考えられる。

2004年9月5日に、紀伊半島沖でM7.4の地震が発生した。想定東南海地震と比較して断層規模ははるかに小さく、また、より遠方にあるため東海地域での震動レベルは低かったが、1分近く続く震動を多くの住民が経験し、長い震動継

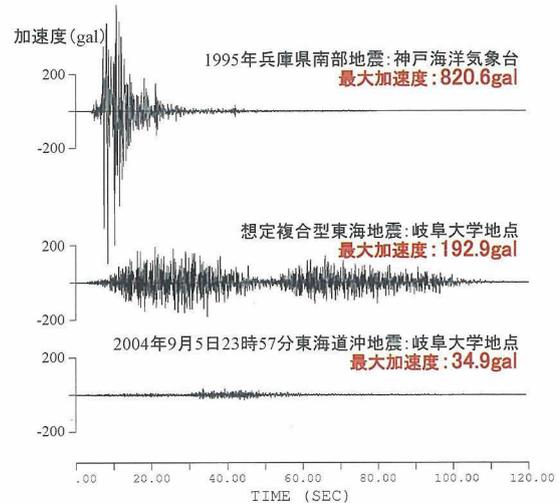


図-4 地震動波形の比較

続時間の不気味さについては理解が進んだと考えられる。図-4は、岐阜大学地点でのこの時の強震記録とともに、同地点での表層地盤特性を考慮した複合型東海地震によるシミュレーション地震動、さらに、比較のために兵庫県南部地震における神戸海洋気象台地点での記録を示している。内陸直下地震の断層近傍での強大な震動振幅には及ばないが、2分程度も強い揺れが続く状況が具体的に示されている。

断層に近い愛知県南部、静岡県域においては、さらに強大な震動振幅の揺れが長く続くことになり、振幅の最大値に大きく依存する計測震度に比較して被災レベルがより高くなることが予想される。

表-2 東海6県のメッシュ地盤データベース

	メッシュ サイズ	メッシュ 数	モデル 数
愛知県	500×500m	20345	316
岐阜県	500×500m	41461	49
三重県	1000×1000m	6015	10
静岡県	500×500m	30272	13
長野県	500×500m	53174	647
山梨県	500×500m	17491	9

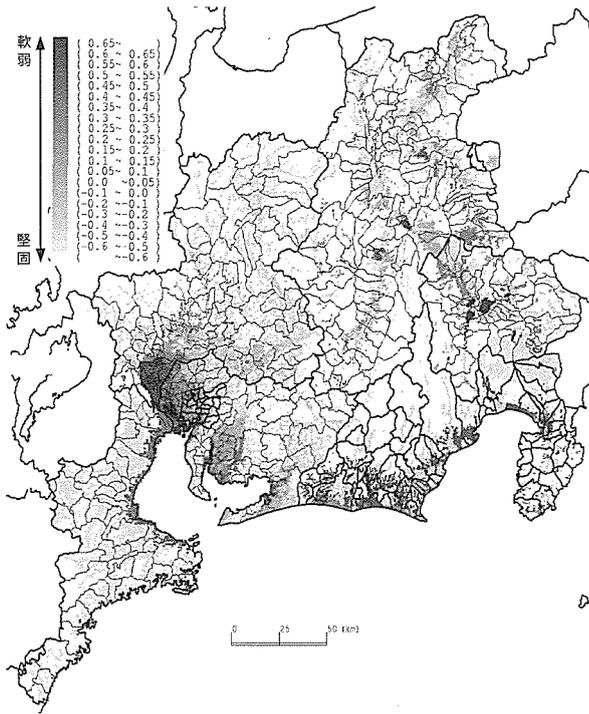


図-5 表層地盤の軟弱さ指標Sn値の分布

4 海溝型巨大地震による被害の広域性

4.1 自治体のメッシュ地盤データを用いた広域震度分布の算定

地震動がごく表層近くの地盤特性に大きく依存することは過去の多くの事例に見られるとおりである。これまで、各自治体では想定地震による独自の被害想定調査をおこなっており、そこでは、500m×500m程度のメッシュごとに割り当てた表層地盤モデルを用いている。海溝型巨大地震においては、被害が県境を越えて広域に及ぶことは明白であり、被害想定調査も影響する全域において統一手法によりなされる必要がある。このことから、筆者は東海6県の協力を得てメッシュ地盤データを統合し各県共通に使えるデータベースとして取り纏めた。表-2に、このデータベースの概要を示した。これら6県域の地盤モデルから、表層地盤の軟弱さを連続量で表したSn²値を算出し、図-5に示した。同図から、この地域全体の軟弱地盤の分布概要を知ることができる。木曾三川が合流する濃尾平野南部から名古屋西部の広い地域において、軟弱な地盤が分布していることがわかる。その他、長野県、山梨県内にも盆地構造と見られる軟弱

な地域分布が見られる。

上記に示した東海6県域では、約18万のメッシュ数となる。これらの地点での工学的基盤における強震動を先の3つの海溝型地震に対して算出し、さらに表層地盤モデルに入力して表層地盤での地震動を算出した。地盤応答解析にはFDELを用いた。図-6に、複合型東海地震による震度分布を示した。EMPR, FDELを用いた強震動シミュレーションでは、水平1成分の地震動が算出される。気象庁計測震度は、水平2、上下1の3成分波形から算出されるものであるため、3成分相当の震度に変換する必要がある。ここでは、1999年台湾集集地震における多くの強震記録の検討に基づき、水平1成分波形から求まる計測震度に0.2を加えることにより3成分相当としている⁴⁾。図-6の震度分布図より、震源近傍における高い震度、図-5の表層地盤の軟弱さに影響を受けた震度の増減、等の現象を見ることができる。

4.2 被害の広域性に関する考察

東海、東南海、およびそれらが連動する複合型東海地震による震度マップを作成した。これ

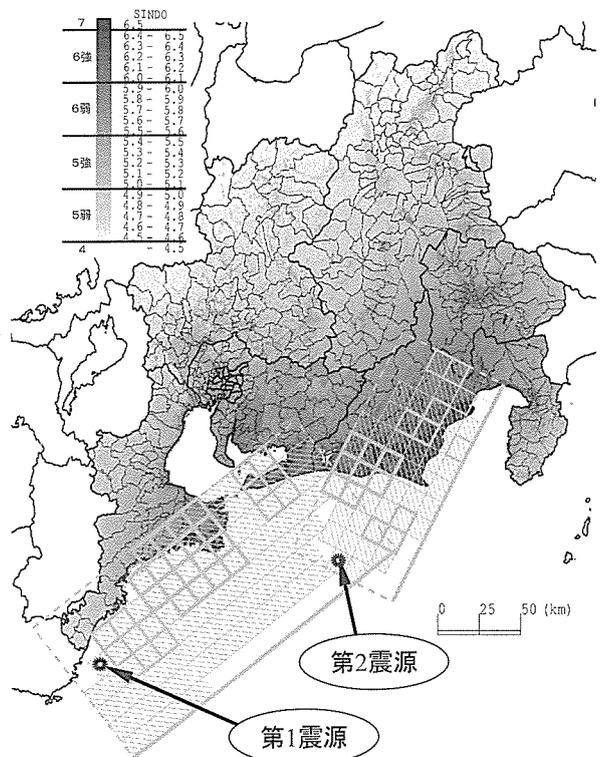


図-6 複合型東海地震における震度分布

らをもとに、このような海溝型巨大地震による被害の広域性に関する試算をおこなった。まず、震度6弱以上となる陸域の面積を算出し、1995年兵庫県南部地震のそれとともに図-7(a)に示した。兵庫県南部地震のデータは、アンケート震度等に基づくものである⁸⁾。断層の大きさが全く違うことから、海溝型地震での高震度域は内陸地震に比べてきわめて広がるのがわかる。また、東南海地震よりも東海地震の断層が小さいが、断層が陸域直下となる部分が多いことから東海地震の方が高震度域が広い。複合型地震の場合は、それぞれの地震による震度の高い方をみることに近いので、この程度の増加にとどまっている。東海地震と兵庫県南部地震の比較では、震度6弱以上の面積は10倍以上、震度6強以上となる面積でもほぼ10倍程度となり、甚大な被害が著しく広域に及ぶことが推察される。

つぎに、おもに人的な被害についての比較をおこなってみる。能島ら⁸⁾は、各震度レベルに曝される人口を見ることにより人的被害ならびに関連する社会基盤施設の被害概要を知ることができるとし、震度曝露人口指標を提案している。この指標を用いて各地震を比較したものが図-7(b)である。図-7(a)の面積比較の傾向とは大きく異なっている。まず、兵庫県南部地震では、高震度域の面積は少なくとも高震度に曝された人口は海溝型巨大地震と大差ないことがわかる。

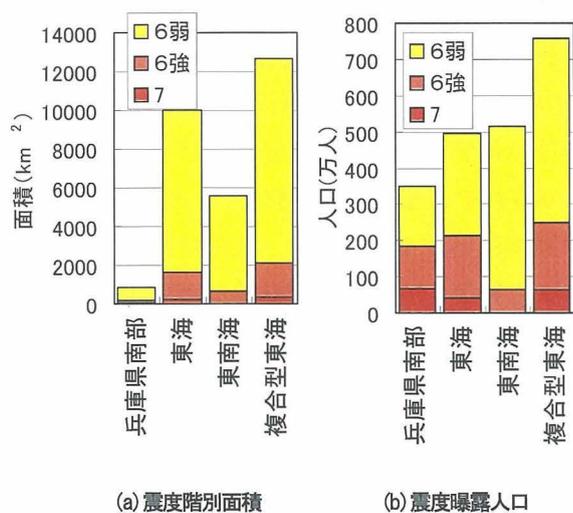


図-7 震度階別面積、震度曝露人口の比較(東海6県域)

また、東海、東南海の比較では、震度6強以上に曝される人口が東海地震の方が数倍多いことも見てとれる。断層規模や陸域に近いだけでなく、その強震動が来襲する地域の人口集中度が、地震被害の程度に大きく影響することを示している。

さらに、ここで試算された震度は、気象庁計測震度であり、3.1、3.2で述べたように基本的には震動継続時間の情報は含まれていない。海溝型巨大地震では極端に継続時間が長くなるため、ここでの震度階から被害を想定する場合には危険側の評価になる可能性が高いことにも注意する必要がある。

5. おわりに

海溝型巨大地震を対象として、その強震動の特徴と被害の広域性に関して述べた。以上の試算と結果考察より、東海、東南海地震のような海溝型巨大地震においては、以下の被害状況が推察されよう。

- ・高震度の地域がかなり広いので、甚大な被害を被る地点・地域が広範囲になり、即時復旧が遅れる地域が続出するなど復旧体制に混乱が生じる
- ・建物倒壊等による人的被害は、東海地震では、兵庫県南部地震よりやや多いが数倍というレベルではない。東南海地震ではむしろ少ない可能性もある。ただし、津波による被害も生じ、さらに地震発生時刻によっては、列車の脱線等による甚大な被害が生じる可能性が高い。
- ・主要港湾ならびに広範囲におよぶ湾岸での地盤の液状化にともなう被害がとくに多発し、津波被害の拡大、海上からの復旧支援に大きな支障が生じる。

謝辞：岐阜大学講師(研究機関研究員)久世益充氏には、本原稿の数値解析ならびに図表作成において多くの協力を得た。記して深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 中央防災会議：東海地震に関する専門調査会,
<http://www.bousai.go.jp/jisin/chuou/tokai/index.html>
- 2) 地震調査研究推進本部：南海トラフの地震を想定した地震動評価手法について（中間報告）,
<http://www.jishin.go.jp/main/kyoshindo/01b/hyoka.pdf>
- 3) M.Sugito, Y.Furumoto, and T.Sugiyama : Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra Proc. of the 12th WCEE, CD-ROM, Oakland, New Zealand, 2000.
- 4) 久世益充・杉戸真太・能島暢呂：南海トラフの巨大地震を想定した広域震度予測, 自然災害科学, Vol22, No.1, pp.87-99, 2003.
- 5) 亀田弘行：強震地震動の非定常パワースペクトルの算出法に関する一考察, 土木学会論文報告集, 第235号, pp.55-62, 1977.
- 6) 杉戸真太, 合田尚義, 増田民夫：周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤震動解析法に関する一考察土木学会論文集, No.493/III-27, pp.49-58, 1994.
- 7) H. Kameda, M.Sugito, H.Goto : Microzonation and Simulation of Spatially Correlated Earthquake Motions, Third International Earthquake Microzonation Conference, Seattle, Vol.III, pp.1463-1474, 1982.
- 8) 能島暢呂, 杉戸真太, 久世益充, 鈴木康夫：震災ポテンシャル評価のための震度曝露人口指標の提案, 第21回日本自然災害学会学術講演会, pp.61-62, 2002.

濃尾平野の地下地質に関する最近の話題

名城大学 理工学部 環境創造学科
牧野内 猛

1. はじめに

濃尾平野の地下地質については、1955, 61年の先駆的な研究¹⁾の後、伊勢湾台風災害 (1959) を契機として、地盤沈下防止の総合的研究が始まり、層序・地盤構造についての基本的枠組みが確立した²⁾。その後の研究は、この枠組みに沿って進んできたが、最近になって、新たな展開が始まっているようにも見受けられる。それらは、

- 1) 各種の分析資料を駆使した詳細な地下深層の層序と構造,
 - 2) 新たな観点からの地下浅層の地質,
- などに関する研究である。以下、それらを紹介するとともに、若干のコメントも付け加える。

2. 濃尾平野地下深層の詳細な層序と構造

10年前の兵庫県南部地震 (1995) が、野島断層という活断層の活動であったことから、活断層について社会的関心が高まり、主要な活断層を総合的に調べる国家的プロジェクトが進展した。

その一環として、濃尾平野および西縁を画す養老断層について、愛知県と地質調査所 (以下、地調と略称。現在は産業技術総合研究所) が調査を実施した³⁾⁴⁾。平野の地下構造については大深度反射法地震探査³⁾、西縁を画す養老断層については大深度反射法地震探査⁵⁾、深層オールコアボーリング⁶⁾、浅層ボーリング・層序ピット調査⁷⁾などが行われた。とくに、深層ボーリングと反射法地震探査は、従来明確でなかった深層の層序と構造に関して大きな成果をもたらした³⁾⁸⁾。

2.1 深層の地下層序

地調による深層ボーリングは、岐阜県海津郡海津町大和田地区 (GS-NB-1)⁸⁾、海津郡南濃町駒野 (GS-NB-2)⁶⁾ の2カ所で行実施された (図-1)。掘削深度はNB-1が601m, NB-2が451mである。NB-1地点は、基盤の最深部²⁾ (1500m, 岐阜県養老町周辺) の南東側に位置する。

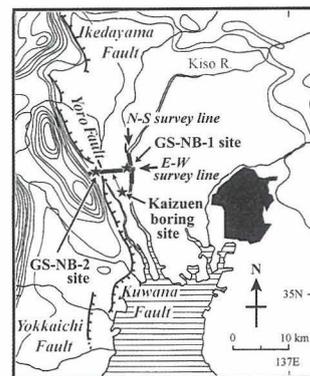


図-1 地調による調査位置図⁹⁾

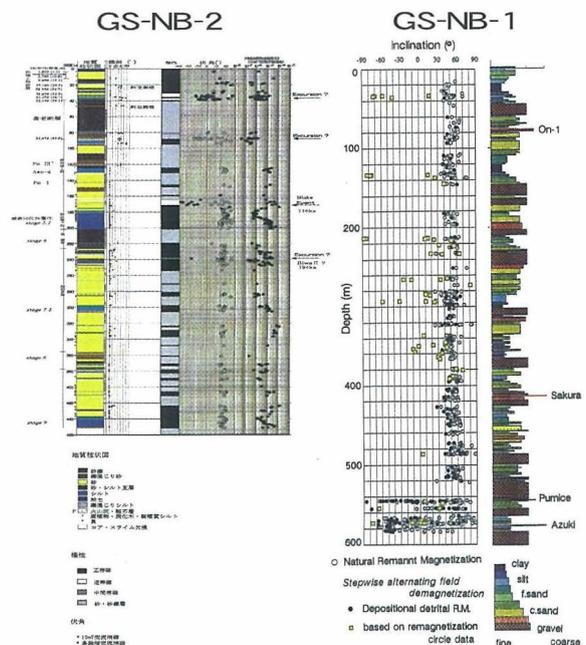


図-2 ボーリング柱状図⁶⁾⁸⁾

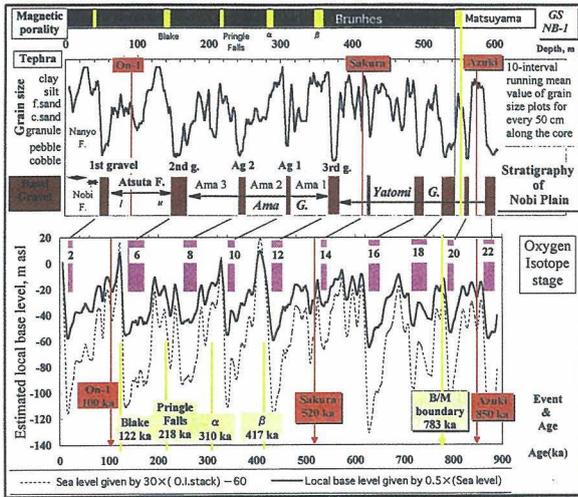


図-3 NB-1コアの粒径変化、古地磁気イベント・広域テフラ（上）・酸素同位体ステージとの対比⁸⁾

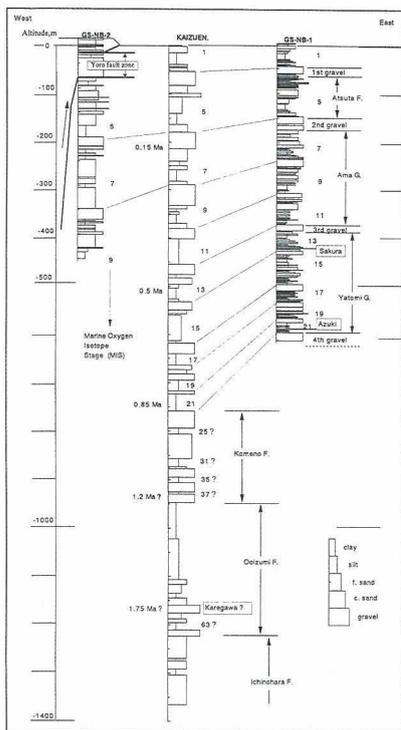


図-4 NB-1, NB-2, 海津苑コアの対比⁹⁾

それぞれの柱状図は図-2に示される。NB-1について各種分析結果をまとめ、酸素同位体ステージ (MIS) と対比したのが図-3である⁸⁾。また、2本のボーリングの対比は、やや南に位置する海津苑ボーリング (図-1) も加えると図-4のようになる⁹⁾。さらに、大阪平野・南関東との対比は図-5のようになる⁸⁾。

岩質については、他の場所の深層ボーリングと同様に、砂礫・泥互層で特徴づけられる。とくに380m以浅では、「基底礫層の堆積→急激な

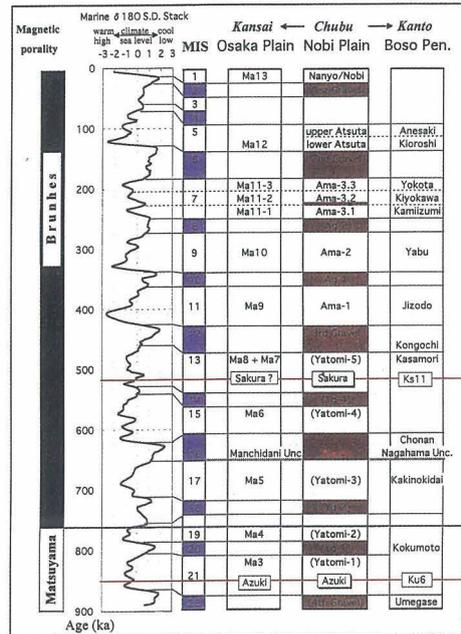


図-5 濃尾の層序の大阪・南関東との対比⁸⁾

上方細粒化→緩慢な上方粗粒化」という非対称な堆積サイクルが5回認められる。古地磁気では深度545mにブリュンヌ/松山境界が見出された。また広域テフラについては、御岳第一軽石 (On-Pm1) が深度約80m, サクラ火山灰 (小林-笠森テフラ, Kb-Ks) が415m, アズキ火山灰 (猪牟田アズキテフラ, Ss-Az) が577mに、それぞれはさまれている⁶⁾。

従来、明確でなかった弥富累層の層序は、5層の細粒層準と4層の礫層準からなり、下位から、Yatomi-1~5, Yg-1~4, また、弥富累層の下位にある礫層は第四礫層と定義され、酸素同位体ステージではMIS22と判断された⁶⁾。濃尾平野の地下層序は、氷期-間氷期の氷河性海面変動を大阪平野や南関東以上に模式的に反映していると評価された⁸⁾。

2.2 大深度地下構造

1) 平野西縁部の地下構造

地調による大深度反射法地震探査は、NB-1と2を結ぶ測線で実施された (図-1)。その解釈断面 (東西) は図-6に示されるが、濃尾平野の第四系は西に深くかつ厚くなっており、西への傾動 (濃尾傾動地塊) が読み取れる。その基底は、NB-1付近で標高約-600m、断面西部の

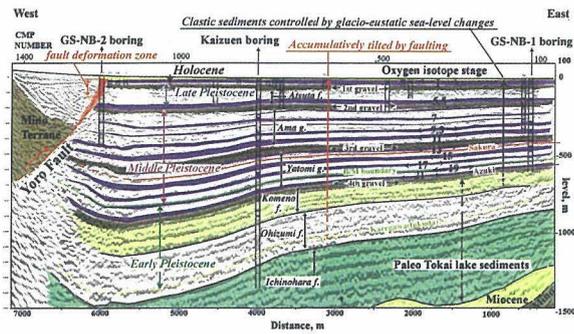


図-6 反射断面解釈図⁹⁾

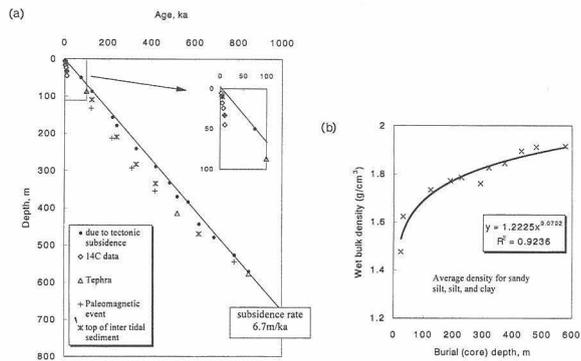


図-7 NB-1コアから得られた堆積速度と堆積年代との関係⁹⁾

最深部で約-950mにある。第四系の下位は東海層群で、海津苑ボーリングなどを参考に、上位から米野層、大泉層、市之原層がある。その下位は中新統、さらに下位は美濃帯の中・古生層と判断された⁹⁾。いずれも断面東端部にみられ、その深さはNB-1付近で、それぞれ1250~1450mの間、1450m以深にある。

東海層群の中で、市之原層は東に向かって厚くなるのに対し、大泉層・米野層は西に厚くなることから、傾動の開始は大泉層堆積期初期(2Ma頃)に始まり、米野層堆積期(1.2~0.9Ma)には本格化したと考えられた⁹⁾。

傾動に伴う沈降速度を求めるために、第四系におけるそれぞれの層準の深さを、堆積後の圧密も考慮してプロットすると、NB-1付近では図-7のようになる。各点はほぼ直線に載り、堆積速度はほぼ一定で0.67m/千年となる。第四系の最厚部では1.1m/千年となる⁹⁾。第四系の基底をなす第四礫層はMIS22で約0.9Maであるから、濃尾平野の沈降はこの時期から等速であったと判断された⁹⁾。

なお、養老断層などの活動性評価については、

本誌No.51号を参照されたい。

2) 平野全域の地下構造

愛知県による測線は図-8に、その結果は図-9に示される³⁾。これらは東西断面で、平野全域をカバーしている。図の中で、北部(H11)は図-6をさらに東に延ばしたものである。

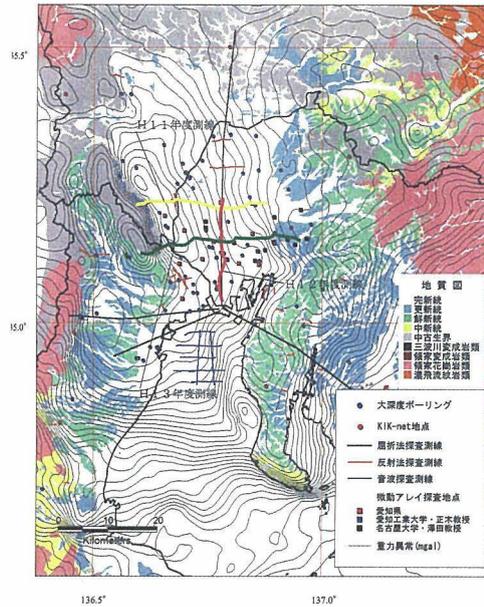
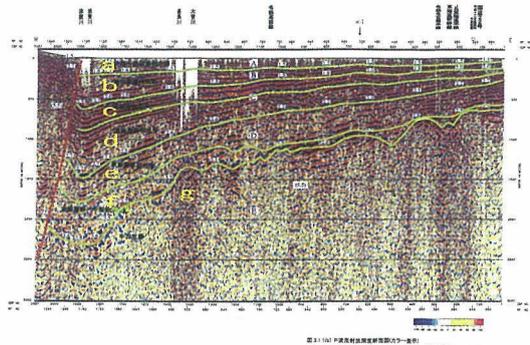
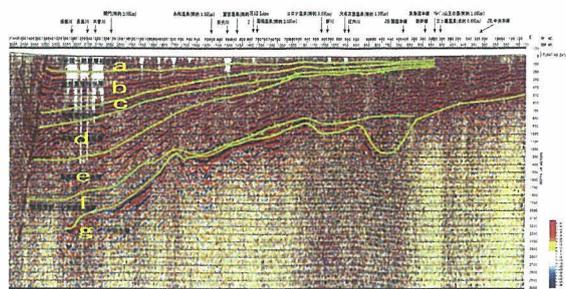


図-8 愛知県による反射法地震探査断面位置図³⁾

北部(H11)



南部(H13)



a: 沖積層-熱田層相当層 b: 海部累層相当層
c: 弥富層相当層 d: 東海層群相当層(上部)
e: 東海層群相当層(下部) f: 東海層群-中新統相当層
g: 中古生層

図-9 反射断面解釈図³⁾

これらの断面は、濃尾傾動地塊の傾動方向とほぼ平行に測線が設定されているため、地層は西に深くかつ厚くという西への傾動が明確に読み取れる。ただし、東海層群相当層（下部）およびそれ以下の地層群は、むしろ東側に厚く、傾動の影響をこうむっていない。したがって、傾動運動の開始は、東海層群相当層（上部）の堆積期からである。南北方向の断面は図示しないが、傾動方向とほぼ直交するため、深さと厚さの場所による差異がほとんどない。しかし、東海層群相当層（下部）から下位の地層は、南に厚くなる傾向が認められる。これは、東西断面も含めて、東海湖堆積盆地の北西への移動の現われと推測された³⁾。

3) それぞれの地層群の深度

大深度反射法地震探査や深層ボーリングの結果、海部・弥富累層、東海層群、中新統、基盤岩類

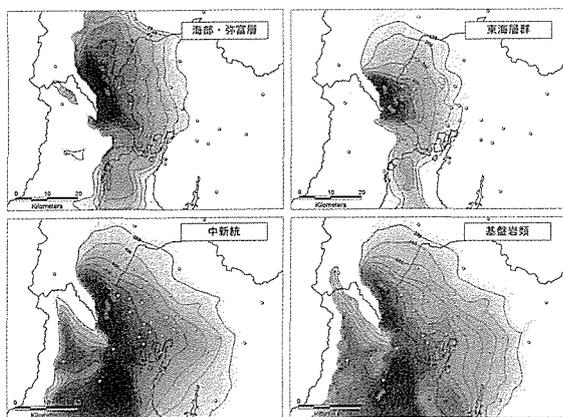


図-10 各地層の上面深度¹⁰⁾

の上面深度が明らかになった。既存資料も加えて、それぞれの地層群の上面深度分布図をつくると図-10のようになる¹⁰⁾。

2.3 第四系基底・東海層群上限の年代と傾動開始時期の検討

1) 第四系基底と東海層群上限の年代

平野地下の深層がどうなっているのか、最近まで情報は必ずしも多くはなかった。上述の研究で、平野中部における第四系の基底は、アズキ火山灰層をはさみ、年代としては0.9Ma頃になること、また、下位の東海層群はその最上部にあたる米野層（およそ1Ma¹¹⁾）があること、

などが明らかになった。

同様なことは、平野南部でもすでに明らかになっている。すなわち、愛知県弥富町・十四山村では、深度約350mに弥富累層の基底（＝東海層群の上面）がある¹²⁾。ここには阿多鳥浜テフラ（Ata-Th, 240ka¹³⁾）と山田Ⅱ火山灰層（大阪層群）がはさまれ、弥富累層基底の年代は約1.1Maと見積もられている¹⁴⁾。山田ⅡをはさむMa2は酸素同位体ステージのMIS25に対比されている¹⁵⁾。また下位の東海層群には、伊勢湾西岸の坂東Ⅱ（市之原層）・嘉礼川（大泉層）の両火山灰層がはさまれ、上限の年代は約1.2Maと見積もられている¹⁴⁾。

平野中部と南部とを対照すると、第四系の基底は、南部で1.1Ma、中部で0.9Maとなり、北に向かって新しくなっている。また東海層群上限の層準も、南部で大泉層（1.2Ma）、中部は米野層（およそ1Ma）で、北に向かって上位になっている。このような傾向は、南東から北西に移動した東海湖堆積盆地のそれと類似しており、第四系堆積盆地の発生に旧期の運動が関わっていたことを示唆している。

また、推定された年代によれば、1.1～1Maに、南部では弥富累層が堆積を始めているのに、北部では東海層群が堆積を終了しつつあり、性格の異なるふたつの堆積盆地が平野内に共存したことになる。このようなことはあり得ないことではないが、考えにくい面もある。濃尾平野においては、東海湖堆積盆地の消滅と第四系堆積盆地の発生との間に時間的な間隙がはさまれるのか、あるいは、東海湖堆積盆地を引き継ぐかたちで第四系の堆積が開始したのか、今後の課題である。

2) 濃尾傾動地塊運動の開始の時期

傾動の開始時期について、須貝・杉山は、図-6などをもとに推定している⁹⁾。平野全域を見渡せる図-9も含めて、傾動開始の時期を検討してみる。

図-9からは、東海層群相当層（上部）で西

への厚層化が明瞭である。この地層はP波速度からは米野層と考えられる。図-6と対応させると、ほぼ大泉層と米野層である。両層はいずれも西への厚層化が認められるものの、厚層化の程度は米野層の方が大きい。これらの点から、厚層化が明確なのは米野層と判断できるので、大泉層堆積期に前駆的な動きはあったものの、傾動の本格的開始は米野層堆積期（およそ1Ma¹¹）と推定される。傾動の本格化、つまり養老断層の活発化が、濃尾傾動盆地の発生と第四系の堆積をもたらしたといえる。

3. 濃尾平野地下浅層の地質

地盤工学会中部支部の濃尾地盤研究委員会は、理学・工学の両面から地盤を解釈することを目的として、理学情報（化石、テフラ、電気伝導度、帯磁率など）の取得・収集を積極的に進めている。

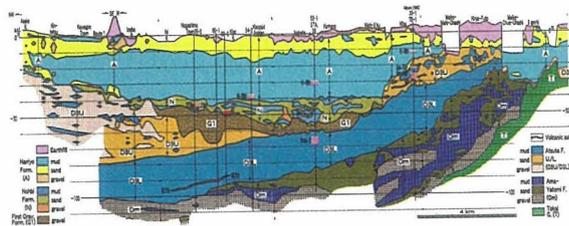


図-11 濃尾平野臨海部地質断面図¹⁷⁾

活動の一環として、臨海部のボーリング資試料が収集され、地質断面図の作成（図-11）や各種理学分析が行われた¹⁶⁾。そのなかで、テフラ分析、電気伝導度などについて成果が出始めている¹⁷⁾¹⁸⁾。

3.1 広域テフラに基づく沖積層基底礫層の層位

平野臨海部におけるテフラ分析の結果、始良Tnテフラ（AT）の降灰層準が濃尾層中部には含まれることが判明し（図-12）、下位にある第一礫層（G1、沖積層の基底をなす礫層＝BG: Basal Gravel）について形成時期が検討された¹⁷⁾。

1) BGの層位についての従来の認識

沖積層基底礫層（BG）が最終氷期の最寒期（最終氷期極相、Last Glacial Maximum, LGM、約18ka）の最大海面低下期に形成されたという認識¹⁹⁾は、海面低下過程には礫層が形成される

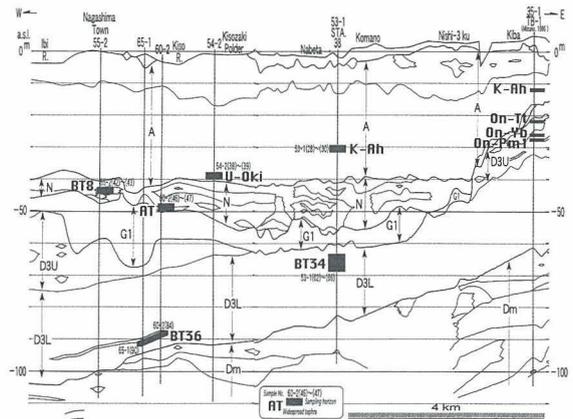


図-12 濃尾平野臨海部で特定された広域テフラ¹⁷⁾

場合が多いことや、BGの層準付近には含まれるATが21～22ka²⁰⁾と認識されていたことなどから、多くの関係者が了解していた。ところが、ATはやや古いという見解が示される²¹⁾に及んで、BGとの関係を改めて見直す必要が出てきた。ATの年代は、現在、26～29kaとされており¹³⁾、なお古くなっている。

2) 臨海部におけるBGの層位と形成時期

濃尾平野では、南陽層（A）・濃尾層（N）・第一礫層（G1）が沖積層に含まれ、第一礫層がBGとされる。臨海部のBGは、標高-70～-40mにあり、最大層厚は約20mである。以前は、LGMの堆積物とされ、砂泥互層からなる濃尾層はLGMを過ぎた後の海面上昇過程に形成された堆積物とされていた²⁾。

ATの降灰層準は、上述のように、濃尾層の中部（標高約-50m）にある（図-11, 12）。したがって、これより下位にあるBG（G1）は、26～29kaより古い堆積物で、約18kaのLGMに向かって海面がさらに低下していくMIS3後半からMIS2前半の堆積物である。また、濃尾層（N）は、中部にATをはさみ、N値が30以上で、上位の南陽層（A）に比べて異常に高いことから、堆積後に地下水水面より上位になって（離水し）、乾燥固化したと考えられた。つまり、海面はまだ低下しつつあるMIS2前半の堆積物と判断された¹⁷⁾。

3) BG・濃尾層の形成過程

上に述べた層位や形成時期などにもとづき、

濃尾平野のBGと濃尾層の形成過程は、以下のよう
に考えられている。

すなわち、BGは、LGMに向かって海面の低下
とともに海岸線が沖合に退いていく時期に、河
床礫が下流に向かって前進していく過程で形成
された礫層である。つまり、BGの年代は下流に
向かって新しくなり、LGMの頃には、当時の海
岸線付近（現在では海面下で、当時の海面レ
ベルとされる-100m前後の場所）で堆積していた。
また、濃尾層は、BGの堆積に伴い、海面の一
時的な停滞あるいは若干の上昇に伴う堆積物、
あるいは本流からはずれた後背湿地の堆積物で、
堆積後には離水し、LGMの最大海面低下期を迎
えた。このような形成過程の検討から、臨海部
におけるそれぞれの地層の年代は、BG（第一礫層）
が35～30ka、濃尾層が30～20kaと推定されて
いる¹⁷⁾。

4) 伊勢湾周辺地域の第四紀後期海面変動

上述の検討結果や、木曾川泥流堆積物の年代
などに基づくと、この地域における第四紀後期
の海面変動と関係する堆積物は、図-13のよう
に考えられる²²⁾。

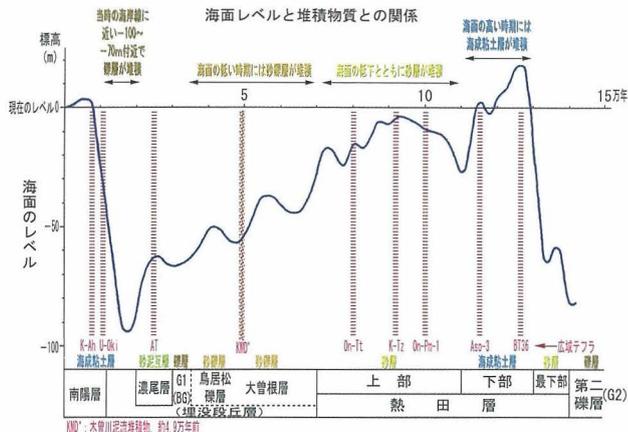


図-13 第一礫層・濃尾層の年代論に基づく伊勢
湾周辺地域の海面変化曲線²²⁾

この項で述べた見解は、平野臨海部で得られ
た成果に基づくものである。平野全域の第一礫層・
濃尾層についても、このようなことが言えるの
かどうか、これは今後の課題である。

3.2 電気伝導度に基づく堆積環境の解析

地層が海成か非海成かの判定は、従来、含ま

れる微化石や貝化石によって行われるのが一般
的であった。1980年代の後半に物理的に判定す
る方法が開発された²³⁾。これは、乾燥した粘土
試料を粉碎し、蒸留水を加えて泥水（粘土混濁水）
とし、上澄み液の電気伝導度（およびPH）を測
定するという方法である。測定方法や装置も簡
単で、測定者による誤差も小さく、かなり細か
い精度で海成・非海成の判定が可能という利点
がある。

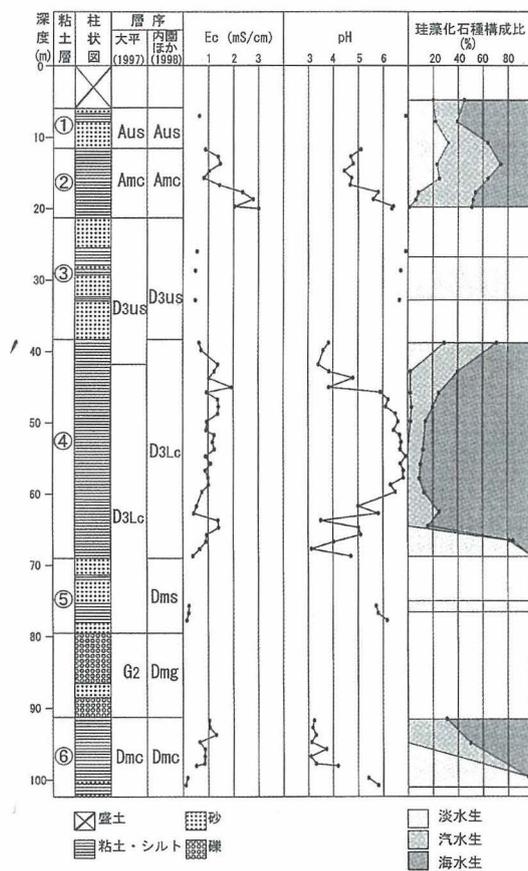


図-14 濃尾平野臨海部における電気伝導度とPH¹⁸⁾

濃尾平野の第四系について、この方法が試み
られ、興味深い結果が出ている¹⁸⁾。図-14がそ
の成果で、珪藻化石構成からすでに海成・非海
成の判定がなされている臨海部のボーリングコ
アを用いて電気伝導度・PHが測定された。珪藻
化石から判明している淡水成層、汽水成層、海
成層の電気伝導度は、それぞれ、0.6mS/cm未満、
0.6～1.0mS/cm、1.0mS/cm以上である¹⁸⁾。濃
尾平野の第四系の海成・非海成の判定は、今後、
この値が基準になるであろう。また、同時に測

定されたPHは、単独では堆積環境を判定できないが、電気伝導度と併用すればある程度有効であることも明らかになっている¹⁸⁾。

この方法は、微化石分析に比べて、簡便かつ短時間で測定できることから、今後、資料の集積が大いに期待される。

3.3 完新統の高密度¹⁴C年代・堆積相解析に基づく堆積過程

堆積学の分野では、最近、海進・海退が記録されている完新統（沖積層）を対象に、その堆積シークエンスに細かく¹⁴C年代を入れて、発達過程を検討しようという動きが起こっている²⁴⁾。

濃尾平野についても、沖積層ボーリングコアの高密度な¹⁴C年代測定、¹⁴C年代値に基づく堆積曲線、およびコアの堆積層解析などが行われた²⁵⁾。

ボーリング地点は、1本が上流部のNB-1（海津コア）、いま1本は臨海部の桑名市大山田（大山田コア）である。堆積相は下位から、河川（沖積層基底礫層）、溺れ谷（下部砂層＝濃尾層）、プロデルタ（中部泥層）、デルタフロント（上部砂層）、氾濫河川・チャンネル（沖積陸成層）に区分された²⁵⁾。得られた¹⁴C年代（暦年補正後のcal yrs BP）は、950～18,930年を示し、これをもとに堆積曲線が描かれた（図-15）。また、同時面は図-16のように引かれ、プロデルタ堆積相の形成期は9-10kaから4kaの年代を示す²⁵⁾。

得られた年代値から見積もられる堆積速度は、

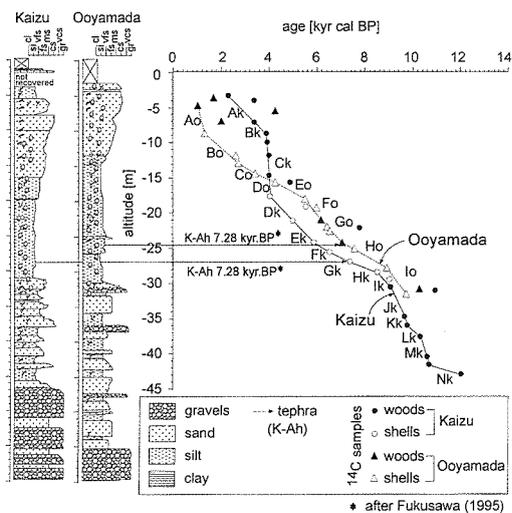


図-15 濃尾平野における完新統の堆積曲線²⁵⁾

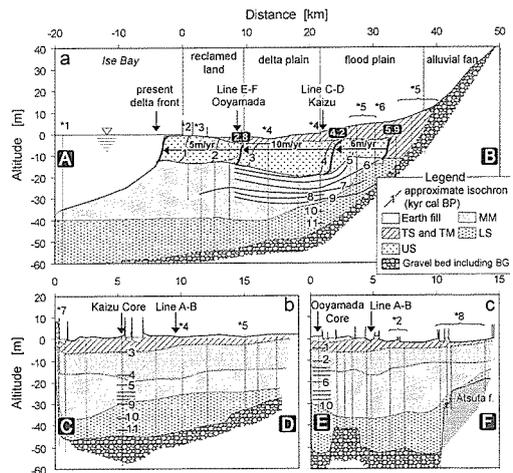


図-16 濃尾平野における完新統の同時面とデルタの前進速度²⁵⁾

海面上昇期にあたるコア下部で3～12mm/yr、高海面期にあたるコア中部で2～4mm/yr、デルタフロントのコア上部では13～53mm/yrである。内湾が最も拡大した地点からデルタの前縁が前進を開始したのは約5.9kaで、海津コア、大山田コアの地点を通過したのは、それぞれ約4.2ka、約2.8kaである。現在のデルタフロントから各地点までの距離と、通過年代から見積もられるデルタの前進速度は、6m/yr(5.9～4.2ka)、10m/yr(4.2～2.8ka)、5m/yr(2.8～0ka)である（図-16）。堆積速度については、日本のデルタの中で大きな部類に属し、とくに中部泥層が顕著である。また、デルタの前進速度もアジアの大規模デルタに匹敵する値である²⁵⁾。

このように詳細な解析が、今後、西三河平野などほかの平野、また熱田層などほかの地層に対しても進められることを、大いに期待したい。

4. おわりに

濃尾平野の地下地質について、新たな展開と思われる研究の成果を紹介した。詳細については、引用文献を参照していただきたい。これらのほかにも興味深い研究があると思うが、それを紹介できないのは、十分なフォローができていない筆者の責任であることをお詫びする。

最後に、濃尾平野の地下地質については、ボーリング試資料を扱うことから始まると思うが、

コア観察にあたっては、貝化石（貝殻片）と軽石（浮石）の混入・含有や、火山灰層の挟在に注意することが非常に重要と考えている。コアの中に貝殻片が混入していれば、多くの場合、それは海成の証拠となり、その場所に海水が浸入したことを示す。また、軽石（浮石）が含まれていれば、熱田層上部である可能性が高い。さらに、火山灰層（あるいは軽石層）がはさまれていれば、テフラ分析によって、いずれの広域テフラか特定が可能となり、年代も推定できる。

環境関連の調査でも、このような理学情報が欠かせない資料となる。工学情報（工学試験）はもとよりであるが、理学情報（理学分析・試験）のより多くの取得・収集が、今後、業務においても、また研究においても、新しい展開をもたらすものと考えている。

引用文献（引用順）

- 1) 多田文男・井関弘太郎（1955）濃尾平野の地形構造と地盤沈下。総理府資源調査会事務局, 1-82.
- 2) 桑原（1985）濃尾平野の地下水盆。東海三県地盤沈下調査会編「濃尾平野の地盤沈下と地下水」, 名大出版会, 名古屋, 35-76. ほか.
- 3) 愛知県（2003）平成14年度地震関係基礎調査交付金濃尾平野地下構造調査成果報告書, 1-1~A4-25.
- 4) 地質調査所（1998）平成9年度活断層・古地震研究調査報告書。地質調査所速報, no.EQ/98/1, 188p.
- 5) 須貝俊夫・杉山雄一（1998）大深度反射法地震探査による濃尾平野の活構造調査。地質調査所速報, no.EQ/98/1(平成9年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 55-65.
- 6) 須貝俊彦・杉山雄一・松本則夫・佃 栄吉（1998a）深層オールコアボーリングの解析による養老断層の活動性調査。地質調査所速報, no.EQ/98/1(平成9年度

活断層・古地震研究調査概要報告書), 67-74.

- 7) 須貝俊彦・栗田泰夫・下川浩一（1998b）桑名・四日市断層の活動履歴調査。地質調査所速報, no.EQ/98/1(平成9年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 75-90.
- 8) 須貝俊夫・杉山雄一・水野清秀（1999）深度600mボーリング（GS-NB-1）の分析に基づく過去90万年間の濃尾平野の地下層序。地質調査所速報, no.EQ/99/3(平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 69-76.
- 9) 須貝敏彦・杉山雄一（1999）深層ボーリング（GS-NB-1）と大深度地震探査に基づく濃尾傾動盆地の沈降・傾動速度の総合評価。地質調査所速報, no.EQ/99/3(平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 77-87.
- 10) 愛知県（2003）濃尾平野の地下構造に関する調査。2003年活断層調査成果および堆積平野地下構造調査報告会予稿集, 127-136.
- 11) 牧野内 猛（2001）東海層群の層序と東海湖堆積盆地の時代的変遷。豊橋市自然史博研報, no.11, 33-39.
- 12) 畠山 昭（1980）濃尾平野の地盤沈下帯における標準層序。土と岩, No.28, 19-28.
- 13) 町田 洋・新井房夫（2003）新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺]。東大出版会, 336p.
- 14) 古澤 明（1990）濃尾平野西南部地下における東海層群および海部累層・弥富累層の火山灰層とその対比。地質学雑誌, 96, 883-901.
- 15) 吉川周作・三田村宗樹（1994）大阪平野第四系層序と深海底の酸素同位体比層序との対比。地質学雑誌, 109, 332-340.
- 16) 地盤工学会中部支部・濃尾地盤研究委員会・中部地質調査業協会・応用地質学会（1998）理学・工学情報が臨海平野の地盤解釈に果たす役割に関するシンポジウム発表論文集, 140p.
- 17) 牧野内 猛・森 忍・檀原 徹・竹村恵二・濃尾地盤研究委員会断面WG(2001) 濃尾平野に置ける沖積層基底礫層（BG）および熱田層下部海成粘土層の年代－臨海部ボーリング・コアのテフラ分析に基づく成果－。地質学雑誌, 107, 283-295.

- 18) 内園立男・森 勇一 (2004) 濃尾平野南部ボーリングコアの粘土混濁水の電気伝導度およびPH測定に基づく堆積環境の推定. 第四紀研究, 43, 375-382.
- 19) 井関弘太郎 (1983) 沖積層. 東大出版会, 145p.
- 20) 町田 洋・新井房夫 (1983) 広域テフラと考古学. 第四紀研究, 19, 233-261.
- 21) 村山雅史・松本英二・中村俊夫・岡村 真・安田尚登・平 朝彦 (1993) 四国沖ピストンコア試料を用いたAT火山灰噴出年代の再検討ータンデトロン加速器質量分析計による浮遊性有孔虫の¹⁴C年代ー. 地質学雑誌, 99, 787-798.
- 22) 牧野内 猛 (2002) 知多半島の地形・地質とその生いたち. 知多半島が見えてくる本, 2, 68-71.
- 23) 横山卓雄・佐藤万寿美 (1987) 粘土混濁水の電気伝導度による古環境の推定ー千里山丘陵東端部および琵琶湖底に置けるボーリング・コアの場合ー. 地質学雑誌, 93, 667-679.
- 24) 増田富士夫 (2000) 堆積曲線から求める堆積年代と累重速度. 月刊地球, 22, 191-197.
- 25) 山口正秋・須貝俊彦・藤原 治・大森博雄・鎌滝孝信・杉山雄一 (2003) 濃尾平野ボーリングコア解析に基づく完新統の堆積過程. 第四紀研究, 42, 335-346.

3D測量による岩盤斜面の形状判読と崩壊範囲、規模の抽出

住鉱コンサルタント株式会社
中島 健男

1. はじめに

近年開発されたノンプリズム型の3Dレーザー
スキャナは、3次元のスキャニング（対象物の表
面形状を捉える）技術であり、これにより高速・
高精度な地形計測が可能となった（写真-1）。
この地上型3Dレーザー
スキャナは、距離測定
用レーザーの放射角を
2軸の機構により制御し、
その距離と放射角度から
対象物の3次元位置
を計測するものである。



写真-1
3Dレーザー スキャナ

この計測手法により、
岩盤斜面の亀裂・浮石・オーバーハングなどの
形状・寸法を、短時間に数百万点の精密な3次
元座標点群データとして計測することができる。
この計測データを用いることで、平面図、断面図、
等高線図、オーバーハング部のボリュームなど
設計作業に直結した必要な情報が得られる。

今回は、岩盤斜面の表面形状を詳細にとらえ、
今後の落石の可能性が高い範囲とその規模を把
握して対策工の設計へ反映させるため、3Dスキ
ャニング測量という手法を用いた。

2. 3Dスキャニング測量の流れ

2.1 合成用ターゲットの設置

3Dスキャニング測量を実施する前に、測量対
象となる岩盤斜面の範囲を確認し、範囲に応じ
て複数のスキャンデータの合成精度をより高め
る目的で合成用ターゲットを設置する。

2.2 スキャニング作業

(1) 設定

3次元レーザー スキャナに内蔵されたCCDカ
メラで画像をパーソナルコンピュータ（以下
PCとする）に取り込み、PC画像上で実際に計
測したい対象範囲と点群の密度を指定する（図
-1）。さらに対象範囲の縦方向、横方向のスキ
ャニング間隔も指定する。

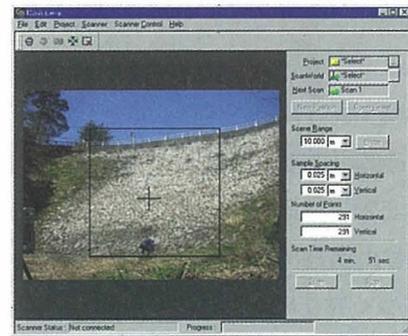


図-1 PC画像上で測量対象範囲を指定

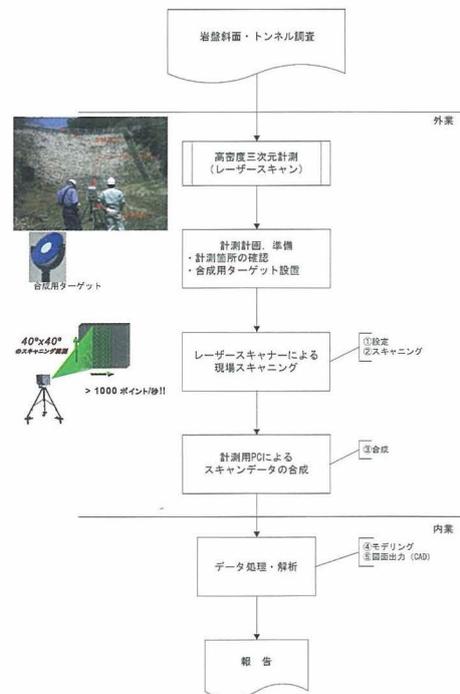


図-2 3Dスキャニング測量のフロー

(2) スキャニング

対象範囲にしたがってスキャナーは自動的にスキャニングをし、岩盤斜面の形状を3次元点群データに変換して取り込む。岩盤斜面の形状、規模により、スキャナーを移動させ異なる方向からもスキャニング作業を行う。

全体をスキャニングした後、合成用ターゲットだけをより精密にスキャニングし中心座標データを計測する。また、座標系を国家座標系に変換するためにトータルステーションを用い、ターゲット位置の座標を計測する。

2.3 スキャンデータの合成

複数方向からスキャンしたデータは、各スキャンデータ内にある合成のための共通ポイント（合成用ターゲット）を自動検出して合成する。

2.4 データ処理・解析

各スキャニングデータの合成により得られた全体図を用いて平面図、断面図等を作成する（図-3）。

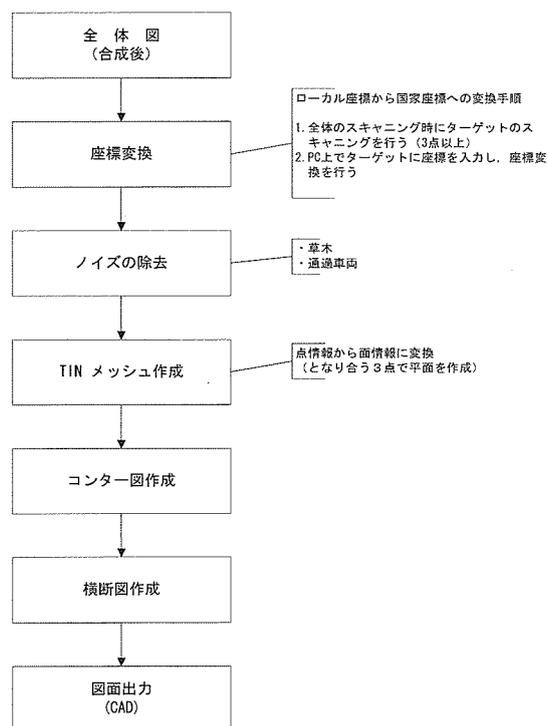


図-3 データ処理・解析のフロー

(1) モデリング

合成された点群データは、専用ソフトウェアにより草木や通過車両などのノイズを除去し、点群から面、線への変換処理を施し、コンター図、断面図等を作成する。また、点群データを有していることから、任意の測線で断面図を作成することが可能である。

(2) 図面出力

3次元座標データ及び処理を行ったデータは、汎用のCADにシームレスで出力できるため、そのまま3次元CADデータ（鳥瞰図、TINモデル図）として利用することができる。

3. 岩盤斜面の形状把握

3Dスキャニング測量の解析結果を用いて、コンター図（図-4）および測線1mごとの断面図（図-5）を作成し地形の凹凸を詳細に表現した。また、コンター図と断面図を合成して対象斜面のメッシュ図（図-6）を作成し、斜面全体の表面形状を把握しやすくした。

今回調査地に分布する岩盤斜面のメッシュ図より、斜面最上部から末端部まで比高60m程度の急崖を形成しており、標高120m付近を境に地形傾斜の変換部が認められ、上位は約80°のほぼ垂直に近い崖、下位では約60°と若干傾斜が緩くなることが分かる。

また、斜面の各所で地形の凹凸が激しい箇所が認められ、地形凸部では落石に対して不安定な状態になっていると思われる。

標高130m付近より上位にはオーバーハングを形成する箇所があり、部分的にやや規模の大きなものが認められる。

これらの地形凸部およびオーバーハング帯は、今後落石の可能性が高い範囲であると考えられる。

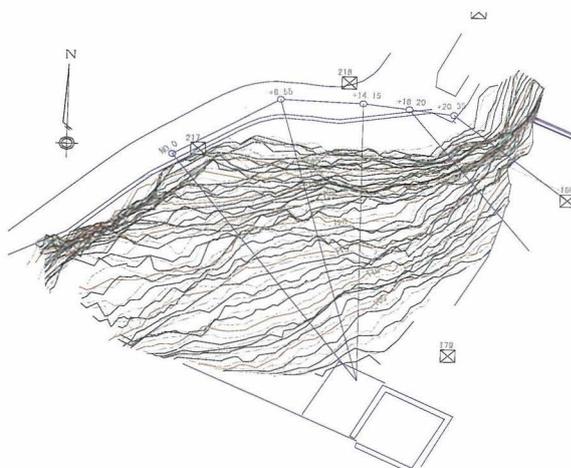


図-4 3Dスキャニング測量によるコンター図

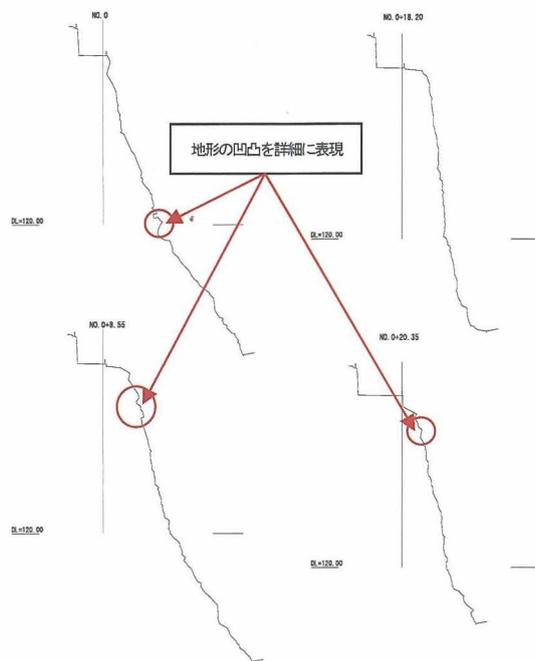


図-5 3Dスキャニング測量による地形断面図

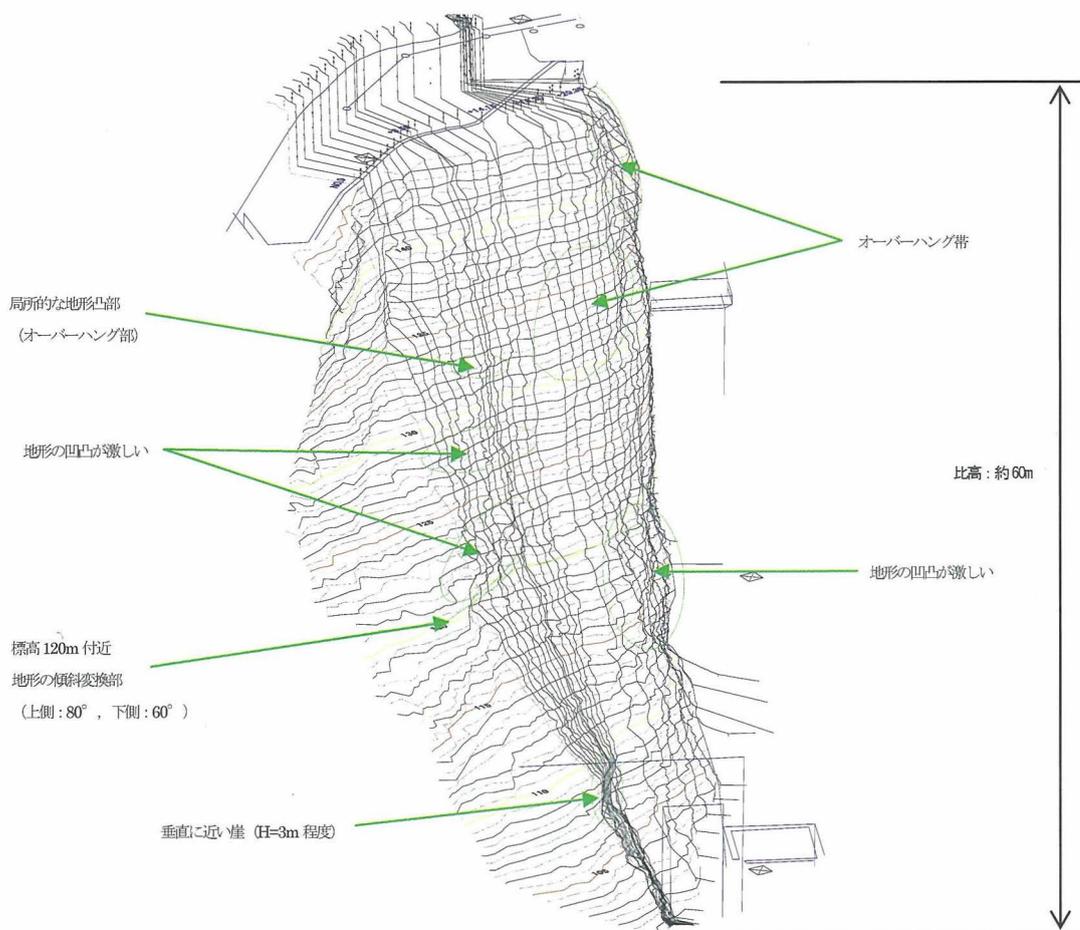


図-6 3Dスキャニング測量によるメッシュ図を用いた地形判読

4. 落石崩壊範囲と崩壊規模

4.1 落石崩壊の範囲

地表踏査による斜面の露岩状況, 3Dスキャニング測量による地形断面, メッシュ図を基に, 落石崩壊の危険性が高い範囲を抽出した(図-7の緑色枠内)。

崩壊範囲の密度は標高115m付近より上位斜面で密となり, 下位斜面は相対的に崩壊範囲の分布は少ない。同標高は地表踏査により判断した岩級区分のCL級(上位斜面), CM級(下位斜面)の境界付近にあたり, それぞれの岩級の岩質,

亀裂の開口度の差が崩壊範囲の密度に差を生じさせていると判断する。

4.2 崩壊規模

各崩壊範囲の崩壊規模(m^3)は, $0.001 \sim 3m^3$ 程度までみられる。 $1m^3$ 以上の崩壊規模は斜面最上部から下部まで広く認められ岩級区分による差はみられないが(図-7の着色部, 表-1), 標高115m付近より上位のCL級岩盤分布域ではやや規模の小さいものの割合が高い。

崩壊岩塊の単位体積重量(γ)について, 調

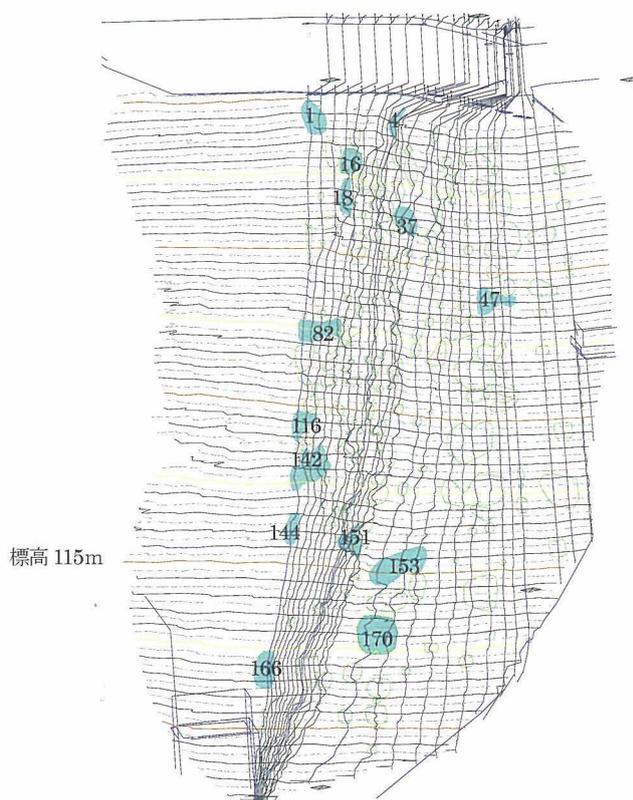


図-7 斜面の落石崩壊範囲と崩壊規模

表-1 崩壊規模 $1m^3$ 以上の岩塊一覧表

岩塊番号	V (m^3)	W (kN)	縦 (m)	横 (m)	縦×横 S (m^2)	W/S (kN/m^2)	$4m^2$ 当り (kN)	崩壊面の傾斜 ($^\circ$)
1	2.956	76.86	2.8	2.8	7.8	9.8	39.2	84
4	1.068	27.77	1.6	1.6	2.6	10.8	43.4	64
16	1.206	31.36	1.9	1.9	3.6	8.7	34.7	86
18	3.298	85.75	2.3	1.9	4.4	19.6	78.5	82
37	1.422	36.97	1.9	1.9	3.5	10.7	42.7	84
47	2.074	53.92	1.9	2.6	4.9	10.9	43.7	89
82	1.065	27.69	1.8	2.9	5.2	5.3	21.2	80
116	1.124	29.22	2.2	2.2	4.8	6.0	24.2	82
142	2.626	68.28	3.2	2.7	8.6	7.9	31.6	84
144	1.181	30.71	1.7	1.7	2.9	10.6	42.5	56
151	1.696	44.10	1.9	2.0	3.8	11.6	46.4	74
153	1.973	51.30	2.5	3.9	9.8	5.3	21.0	76
166	1.084	28.18	2.3	2.3	5.3	5.3	21.3	72
170	2.917	75.84	2.5	2.5	6.2	12.2	48.9	75

査地に分布する安山岩の一般的な値は $\gamma=26\text{kN}/\text{m}^3$ 程度であり、崩壊重量を算出する際にはこれを考慮し $\gamma=26\text{kN}/\text{m}^3$ を使用した。

5. 斜面の対策工の検討に際して

3Dスキャニング測量を用いた岩盤斜面解析から、対象斜面にはオーバーハング帯や地形凸部を形成する箇所が各所に認められ、そのうちの十数箇所は比較的大きな崩壊規模を有していることが判明した。

これらの箇所については、周囲と同様の対策工を用いたのでは不安定岩塊の崩壊を抑止できない可能性がある。

斜面の対策工を検討する際には、抽出した崩壊範囲とその崩壊規模に留意し、設計計算で十分な抑止力が得られない場合は、その箇所についてプラスアルファの対策工も考慮する必要がある。

6. おわりに

今まで3Dスキャニング測量という手法は、遺跡調査などで用いられることが多く、地質調査への適用は必ずしも高くなかった。しかし今回の岩盤斜面調査にこの手法を用いることにより、斜面の表面形状を把握し落石の発生する可能性が高い範囲、崩壊規模を抽出することができ、この手法の有効性を実感することができた。また、データをまとめるに際しては任意の測線で詳細な地形断面が得られ、これもこの手法の大きな魅力であった。

岩盤斜面調査の基本は当然地表踏査による不安定岩塊の視認、亀裂系の把握、スケッチ等にあるが、これと3Dスキャニング測量による斜面形状の把握を加えることにより、より精度が高まるものと考ええる。

本報告が今後の岩盤斜面調査の一助になれば幸いである。

以 上

参考文献

- 1) 土木学会：岩盤斜面の調査と対策，
1999年10月
- 2) (社)日本道路協会：落石対策便覧，
2000年6月
- 3) 古今書院：岩の力学的性質Ⅱ，
1992年12月



コア γ 線・帯磁率測定によるすべり面検出

復建調査設計株式会社

吉村 辰朗・間野 道子

要 旨

従来のすべり面決定の方法は、主にボーリングコアの目視観察や傾斜計の観測によっているが、調査期間中に変位が観測されない場合や土砂化した堆積物中にすべり面が存在する場合にはこの手法でのすべり面決定は困難となる。すべり面検出に断層や変質帯の調査手法である γ 線・帯磁率測定をボーリングコアで行なうことにより、地すべり粘土を有しない未固結の堆積層や風化岩でもすべり面決定が可能である。

1. 放射能探査と帯磁率測定による地すべり面の検出

1.1 放射能探査による地すべり面の検出

従来から断層検出における放射能探査の原理は、「断層上で放射能が急増する現象は、地層内の R_n が断層に移行する現象とその娘核種が断層に付着する現象に基づく」とされている。また、吉村等による断層における地表 γ 線測定結果によると、 γ 線強度異常値はごく浅所における地盤の破碎構造の影響で生ずるものと考えられる¹⁾²⁾。地盤破碎箇所³⁾に γ 線強度の異常値が出現するならば、岩・土のブロック的破壊である地すべりの破断面である“すべり面”でも γ 線強度異常値が出現する可能性が持たれる。しかし、すべり面は通常地下数mの深所に形成されていることが多く、直接すべり面での γ 線強度測定は難しい。ここでは地すべりブロック地内で実施したボーリングコア試料を用いて、手軽に測定できる γ 線強度を測定し、地中変位観測結果とも絡めて γ 線強度と地すべり面検出の妥当性について検証した。

1.2 帯磁率測定による地すべり面の検出

γ 線強度は地層自体の固有値を有することに留意して帯磁率を対応させると、 γ 線強度と同様に地層自体の固有値を有すると考えられる。

帯磁率は方向に依存する物理量で、岩石・地層の単位体積中に含まれる磁性鉱物の量とその幾何学的配置によって変化する。すべり面での γ 線強度値と帯磁率値を対比させることによって放射能探査によるすべり面検出の精度をさらに高めることができる。ここでは、地すべり活動によって磁性鉱物の幾何学的配置が変化し、帯磁率の異常値が出現すると推定し、 γ 線強度測定と同時にコア帯磁率測定も実施し、その適用性について検証を行なった。以上のコア γ 線・帯磁率測定によってすべり面を検出する概念図を図-1に示す。

2. 測定方法

γ 線計測方法は吉村(1992)に準拠し、全計数法を用いた。地震地表断層(丹那断層、根尾谷断層)の表層破碎を測定した場合の γ 線強度異常幅が10cm程度であったため¹⁾、測点間隔は10cmとした。測定にはシンチレーションサーベイメータ(アロカ社製TCS-121C型)とHPI製5000型GMサーベイメータを用いた。 γ 線強度の単位は、TCS-121C型は照射線量率($\mu R/h$)、GMサーベイメータでの測定では30秒積算線量(Sv)を測定値とした。帯磁率の測定は、携帯型帯磁率計KAPPAMETER Model:KT-5(昭

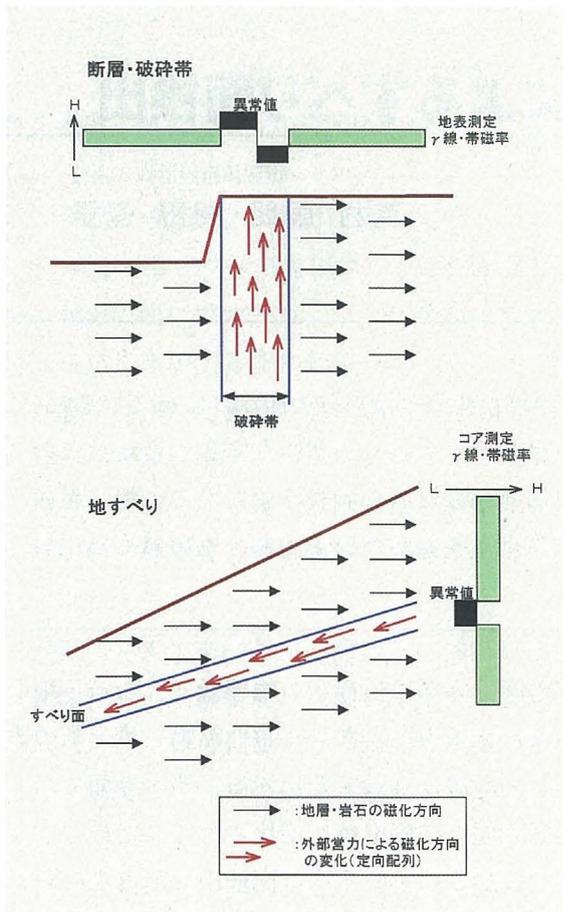


図-1 γ 線・帯磁率測定における断層・すべり面での異常値出現予想図

和測器(株)製)を使用した。感度は 1×10^{-5} (SIユニット(体積帯磁率))で、測定範囲は $0 \sim 9.99 \times 10^{-2}$ (SIユニット)である。帯磁率の単位は、 $\times 10^{-3}$ (SIユニット)である。コア測定での計測は計測器をコアに垂直にあてて行った。測定結果図の縦軸に深度(m)、横軸に γ 線強度・帯磁率の測定値を示した。

3. コア測定結果とまとめ

3.1 三波川結晶片岩類地域の地すべり

調査地は和歌山市の三波川結晶片岩類(泥質片岩主体)が分布する地域で、切土によって初生地すべりが発生したのり面である。のり面内の地すべりブロックに調査ボーリング(掘削長:15m~20m)を実施し、地すべりの頭部・中央部・末端部に計3本の孔内傾斜計を設置した。泥質片岩の風化状況は、GL-4m以浅はN値<10で変質強風化しており、GL-7m~9m以深は貫入不能

で軟岩となる。孔内傾斜計観測は平成2年より始め、平成6年2月に変位が累積し計測が不可能となったため、新たに観測孔を近傍に掘削した。コア γ 線測定は、再掘削したオールコア試料で行なった。コア γ 線測定結果と孔内傾斜計観測結果を図-2に示す。泥質片岩(一部砂質片岩)の γ 線強度は、締めり具合(N値)にほとんど関係なく $12 \sim 14 \mu R/h$ の値を示し、深度が増すにつれて低くなる傾向が認められる。地すべり頭部で実施したBor.Aでは、孔内傾斜計観測結果よりGL-6m~7m間にすべり面が存在し、コア γ 線測定結果ではGL-6.2mに相対的に高い γ 線強度が検出され、この地点がすべり面と考えられる。地すべり中央部で実施したBor.Bでは、孔内傾斜計観測結果よりGL-12m~13m間にすべり面が存在し、コア γ 線測定結果ではGL-12.2mに相対的に高い γ 線強度が検出され、この地点がすべり面と考えられる。

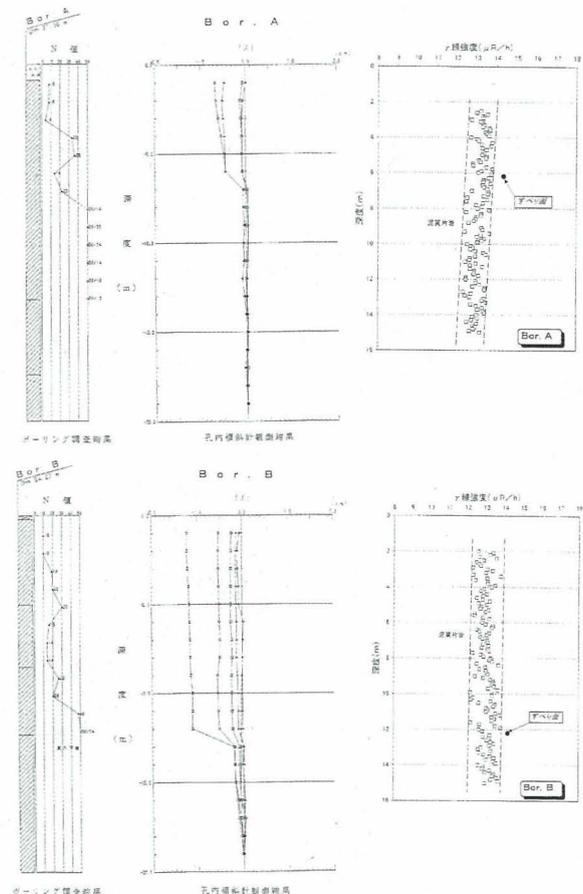


図-2 コア γ 線測定結果及び孔内傾斜計観測結果(三波川結晶片岩類)

3.2 大阪層群礫層の地すべり

分布する地質は、第四紀の堆積岩である大阪層群である。大阪層群は、下位より砂層・粘土層(腐植土を含む)・礫層が分布している。2段目のり面中位まで認められる粘土層はほぼ水平に分布し、その上位の礫層の最大層厚は約16mである。地すべりは、道路建設に伴う切土のり面の施行中に発生した。地すべり土塊は礫層で、すべり面は粘土層(砂層を挟在)と礫層との境界付近である。地すべり末端部はのり面2段目に位置し、すべり面がのり面内に出現したためすべり面付近の断面(垂直高1m)において γ 線強度と帯磁率を測定した。 γ 線測定と帯磁率測定の結果を図-3に示す。GL-0.0~0.22mは茶褐色の礫層で γ 線強度は1.20~1.22nSv、帯磁率は0.09~0.27である。GL-0.22~-0.45m及びGL-0.55~-1.00mは褐灰色の礫混じり粘性土で γ 線強度は1.13~1.17nSv、帯磁率は0.09~0.17である。すべり面であるGL-0.45~-0.55mは、灰色の礫混じり粘性土でGL-0.50mに異常値が検出された。 γ 線強度は相対的に高く1.19nSv、帯磁率は相対的に低い0.05である。

3.3 崖錐堆積物の斜面崩壊

分布する基盤岩は、中生代の花崗岩類である。花崗岩の上位には崖錐堆積物が分布し、層厚は4m~5m程度である。斜面上に凸状に堆積している崖錐堆積物の斜面勾配は約30°で、その幅は約10mである。崖錐が堆積している斜面の山脚部には高さ12mの石積み擁壁が施してあるが、擁壁の変状は認められない。崖錐堆積物は礫混じり砂から構成され、N値は2~5で締まりが悪い未固結の堆積物である。Bor.Cは、斜面上に凸状に堆積している区域の中央部で実施し、崖錐堆積物4mをオールコアで採取した。コア γ 線結果よりGL-2.1mで γ 線強度分布範囲が異なるため、崖錐堆積物の上位を崩積土とし、下位をまさ土と記載した。コア γ 線測定とコア帯磁率測定結果を図-4に示す。GL-0.0~-2.1mは茶褐色の崩積土で γ 線強度は0.90~0.94nSv、帯磁率は1.26~3.30である。GL-2.2~-4.0mは褐灰色のまさ土で γ 線強度は0.85~0.89nSv、帯磁率は1.49~2.14である。GL-1.2mにおいてコア γ 線測定では相対的に低い γ 線強度0.87nSvが検出され、コア帯磁率測定でも相対的に低い帯磁率1.06が検出されることから、この地点が

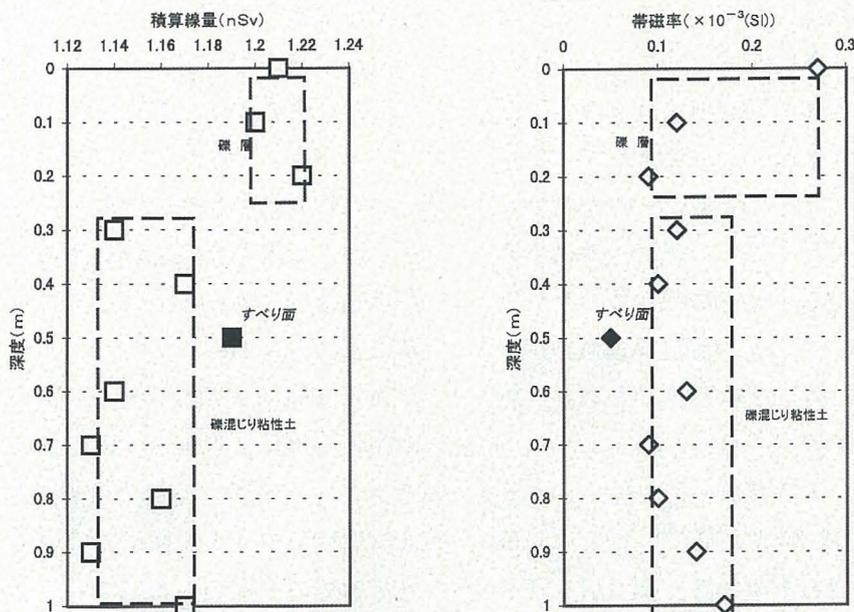


図-3 地すべり末端部での γ 線・帯磁率測定結果(第四紀 大阪層群)

すべり面と考えられる。

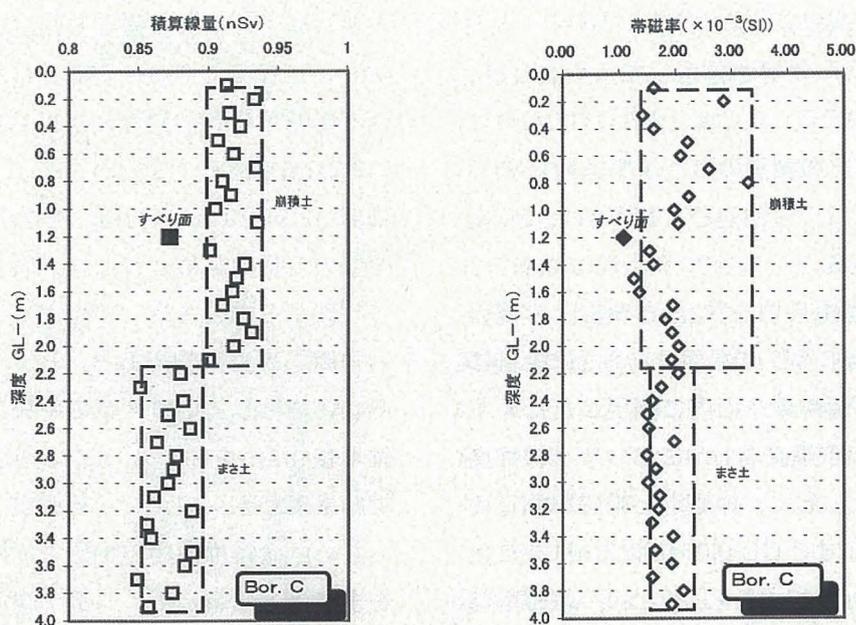


図-4 コア γ 線・帯磁率測定結果（崖錐堆積物）

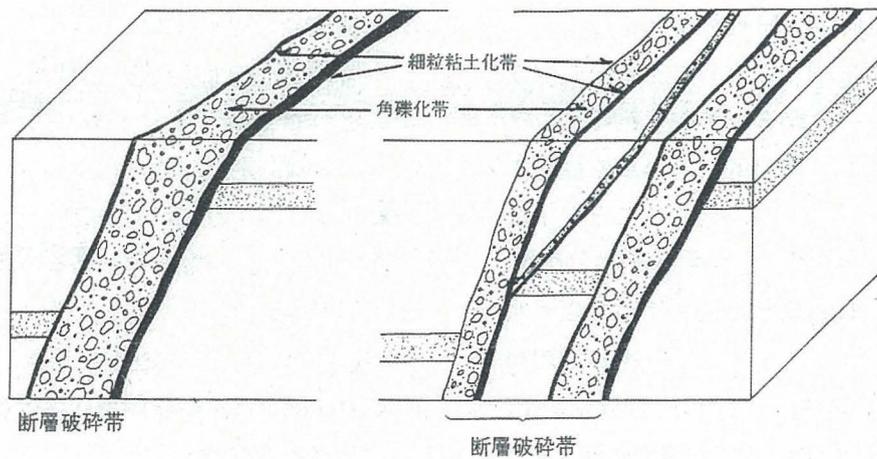
4. 考察

すべり面と考えられる γ 線異常値出現区間は地震地表断層の測定結果と同じく10cm程度であり、すべりで地盤が破碎された箇所(地すべり面)のみに出現することが明らかになった。すべり粘土を有しない土砂状の風化岩や崖錐堆積物での目視によるすべり面確認は困難であったが、コア γ 線・帯磁率測定を実施することによりすべり面が検出できた。すべり面とした箇所の γ 線強度は、地層自体の固有値より相対的に高い場合(3.1, 3.2の場合で、正の異常と称す)と低い場合(3.3の場合で、負の異常と称す)が認められるが、すべり面付近のコア形状に相違は認められず、すべりによる二次生成物(地すべり粘土等)も認められない。この γ 線強度異常値の出現状況は断層破碎帯と同じで形態(開口亀裂帯、粘土帯等)に依存しない²⁾。

従来の γ 線測定による断層破碎帯検出の考え方は、「活断層周辺に形成されている大小の破碎面から遊離し、岩石中の空隙、割れ目を通じて拡散して地表に達したラドンの娘核種(崩壊によりつくられた核種)の出す、周辺より相対的に

高い γ 線を測定することによって、断層の位置や方向などを求める」(この解釈を“ガスの解釈”と称す)とされている³⁾。また、単純化した断層破碎帯の概念図(図-5)⁴⁾から想像して、断層破碎帯では、断層角レキの発達によれば、そこはU(ウラン、 ^{238}U)の溶脱の場になり(負の異常)、断層ガウジの発達によれば、そこはUの集積の場になる(正の異常)。これは、水理学的には、断層破碎帯が地下水の流動経路になっている場合と遮蔽帯になっている場合に対応する⁵⁾。

以上のパラダイムから、放射能探査は埋没断層の有無と存在状態の把握ができると言われてきたが、現場からは①放射能強度の極大が地質断層と数m～数10mずれることが多い、②他の断層ガス(Rn, He, CO₂, H₂)とのピークが一致しない、③断層上の放射能強度増大がみられず、周囲の平均値より小さく検出される等の疑問が出されている⁶⁾。近年では「放射能探査では、放射性核種の分布を検出しているものであり、断層そのものを探査していないことに注意する必要がある。」との見解が出され、放射能探査は地盤の物理的な性質を測定(物理探査)している



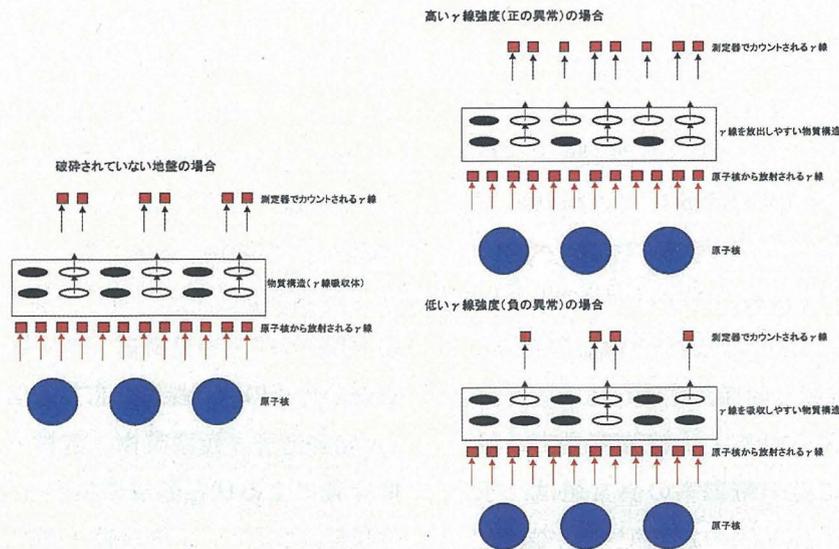
図一5 破碎帯を伴う断層の概念図

のではなく、化学的な性質を測定（地化学探査）しているとされている⁵⁾。

今回報告した測定結果は、大阪層群礫層地すべりを除いてはコア箱に納められた径7cmのコアを対象にしたものであるため、計測しているものはコアからの γ 線強度であり、他からの供給はない閉じた系である。このような測定状況下で、従来の“ガスの解釈”から推定される「割れ目を通じてラドンが供給される高 γ 線強度異常値」は想定しがたいが、コア γ 線強度異常値は断層破碎帯と同様に正の異常と負の異常が認められる。3.2と3.3の事例より、 γ 線強度は地層自体の固有値を有することに留意して帯磁率を対応させると、 γ 線強度と同様に地層自体の固有値を有すると考えられる。帯磁率は方向に

依存する物理量で、岩石・地層の単位体積中に含まれる磁性鉱物の量とその幾何学的配置によって変化する。3.2と3.3のすべり面付近の層相変化が認められないことから、すべり面での γ 線強度異常と対応する相対的に低い帯磁率の異常値は、すべりによって磁性鉱物の定向配列ができたことが原因と考えられる。

放射能探査で計測している γ 線は、原子核の中から放出される電磁波(光子)である。 γ 線が物質の中を進むとき、おもに光電効果、コンプトン効果、電子対生成が起こって吸収されたり散乱されたりする。物質に入射した光子がある厚さを通る場合は、光子がその中で遭遇する原子あるいは電子の数によって光子が減少する割合が異なってくる。前記のようにすべりによ



図一6 物質構造の変化に伴う γ 線強度異常の生成モデル

て物質(鉱物)の幾何学的配置が変化すると、原子あるいは電子の配列も変化し、 γ 線を吸収する機構(微細構造)が異なると考えられる。コア γ 線測定で認められる相対的に高い異常値(正の異常)は、物質の配列が変化することで γ 線が吸収されにくい状態(放出しやすい状態)となり、逆に低い異常値(負の異常)は γ 線が吸収されやすい状態に変化することによって生じた現象と考えられる(図-6)。このような観点から「 γ 線強度異常値がすべり面(地盤破碎箇所)のみに生じる」という現象を捉えたと、放射能探査は地盤の破断面(地すべり面、断層)そのものを探査している物理探査と考えられ、従来のパラダイムから想像されてきた間接的探査ではない。しかし、直接的探査(物理探査)として放射能探査を実施する場合には、計測方法(全計数法、スペクトル法)の選択よりも分布地質をあまり考慮しない他の物理探査(弾性波探査、電気探査)と同様な測定方法(測線設定場所、測点間隔等)を根本から見直し、調査目的に応じた測定条件規制(測定場所、測点間隔、分布地質の把握等)を設けなければならない⁷⁾。

5. まとめ

ボーリングコアを利用し、断層や変質帯の調査手法である放射能探査(γ 線測定)と帯磁率測定を地すべりブロック内のすべり面や未固結の堆積層内に存在する地すべり面検出に適用させた。以下に得られた知見を要約する。

- 1) コア γ 線測定結果より、すべり面と考えられる γ 線異常値出現区間は地震地表断層の測定結果と同じく10cm程度であり、すべりで地盤が破碎された箇所(地すべり面)のみに出現することが明らかになった。
- 2) 帯磁率は γ 線強度と同様に地層自体の固有値を有すると考えられる。 γ 線強度異常と対応する相対的に低い帯磁率の異常値は、すべりによって磁性鉱物の定向配列ができたことが原因と考えられる。すべり面での γ

線強度値と帯磁率値を対比させることによって、すべり面検出の精度をさらに高めることができる。

- 3) コア γ 線測定で認められる相対的に高い異常値(正の異常)及び低い異常値(負の異常)は、すべりによって物質(原子あるいは電子)の幾何学的配置が変化し、 γ 線を吸収する機構(微細構造)が異なった結果生じた現象と考えられる。
- 4) 放射能探査は、断層調査における20世紀のパラダイム(^{238}U の溶脱と集積)から想像された間接的地化学探査ではなく、破碎現象(地すべり面、断層)そのものを探査している直接的な物理探査と考えられる。直接的な物理探査として放射能探査を実施する場合には、測定条件規制(測定場所、測点間隔、分布地質の把握等)を設けなければならない。
- 5) コア γ ・帯磁率測定は、特にすべり粘土を有しない土砂状の風化岩や崖錐堆積物において、目視によるすべり面確認が困難である場合に有効である。

引用文献

- 1) 吉村辰朗(1992): 活断層調査のための γ 線測定方法, 活断層研究, Vol.10, pp.73~83.
- 2) 吉村辰朗・松木宏彰(1994): γ 線測定で観る断層破碎帯一本質の問題と今後の課題一, 土と基礎, Vol.42, No.5, pp.41~46.
- 3) 岩の調査と試験編集委員会(1989): 岩の調査と試験, 地盤工学会, pp.192~195.
- 4) 金折祐司(1993): 甦る断層, 近未来社, pp.71.
- 5) 二平聡・今泉眞之(1999): 放射能探査法の測定原理と調査事例, 農業土木学会誌, Vol.67, No.11, pp.33~40.
- 6) 伊藤芳郎・楠見晴重・竹内篤雄(1998): 斜面調査のための物理探査, 吉井書店, pp.171~212.
- 7) 間野道子・延原英樹・吉村辰朗(1999): 放射能探査による伏在断層の検出は可能かー測定条件規制についてー, 全地連「技術フォーラム '99」松山講演集, pp.161~162.

韓国で実施した地盤調査業務の報告

丸栄調査設計株式会社

川口 保・津呂 剛

1. はじめに

2002年に行われたサッカーワールドカップの日韓共同開催を発端に、日韓の文化交流が盛んになり、映画やテレビドラマでは日本の作品が韓国で、韓国の作品が日本で放映されるようになってきた。また2004年には韓国内で禁止されていた、日本の大衆歌謡が59年ぶりに全面解禁となった。

NHKで放送された韓国テレビドラマ「冬のソナタ」は、日本国内で爆発的な人気を呼び、「冬ソナ」旋風を巻き起こした。「冬のソナタ」のロケ地を訪れるツアーや、冬ソナグッズも発売され、ドラマの出演者が次々と来日し、日本のファンから熱烈な歓迎を受けた。

このように、かつては「近くて遠い国」とよばれた韓国との融和が進んでいますが、地質調査業界においては、一番距離が近い国「韓国」との交流は少ないと感じます。そんな中、我が社では韓国において地盤調査業務を受注することができました。現地で体験した韓国の地盤調査業務について報告致します。

2. 初めての韓国業務の概要

初めての韓国での業務地は、朝鮮半島の先端に位置する「釜山」であった。釜山市は人口400万人超の、首都ソウルに次ぐ韓国第2の都市である。「ソウル」が日本の「東京」とするならば、「釜山」はさしずめ「大阪」といった感じの街で、ソウルのような清廉さはないが非常に活気を感じられる街である。

釜山を流れる大河、洛東江は市街地の上流約20kmで2つに分かれ、南海（日本海）へ注ぐ。

この2つの川に挟まれた中州の沖に、広大な埋立地があり、その1角に住宅団地が計画されていた。

今回の業務は、この住宅地に建設予定の高層アパートの基礎地盤調査であった。発注は韓国の大手建設会社で、業務内容は、ボーリング調査33箇所、掘進総延長は約2,000m。

その他、原位置試験、室内試験、液状化判定等で現地滞在は約2ヶ月であった。

3. 日韓の調査方法の違い

今回の業務の調査計画は、発注者である建設会社と我が社、それに日本の協力会社とで行った。従来の韓国での方法を踏襲しつつ、耐震検討などは日本の手法を取り入れた形とした。現地で調査を実施する中で特に印象に残った点を列挙する。

①調査・試験方法はアメリカを基準としている
土質試験法、土質分類等は、ASTMを基準としている。そのためデータシートも、現場名、試験者以外はすべて英語である。英語がすべてだとは思わないが、日本の学会に問い合わせたところ、英語のデータシート、試験基準はほとんどなかった。ISOが言われるようになって久しいが、日本でも英語のデータシートに移行していくほうがよいのでは？

②原位置試験を重視する

日本では、軟弱粘性土に対して原位置ベーン試験を実施することはあまりないと思うが、韓国ではアメリカの影響があるのか、現位置ベーン試験や、電気式コーン貫入試験等を多く実施する。その分、サンプリング技術が日本ほど高

くないが。

今回の現場では軟弱粘性土層が約30mと厚いため、コーン貫入試験や、原位置ベーン試験から、きれいな強度増加を確認することができた。ベーン試験は手軽なため日本でも利用を検討してみてもよいのでは。

③耐震検討は日本の基準

ご存知の通り日本は世界でも有数の「地震国」である。しかしお隣韓国ではほとんど地震は発生しない。そのため韓国では近年まで、耐震検討をほとんど実施してなかったようだ。最近では日本の「液状化判定」や「地震応答解析」を参考に実施しつつあるようだ。

④土質試験室には日本の基準書がある

前述のように韓国ではASTMに準じた基準が普及しており、当然日本のJISやJGSの基準はない。しかし土質調査会社には、日本に留学経験をもった方がいることも多く、日本の試験基準を意識していることも確かである。我々が訪問した土質試験室やコンサルタントのすべてで、日本の地盤工学会の「土質試験の方法と解説」を目にした。また日本の「道路構造令」や「港湾基準」、「土木学会誌」や「建設雑誌」等見覚えのある本が本棚には備えてあった。

⑤社内に外国語が話せる人がいる

我々がお会いした建設会社や設計・調査コンサルタントの方、特に課長クラス以上の方は、

たいてい外国語（英語や日本語が多い）を話したり、読んだり出来るのには驚いた。耳の痛い話ではあるが、我々も技術者を名乗るからには、英語か何かの外国語を少しは話せる必要があると痛感した。

4. 韓国の人々の性格

韓国人と日本人の性格について、よく冗談交じりに言ったのは「韓国人はよく言えば大らか、悪く言えば大ざっぱ、日本人はよく言えば繊細、悪く言えば神経質」ということである。韓国人の生活のいたる所に、日本人には考えられないような「大らかさ」や「活気」が見受けられる。

街の歩道には屋台があふれ、また果物や靴、雑貨などを歩道いっぱい広げて売っている。中には車道に停車した車から歩道のほうへテントを張出し、机や椅子をおいて食べ物を売っている店もあった。また交通の往来の少ない箇所ではあったが、数十メートルの長さにわたり「なめし皮」や「靱殻」を道に広げて干しているところもあった。これらは日本であればすぐに苦情がきてしまうのではないかと、と他人事ながら心配になったくらいである。

地盤調査においてもこの「大らかさ」が発揮された。日本であればボーリング調査地点が道路の場合、その地区の自治会に挨拶に行ったり、地区に回覧を回したりする。民地であれば、当



写真-1 ボーリング調査状況

然地権者の了解を得てから調査を実施する。現地調査よりも事前の地権者や住民の方の調整のほうが大変な場合も多々ある。しかし韓国では、あまりこのようなことはしないようである。別の業務のことであるが、個人の畑でボーリング調査をする際に無断で行い、苦情が来なければそのまま終了し、何事もなかったかのように片付けて帰ってしまった。仮に苦情が来ても、「明日には終わるから」とかなんとか言って、成し遂げてしまったこともあった。確かに公共事業ではあったが、なすすべのない我々は「何事もないように」と調査が終了するまで念じていたりもした。

韓国では構造物の基礎は、「岩着」が原則であったため、岩盤に到達するまでの調査結果をあまり重視しない。従来では、標準貫入試験も1.5mピッチで実施されていた（最近では1.0mピッチになりつつあるようだが）。土質試料をサンプルビンやコア箱に収める意識も低く、我々が何回もお願いして試験用の試料をビニール袋等に確保した。「砂」や「粘土」「中間土」といった判定が、あいまいになるのは必然で、日本の地盤調査の精度の高さを認識した。

5. 韓国での生活

韓国には、大型のスーパーマーケットや、ホ

ームセンターが少ない。釜山にはスーパーマーケットはあるのだが、日本の都市部のように多くはなく、ホームセンターは見当たらなかった。その分、小規模な専門店が繁盛しており、場所によっては細い路地の奥にも個人商店が軒を並べており、街全体に活気が感じられた。日本のようにホームセンターがあれば、文具から工具、家庭用品、電気器具等多数のものが揃うが、韓国では必要なものを買う際には、町中の専門店を探し回った。例えばホース類が必要であれば「配管屋」、ねじが必要であれば「ねじ屋」など。

長期の海外生活で楽しみでもあり、悩みでもあるもの1つは「食事」である。渡航前は「2ヶ月もいたら日本食が恋しくなるだろう」と不安であったが、その不安はすぐに解消された。現地で車の運転などいろいろな世話を頂いた金氏が、我々を日替わりでさまざまな料理に案内してくれた。そのため我々は夕方になると本日の夕食が楽しみであった。韓国では、会社の同僚、友人仲間等で外食を頻繁に行っているようで、専門店が路地の奥にも連ねていた。

韓国料理の一番の特徴は、「キムチ」に代表されるように「辛い」ことであると思われがちである。しかし日本同様主食を「米」としていて、味もほとんど同じである。確かに辛い料理もたくさんあるが、もちろん辛いものもある。味



写真一2 原位置ベーン試験状況

付けをする調味料が、唐辛子、にんにく、みそ等を主としているため、日本のように「塩辛さ」や「油濃さ」は感じなかった。

もう1つの特徴は、「釜山」では海が近く大きな港もあるため、魚介類が新鮮であること。「さしみ」や「海鮮なべ」の専門店には「いけす」があり、「生き造り」にしてくれる店がほとんどであった。韓国の専門店には、日本では目にすることがないいろいろな料理があり、数多くの料理を案内して頂いた。日本でもおなじみの「カルビ」「ビビンパ」「冷麺」のほか「サムゲタン」「韓定食」「あんこう」「ふぐ」「うなぎ」「あなご」「なまず」「あひる」「いぬ」…など。

6. おわりに

世界中で2つの国の間で旅行、ビジネスにおいて、人が往来する数が一番多いのは、「韓国」と「日本」であると聞いたことがある。韓国にいくと、日本と韓国の過去の歴史に触れることが時々ある。韓国人の心の奥底にある日本人に対する感情ははかり知れないが、我々が接した方々は我々を歓迎してくれ、また大変世話になった。

韓国には「儒教の教え」が残っていて、目上・年上に対する礼儀は徹底している。路線バスや地下鉄で、若者が老人に席を譲ることは日常茶飯事である。「よその子供」を周囲の目もはばからずに、大声で注意している「大人」に出くわすことも多々あった。我々にはなかなかまねできることではないが。また契約に関しても「シビア」であり、受注契約をあいまいにしていると、日本人では痛い目にあうこともあり得る。

韓国には、近年の日本から失われかけていた「礼儀」「規律」「情熱」が残っていることも事実であろう。もちろん韓国でも変化はしているようではあるが。

以上我々が韓国内で実施した業務について、概況や感想を述べさせて頂いた。日本国内の建設業も、「変化」を余儀なくされている時代に入っている。地盤状況や気候、風土といったも

のは、距離が近い国ほど共通点も多いことであろう。大衆文化のみならず、我々の業界においても「お隣の国」韓国に目を向けてみてはいかがでしょうか。

浅層反射法を適用した 地すべり地の地下構造調査

技術論文

明治コンサルタント株式会社 名古屋支店

深沢 晋治

1. はじめに

地すべり地の地下構造調査では、一般に地表踏査と調査ボーリング及び物理探査が行われている。このうち、物理探査では、主に弾性波探査（屈折法）と電気探査が目的によって単独に又は併用して実施される。

弾性波探査は適用限界を理解して行えば、作業性や経済性からも優れた探査法の一つであるが、適用限界を超えた利用がなされると誤った結果を与えるものである。例えば、速度逆転層や低速挟み層などが存在すると、解析結果の信頼性が低くなる。このような地域での地下構造探査には、浅層反射法が有効と考えられる。

今回、地下に速度逆転層が存在することが明らかになった地すべり地において浅層反射法を適用したので、その手法と結果について報告する。地すべり地における浅層反射法の実施例は少ないと思われるので、地形が起伏に富み、表層速度分布の複雑な山地における適用性についても検討する。

なお、今回報告する浅層反射法は、林野庁が「三次元的地下水探査の高度化手法調査の開発」をテーマに”杉の平地すべり”において比抵抗法二次元探査と併用して行ったものである。

2. 地すべりの概要^{1) 2)}

杉の平地すべりは図-1に示すように、新潟県糸魚川市が長野県小谷村と接する箇所であって、姫川の支流に面した標高830~900mの西向き斜面に位置する。調査地の東には、糸魚川-静岡構造線断層帯がほぼ南北に走っている。

調査地の地質は、調査ボーリングや地表踏査



図-1 調査地（姫川地区）の位置

によって、中生代ジュラ紀の浅海性堆積物である来馬層の砂岩・泥岩互層が基盤となり、これを氷成堆積物と考えられる最大厚さ30m程度の角礫層が不整合に覆う。これに断層によって衝上したと推定される葉片状蛇紋岩が押し覆さり、さらにこれらを新期更新統の火砕流堆積物が覆う複雑な構造を示している。

地すべり地の状況は写真-1に示すが、45~50°の斜面と10~15°の緩斜面の境界に発生しており、幅150~300m、奥行き150~250mのA・B・Cの3つのブロックに区分される。Aブロックの地すべり土塊は主に蛇紋岩で、す



写真-1 杉の平地すべりの全景

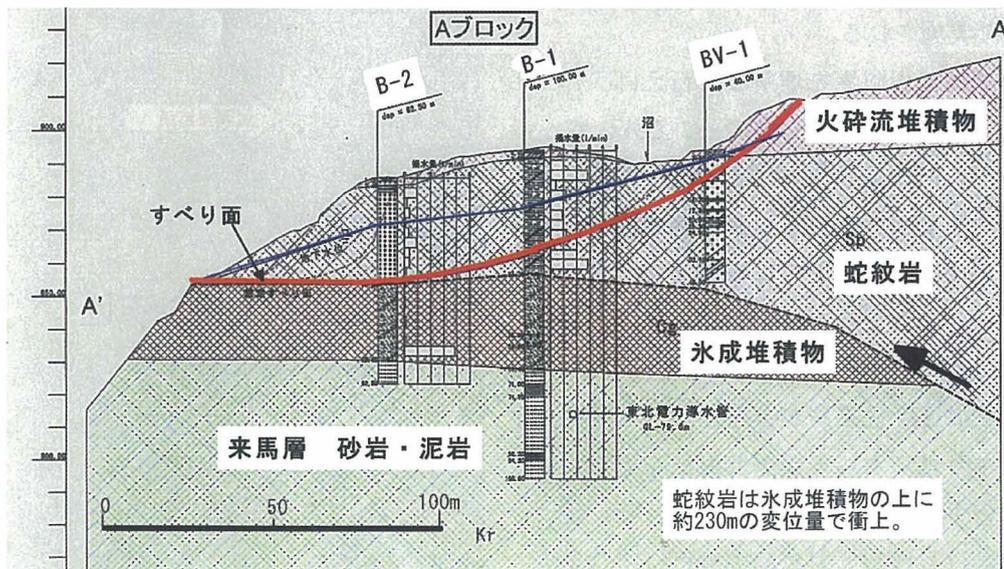


図-2 AブロックのA-A' 測線の地質断面図 (縦:横=1:1)

べり面深さは最大35m、BとCブロックでは火砕流堆積物が主な地すべり土塊になり、すべり面深さは約15mである。Aブロックの地質断面図を図-2に示す。地すべりの変動は平成13年と14年の観測結果より、Aブロックが最も顕著に現れ、蛇紋岩の下面でパイプ歪計に累積変位が現れている。3月から5月下旬の融雪期に地下水水位が上昇し、活動が活発化する傾向がある。なお、地すべりや地質構造の詳細は、文献1)と2)を参照されたい。

3. 浅層反射法の実施方法

3.1 探査原理

杉の平地すべり地では、蛇紋岩と砂岩泥岩互

層に挟まれた氷成堆積物が低速挟み層となる可能性が高く、また低角度の断層が伏在することが想定されており、弾性波探査よりも浅層反射法の適用が有利とみて浅層反射法を実施した。

反射法は、地表あるいは地表付近で弾性波を人工的に発生させ、地下の物性の異なる境界面から反射して地表に戻ってくる反射波を観測・解析して、反射深度断面を作成する手法である(図-3参照)。地下の物性とは、「弾性波速度×地盤密度」で表され、この差が大きい境界面ほど明瞭な反射波を生ずる。地盤密度の変化は小さいので、物性の変化は概ね弾性波速度の変化を反映することになる。

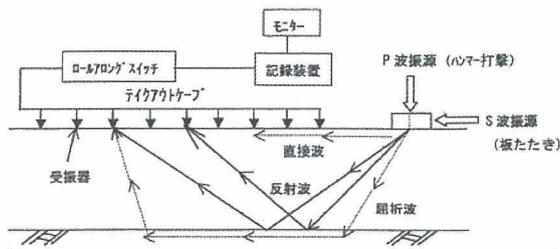


図-3 浅層反射法概念³⁾

3.2 観測計画

浅層反射法で精度の高い反射断面を得るには、高周波の波を発生させる振源に加えてSN比向上を図る必要がある。今回の振源には起振エネルギーが比較的大きく、人力運搬のできるドロップヒッターを用いた。観測におけるSN比向上では、同時受振点数を120chと多くすると共に、受振器間隔と起振点間隔を作業効率も考慮してそれぞれ2mと4mとし、CMP重合数が多くなるようにした。

また、平地部の堆積構造と異なり、地すべり地では表層部の速度変化が複雑なため、この速度を正確に求めることで表層（風化層）補正の精度が高まる。このため、反射波測定と同時に得られる初動の屈折波を利用して、弾性波探査トモグラフィ法（屈折波の伝播をトモグラフィ的手法で解析して速度分布を求める）を行い、表層速度分布を詳細に求めた。

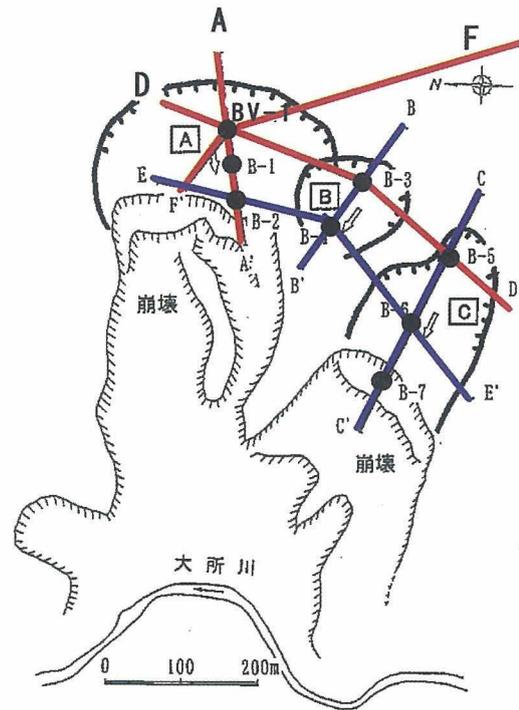
浅層反射法の測線は図-4に示すように、地形起伏がなるべく少ないA測線（180m）・D測線（540m）・F測線（510m）とし、B・C・E測線は地形起伏が大きかったため実施しなかった。

浅層反射法的主要な測定仕様を表-1に示す。垂直重合数やフィルターの通過帯域等については、現地での試験測定により決定した。

3.3 データ処理及び解析の方法

図-5に示すような通常の二次元反射法処理を行い、処理には反射法探査データ処理ソフト「ProMAX」を使用した。

ここで、SN比向上のための処理では、特に深度50~60m程度までを精度良く解析する必要から、表層付近の重複反射波や表面波などのノ



● : 調査ポイント
 反射法測線 地質断面線
 A : 地すべりブロック

図-4 測線配置図

表-1 浅層反射法の測定仕様

探 鋳 機	StrataView R60, 周波数 2~14,000Hz
受 振 器	L-40A-2, 上下動速度型, 周波数100Hz
受振器設置	1個 / 1測点
振 源	ドロップヒッター(重錘重量50kg)
弾性波種別	P波
垂直重合数	10回程度 / 1測点
受振点間隔	2m
発振点間隔	4m
展開方法	片側60chのスプリット展開
CMP重合数	標準30重合
フィルター	ローカット, ハイカット, ノッチ
同時受振ch数	120チャンネル
記 録 長	0.5秒
サンプリング間隔	0.5ミリ秒

イズ低減を図るためにフィルター処理を慎重に行った。

4. 浅層反射法の結果

4.1 全体的な記録状況

A測線およびD測線は、F測線より相対的に記録の質が良くなかった。図示していないが、ショット記録（1起振点における各受振点の生の波動記録）をみると、A・D測線の波動は距離減衰がF測線より著しく、周波数がやや低い。

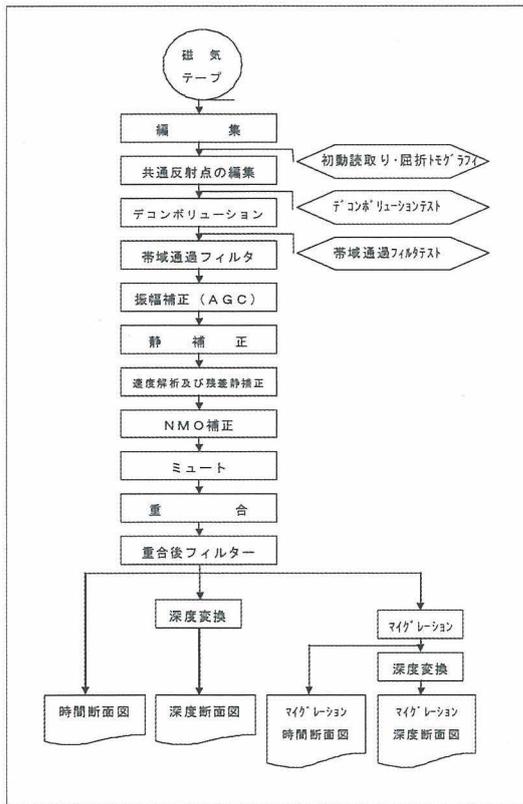


図-5 反射法データ処理のフロー

界は明瞭ではない。これは両者の物性が類似していることも考えられる。標高850m以深の反射面は連続性不良だが、B-1との対比で標高850m付近は角礫層上面に、標高830m付近は砂岩・泥岩層の上面に対応するとみられる。

測線の起点側20m間は、水平重合の少なさによる不明瞭で、終点側30m間の右上がり現象はマイグレーション処理による歪である。他の測線の両端部の現象も同様である。

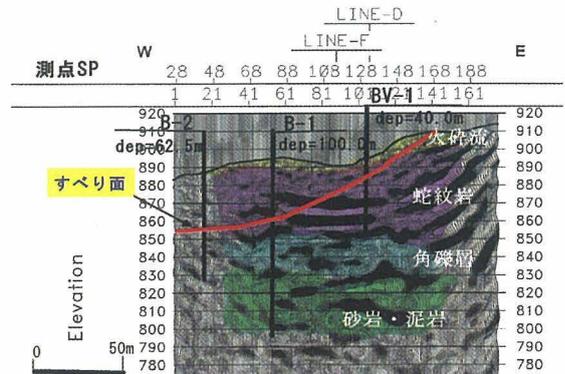


図-6 A測線反射深度断面図 (縦:横=1:1)

このため、深度断面図において特にD測線の反射面の中はF測線よりやや広く、反射面がシャープではない。このような理由として、次のようなことが考えられる。

① A・D測線とも伐開した測線であり、地表付近の地盤が緩いため起振エネルギーの減衰が大きく、高周波成分の減衰も著しかった。

② 表土層・ガレ場・沼地等では受振器と大地との密着が悪く、シャープな波動記録が得られにくかった。

他方、F測線の記録が比較的良好なのは、林道沿いで地盤が締まっていたためと思われる。

4.2 各測線の地質解釈

(1)A測線

図-6に地質解釈を入れた反射深度断面図を示す。地質境界はボーリング調査などによる結果を参考に描いている。

蛇紋岩内に2条の強い反射面があり、これより上位には明瞭な反射面がなく不均質な状況と推定され、すべり層の可能性はある。地表付近の反射面は微弱で、火砕流堆積物と蛇紋岩の境

(2)D測線

図-7に地質解釈を入れた反射深度断面図を示す。地質境界はボーリング調査などによる結果を参考に描いている。

全体に4~5枚程度の明瞭な反射面が存在する。最上位の反射面は振幅は小さいがやや連続性があり、蛇紋岩の上面に対比される。これと地表との間に明瞭な反射面はなく、不均質な火砕流堆積物の分布域と思われる。

蛇紋岩より下位はボーリング結果と照合すると、角礫層の上面及び砂岩・泥岩層の上面に対比できる反射面がみられる。測線中央部より起点側には反射面の不連続から、3条の断層を推定した。特に断層F2は、地表踏査で想定した断層位置に現れている。SP340~SP400間は鉛直性の不明瞭な反射波となり、地質的な異常帯と考えられ、断層F4・F5と関連して蛇紋岩がへい入してきた可能性がある。

(3)F測線

F測線のボーリングはBV-1の1孔であり、地質解釈を入れた図-8と図-9の反射深度断面図

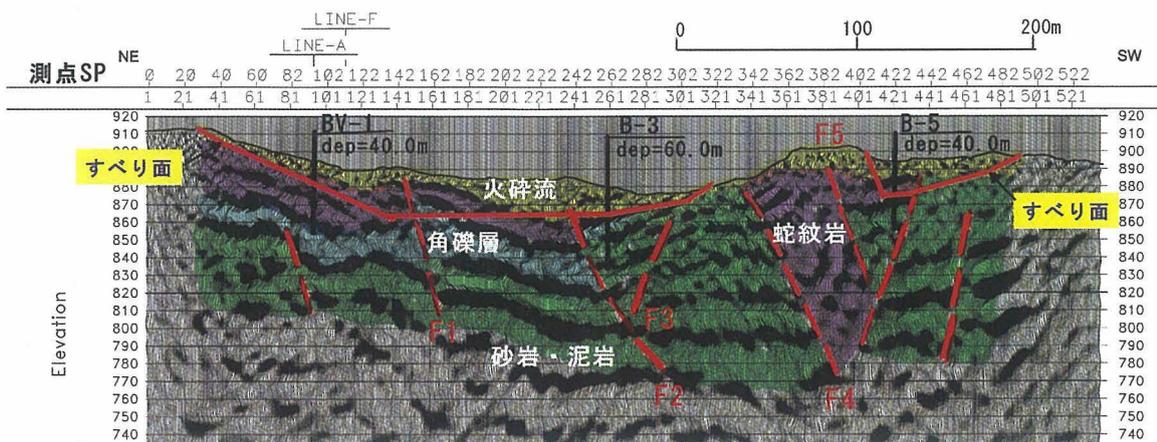


図-7 D測線反射深度断面図 (縦:横=1:1)

の大部分は推定した地質分布である。

A測線及びD測線に比べ、反射波が明瞭である。SP180付近を頂点とした凸状の強振幅の反射波が目立ち、その両側にも傾斜する明瞭な反射面が認められる。同様にSP340付近にも緩やかに盛り上がる反射面が見られる。

表層付近の厚さ5~10m間には、微弱な反射面が細切れ状に見られ、不均質な火砕流堆積物に想定される。SP210付近より終点側は最上位の境界面より下位に比較的連続性の良い反射面が多くみられ、砂岩・泥岩層に相当すると思われる。SP180付近の凸状構造は、地質的に次の2ケースが考えられた。

- ① 来馬層の砂岩・泥岩の尾根構造 (図-8)
- ② 貫入岩体 (図-9)

貫入岩体の存在は広域の地表踏査などでも確認されていないため、反射面の凸状構造は来馬層の尾根構造の可能性がある。

なお、SP400~終点で記録が不明瞭なのは、道路盛土によって波が減衰したためである。

5. まとめと今後の課題

地すべり地で実施した浅層反射法による地下構造調査において、以下のような結果を得た。

- ボーリング結果との対比では、浅層反射法が当地区のような多少起伏のある地形においても記録の質からみて、慎重に測線設定を行えば適用可能であることを示す。
- 但し、盛土や湿地のように地表面が緩んだ箇

所の記録は良好ではない。

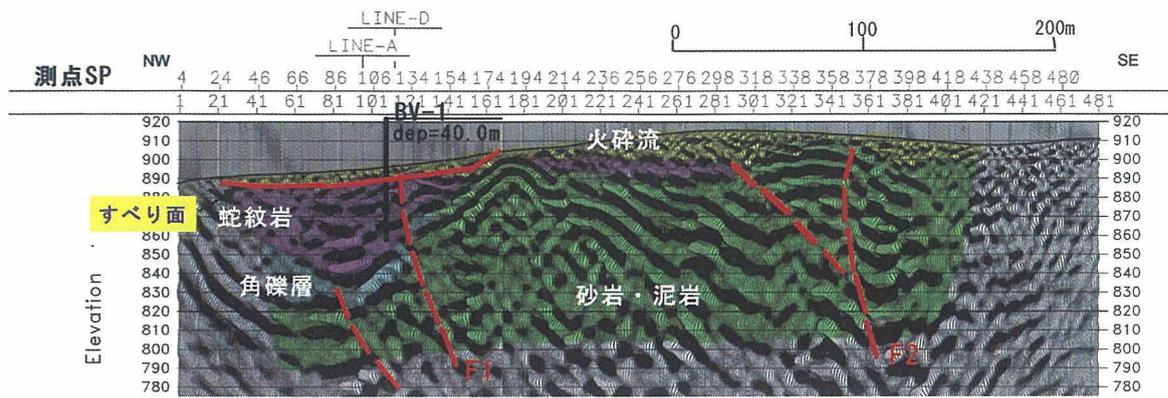
- 反射断面の地質解釈は、調査ボーリングの実施前ならばF測線のように複数の地質解釈となるが、調査ボーリングと併用すると地層境界や地質分布が推定し易くなる。
- すべり面は反射面としては検出できないが、乱されたすべり層は反射波の不明瞭や細切れの状態から推定可能と思われる。この場合、不均質な地層でも反射波は不明瞭になると想定されるので、地表踏査で地質状況を把握しておくことが極めて重要である。

今回の反射法記録は、他の地すべり地で実施した記録と比較しても良好であった。しかし、地表面の軟弱さによる高周波成分の減衰やSN比低下はどの地すべり地でも現れる現象なので、今後次のような対応が考えられる。

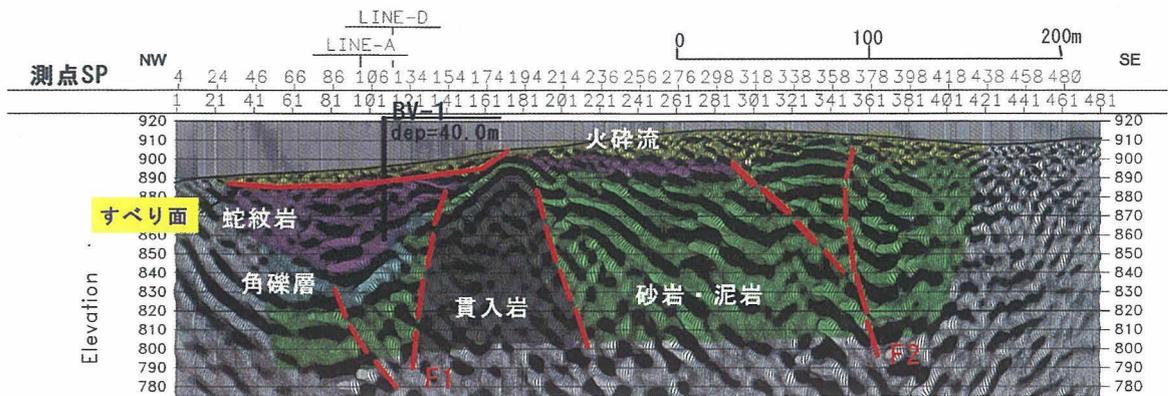
- ① 振源の起振エネルギーを増大させる。山地においては、現実的にはドロップヒッターの重合数を増加させることになる。
- ② 今回の受振器はシングル (1個/点) 設置としたが、群設置も検討する。
- ③ 水平方向の分解能を上げるために、受振器間隔や起振点間隔をさらに小さくする。

これらの効果はある程度期待できるが、現地の作業量が大幅に増大するのでサイト毎に検討することになる。

また、今回はP波を記録・解析したが、S波の方が波長が短くなって分解能が向上する³⁾。現在、人力で容易に運搬・設置できるS波用振



図一八 F測線反射深度断面図(解釈①) (縦:横=1:1)



図一九 F測線反射深度断面図(解釈②) (縦:横=1:1)

源は存在しない。さらに、従来から指摘されているように、S波は水の影響を受けないので、含水分の多い地すべり地では地質構造を詳細に把握できる可能性があり、今後検討してよい課題と思われる。

参考文献

- 1) 丸山寿隆・森孝之・内藤哲・山崎充：杉の平地すべりの発生機構(その2)：第41回日本地すべり学会研究発表会講演集，pp275-278，2002.
- 2) 村田則幸・山崎充：杉の平地すべりの発生機構(その3)：第42回日本地すべり学会研究発表会講演集，pp101-104，2003.
- 3) 物理探査学会物理探査要領作成委員会：物理探査適用の手引き(特に土木分野への利用)，pp83-90，2000.

土壌蓄熱式床暖房システム

株式会社 サーマエンジニアリング
代表取締役 福田 哲三



約46億年前に地球が誕生したのち、種々の生物が生まれてきました。長年の淘汰を経た今日の地球上には昆虫、魚、鳥、哺乳類などをはじめ多くの生物が生存しています。植物や微生物まで含めると現在知られているだけで144万種以上とも言われています。地球を直径1mの球体に例えるならば、一番高いエベレストで0.7mm程度、一番深い海底でもわずか0.9mm程度の凹凸ですから、これらすべての生物は言うなれば地球の表面に這いつくばっている微生物みたいなものです。そして生物は当然ながら地表面の温度に大きく影響を受けながら生きています。例えば生態系維持の重要な要素である気温の決定メカニズムも地表面の温度に大きく依存しています。地球を取り巻く空気の温度は地表面温度（海面も含む）によって支配されていると言っても過言ではありません。何しろ空気と言っても直径1mの地球ではわずか1mmの厚さしかありませんから、接触する地表面の温度に直接的に影響を受けるのは当然です。そして大気の外側は絶対温度零（マイナス273℃）

の宇宙へと拡がります。とにもかくにも地表面温度が創り出す適度な温熱環境が生物の命を維持しているわけです。

日本には春夏秋冬の四季があり、それぞれに気温が変化します。気温は地表面温度の影響を直接的に受けていますから、地表面温度が上昇すると気温も上昇して春から夏になり、下降すると秋から冬になります。気流の影響などで地域ごとの特徴は分かれますが、太陽からの光エネルギー吸収と地球内部の熱エネルギー、そして宇宙への放射冷却のバランスで地表面温度が決まり、さらに二次的に気温が決まって四季を演出しています。くどいようですが簡単に言えば、冬の寒さは地表面温度の低下によってもたらされ、夏の暑さは高い地表面温度が創ります。例えば中部圏の場合、真夏のアスファルト道路の表面は50℃を越えていますし、黒っぽいマンホールの上では70℃近くにも達しています。コンクリートのビルの壁も同様です。アスファルトではない草や土の上でも35～40℃前後です。そして高温の地表面に触れながら空気も温められて「夏」

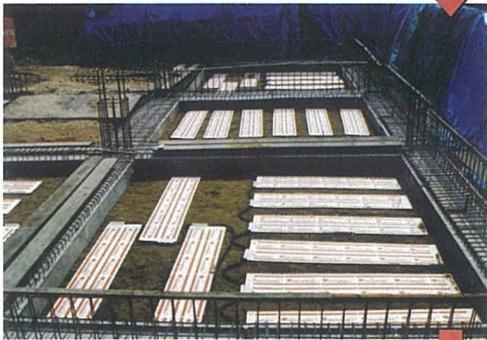
になります。冬はその逆で、太陽からの放射エネルギーの吸収よりも宇宙への放出（放射冷却）エネルギーが上回り、次第に地表面が冷えていきます。この冷めた地表面に接触して空気が絶えず冷やされ「冬」の寒さとなります。海水面よりも陸地面の方がはるかに温度は下降しますので、日本では大陸を渡ってやってくるシベリア寒気団などの影響でさらに気温は下がります。私が4年余りを過ごしたカナダのトロントでは冬はマイナス25℃近くになりました。とにかく『寒い』の一言です。「どうしてこんなに寒いのだろう？」答えは簡単、「地面が冷えているから」。では「地面を暖めたらどうなるだろう？」「家の下を暖めたら家の中はどんな感じ？」という好奇心が沸いてきます。実はこれが土壌蓄熱式暖房システムへの第一歩です。そして建物の下の地面を暖めてみることにしました。

結果は予想以上に面白いものでした。まず地面を暖めるとその上に建つ建物は寒くありません。ちょうど春のように快適です。もちろん温度を上げれば夏のようにもなるでしょう。とにかく不思議な感覚です。そしてさらに驚いたのがその蓄熱の特性です。長時間にわたって極めて安定して熱を保持してくれます。容積比熱は土質や含水率によって違いがあります（300～900 kcal/m³・℃）が、蓄熱容積そのものが大きいために全体の蓄熱容量は非常に大きくなり長時間安定して放熱を続けるのです。早くから「地中蓄熱」は①3ヶ月以上の長期間の蓄熱が可能である②低温での蓄熱に向いている③廉価である（実質ゼロ）と認識されていたようですが、まさに今日の暖房に理想的な特性を持っていました。深夜電力の活用と輻射暖房による省エネ効果に加え、最近の建築物は気密性・断熱性が高いことから、高い温度ではなく低い温度での熱供給が快適性にとって大事な要素です。低い温度での蓄熱は、そのまま低い温度での放熱につながり、暑くも寒くもない快適な室内環境を上手に創ってくれます。

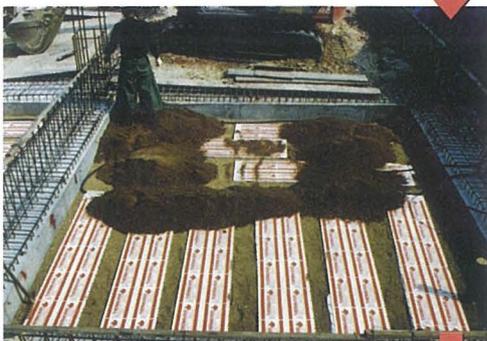
建物下の土中にヒーターを埋設して熱を与える・・・。最初はこの熱が地中内で逃げてしまわないように断熱材で密閉することをイメージしました。つまり人為的に蓄熱槽を作る考えです。しかし、大きな蓄熱容積を確保するには地中に大きな穴を掘り、断熱壁を作り、再び埋め戻すという膨大な作業と多大なコストを要してしまいます。ここで地熱の登場です。地球は絶対温度約6000Kのコアを持つ熱球です。コアの冷却はまだ始まったばかりで、まだまだ40億年以上の寿命はあるそうです。この内部熱のおかげで地中には安定した熱が存在します。先述の通り、温度が変化するのは地表面だけです。例えば露天の場合、地表から10mまでだけが太陽熱吸収と宇宙への放射冷却のバランスで温度変化します。しかし10m以上深いところではこうした熱の出入りがほとんどないので温度変化のない不易層となります。さらに露天ではなく建物の下の地中ではどうかと言いますと、太陽からの放射熱を直接受けないのと同時に、宇宙への放射冷却も露天と比べてはるかに少ないことから非常に安定していて、せいぜい深度3m程度までの表層部しか温度変化しません。名古屋にある弊社入居ビルの実測データでも、深度2～3m地点の温度は1年中ほとんど同じです。例えば平成17年1月10日現在の深度3m地点の温度は24.0℃です。真夏の昨年8月10日で23.8℃でしたし、秋の11月10日でも23.7℃と温度は安定しています。深度2mでも温度変化は1～2℃程度です。「サーマ・スラブ」では、電熱ヒーターで地中に放出された熱が地下2～3m程度の安定温度域でブロックされた形になって移動がほぼ止められ、結果的に地表面に熱溜まりができるのです。つまり垂直方向への熱移動を止めるための断熱材や壁は必要なく、地面はありのままの姿で十分なのです。唯一、水平方向への熱の移動をブロックするための断熱材を建物の外周部分に設置するだけです。これも基礎施工時に基礎外周に沿ってスタイロフォームを貼り付けるだけでOK



① 電熱パネル敷設の下地作業



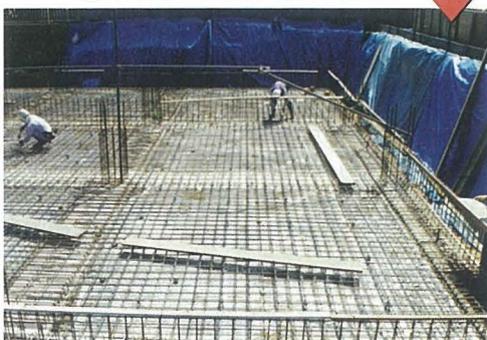
② 各パネルの結線



③ 保護砂で埋め戻しスタート



④ 碎石等で埋め戻し完了（転圧）



⑤ 防湿シート・配筋施工後にコンクリート打設

です。おかげで蓄熱槽にかけるイニシャルコストが劇的にカットできました。こうして地球の持つ自然物理の力によって、ほとんど何もしないで大容量の蓄熱層を入手できることがわかったのです。私はこれは大きな発見であると自負しています。冷め切った惑星である月などでは、たぶん火星もそうでしょうが、この内部熱を熱止めとして利用する自然蓄熱方式は不可能です。地中に発した熱は瞬く間に逸散してしまうでしょう。（もちろん水分の有無も蓄熱には大きな影響を与えます。）土と地熱と水、まさに地球の恵みです。

その後、いろいろ試行錯誤を重ねてほぼ現在の形にたどりついたのは約8年前です。埋設の深さやヒーター容量の計算などには蓄積したノウハウがありますが、施工そのものはできるだけ簡単にできるようにしました。こうして6年前から土壌蓄熱式床暖房システム「サーマ・スラブ」として本格的な販売をスタートしました。といっても最初の年には2件施工ただけでした。2年目も10数件だけでした。しかし、利用してくれた方はみなさん満足してくれました。そして冬を重ねるごとに評価が高まり、施工実績もうなぎのぼりに増加しました。北海道では旭川や帯広でも大変高い評価を受けるなか、昨年北海道電力が行なった倶知安の住宅を対象とした実験では、他のどの蓄熱式暖房よりも省エネであるとの報告が出されました。深夜電力だけで十分なことから、ここ1~2年の間で全国の電力



最初の施工案件（1998年施工 札幌・住宅）

会社から強力な販売協力を受けるようになりました。非常にありがたいことです。鈴鹿や仙台の保育園では園児が風邪をひかなかったとか、長野県の教会では膠原病の奥様が初めて元気に冬を過ごしたとか、千葉の住宅で1階だけでなく2階まで温かくしかも暖房費がとても安い、等々の感謝のお言葉をいただきました。北海道から九州まで、住宅から大型施設まで、施工実績も500件を超えました。大きいものでは暖房面積4,000m²を超えるものもあります。この4,000m²超の特別養護老人ホームを施工した戸田建設様は現在「第3回環境・設備デザイン大賞」に応募されています。名古屋市中区の弊社入居ビルは昨年1月下旬に完成しましたが、幸いにオーナーが親族であることから1階には「サーマ・スラブ」を設置することができました。地中の30ヶ所以上にセンサーを埋めて温度データを収集しています。今年も暖房シーズン中は多くの方々に見学いただきたいと思っています。地球の熱



弊社入居のヤガミビル。地中にヒーターが入っています。
(平成16年1月26日竣工)

で暖房するおもしろさを堪能できます。

「サーマ・スラブ」の面白さは深夜電力だけを利用することだけではなく、他にもいろいろあります。もちろん安価なものもお客様に喜ばれることですが、「全体輻射による24時間温度のバリアフリー」というパフォーマンスのすばらしさも大きな特長です。ちょうど「暖房付きの土地に建物が立つ」というイメージです。夜中にトイレに立っても、朝早起きしても寒くない

家はどれほど快適でしょうか。名古屋でも12月～2月までの3ヶ月は朝フトンから出るときに寒



「暖房付きの土地に立つ家」のイメージ
……24時間の全体輻射暖房

い思いをするはずです。3ヶ月と言えば1年の4分の1です。80年生きるとして20年間は朝フトンから出るたびに自分と戦うわけですから、このストレスの有無は人生の豊かさにとって非常に大きな違いとなります。もちろんヒートショックによる脳卒中や心筋梗塞などを予防してくれることも高齢者にとっては重要なことです。欧米では古くから当たり前のことですが、日本でもようやくハードのバリアフリーだけではなくこうした温熱環境のバリアフリーの大切さに気がついてきたようです。もっとも、エネルギー欠乏国の日本ですから仕方のない事だったかも知れませんが……。しかし深夜電力だけを使う「サーマ・スラブ」ではこの贅沢をエネルギー負荷を極力抑えて実現できるわけです。蓄熱材について言えば、地球にそのまま蓄熱しますから環境負荷は全くのゼロです。環境問題への意識の高まりの中、「サーマ・スラブ」が支持されるのは嬉しいことです。

話はちょっと脇道にそれますが、カナダは豊富なエネルギーに恵まれた国です。と同時に豊富な自然に恵まれた国でもあります。この国では「究極の省エネは人間が何も生産活動をしないうこと。自然をありのまま活用しながら、最小限の人工の工作物を組み合わせる知恵や工夫こそ省エネの原点である。」という精神が徹底し

ています。1980年代後半の日本がバブル絶頂の頃、日本企業がこぞってカナダの天然自然開発を提案しましたが、カナダ政府は「今必要でない資源は、今開発する理由がない。これらは将来の人たちのために残さなければならない」と申し出を断りました。経済至上主義では自然との共生は成り立たないことをよく知っています。日本の27倍という広大な土地に日本の4分の1弱のわずか3千万人しか生活していない国だからこその発想なのでしょう。とにかく人間は地上に生かされているちっぽけな小動物という感覚を生まれつき身に付けています。そして自然の恵みをうまく利用する生活に付加価値を見出しているのです。「サーマ・スラブ」も自然の大地をありのままに利用し、電熱ヒーターと深夜電力という最小限の人工の生産物を組み合わせる発想に大きな意味があります。技術はすぐに陳腐化してしましますが、知恵は永遠です。使用するエネルギー源がいずれ深夜電力から太陽光発電など他のものにも変わるかも知れませんが、建物下の地中に自然に蓄熱層を作りその熱で家を暖房するという考えは地球が熱球である限り永遠に有効だと思えます。例えば古くは約5千年前の縄文文化に見られる竪穴式住居も地中の安定熱を利用したものですし、アイヌの家であるチセも種火を絶やさず土に蓄熱させた暖房を行っていました。カナダのイヌイト（以前はエスキモーと呼んでいました）にも暖めた石を浅く埋めて土に蓄熱させるなど共通した暖房方法が見られます。クマやヘビやカエルの冬眠も原点は皆同じです。地球の熱で生きているのです。そしてそれはこれからも変わりません。自然を有効利用した省エネ暖房システム「サーマ・スラブ」によってより多くの人々が快適な冬の生活を送れるよう努力していきたいと思っています。

最後に「サーマ・スラブ」の特長をまとめて紹介します。

①イニシャルコストが安い

①15,000～20,000円/m²(材工)。従来の蓄熱式床暖房の3分の1程度です。

②ランニングコストが安い

②140～250円/m²・1ヶ月当り。地域や契約電力により変わります。最近では安い夜間電力メニューが増えてきました。今後さらに安くなると予想されます。灯油やガス式と比べても間違いなく最も安いランニングコストです。

③全体輻射（遠赤外線）による24時間暖房→温度のバリアフリー

ヒートショックによる死亡者は年間2万人以上とも言われています。交通事故死亡者よりも多い数字です。高齢化社会を迎えるにあたり、家の中で冬の寒さを我慢するにも限界があります。「いつでもどこでも寒くない家」にすべきです。また、輻射暖房のため室温は20℃程度と低くても十分快適であることから一般空調等に比べて室内の湿度が維持されます。これは人間の免疫力の低下を抑え、風邪など感染症への抵抗力を維持することにつながります。保育園でインフルエンザ患者が少ないと喜ばれるのはこのためです。

④安定した放熱

朝・昼・夜の床スラブの温度差は1℃以内です。2日間全く通電しなくても気がつかないくらいの驚くほどの安定性です。おかげで弊社事務所も24時間快適です。もちろん温度調整によりスラブの温度を変えることができます。

⑤環境負荷抑制

昼間に比べてCO₂排出量の少ない夜間電力だけを利用します。また、蓄熱方法は自然利用なので環境負荷ゼロです。現在、全国のエコスクール計画やスーパーエコハウス計画等々に採用を検討されています。

◀ その他施工例 ▶



保育園



教会



特別養護老人ホーム



医療施設

表面波探査を用いた「埋設廃棄物」調査事例

応用地質(株) 中部支社 下山 みを

要 旨

不法に投棄され「埋設」された廃棄物の分布範囲等の調査においては、一般的に、聞き取り調査、大量のボーリング調査、および掘削調査等を組み合わせておこなうことが多いが、ボーリング本数、トレンチ掘削土量共に非常に多くなることが多い。今回、表面波探査によって埋設廃棄物の推定分布範囲を効果的に絞り込み、その結果を基にトレンチ調査、ボーリングを実施した。

表面波探査の結果、既往調査で明らかとなっていた2箇所の廃棄物分布範囲以外に、新たに2箇所推定廃棄物範囲が検出され、トレンチ掘削およびボーリングによる確認調査実施箇所を、全体で4箇所に絞り込むことができた。新たに検出された2箇所においては投棄されたキラ土が確認された。産業廃棄物として指定されているキラ土のS波速度は埋設廃棄物と同様であったため、この手法はキラ土を含め廃棄物の埋設範囲の把握に適用可能と考えられる。

1. はじめに

近年、全国的に廃棄物の不法投棄が問題となる地域が多い。東海地域においても、岐阜県での廃棄物の不法投棄問題は記憶に新しい。不法投棄が明らかとなった場合、その種類と量、有害物質による汚染の有無等を明らかにする必要があるが、そのためにはまず廃棄物の分布状況の把握が必要である。廃棄物の調査手順としては、地権者・関係者などへの聞き取り調査を行い、その情報を基にボーリング調査を実施し、さらに機械掘削による確認調査をおこなう場合が多い。しかし、聞き取り調査では分布範囲の推定が困難な場合も多く、以下のような問題がある。

- ・ 大がかりなボーリング調査や機械掘削が必要になるなど、費用と時間がかかる。
- ・ 不正確な情報や誤った情報等もあり、調査着手時の「計画予算」や「工期」に狂いが生じやすい。

地盤を掘削してゴミや産業廃棄物等を投棄・埋設した場合、十分に転圧等がなされているとは考えにくいいため、埋設物は周囲の地山と比較して緩い状態にあると推定される。地盤のS波

速度は、一般に地盤が軟らかいほど遅いため、埋設された廃棄物と地山との間に速度差が生じていると考えられる。そこで表面波探査を適用することで、この速度差から埋設廃棄物の分布範囲の把握が可能と推定される。

今回、産業廃棄物の分布範囲の把握調査に表面波探査を提案し適用する機会を得、ボーリングやトレンチ調査によってその有効性を確認することができたので報告する。

2. 現場状況

調査地は図-1に示すように谷部を盛土し、宅地として造成された区画の一部であり、主に調査範囲の北東部分において、旧谷筋を盛土して造成したものと推定される。また、造成時に東海地方特有の廃棄物であるキラ土（珪砂等の採掘現場等から排出される粘土分を含む残土）が、盛土材として利用されていた。

地元への聞き取り調査によって、調査地近傍に「ゴミが捨ててある」との情報があり、また調査地近傍で推進工法による排水管掘削時に、深度10m付近でタイヤ片が確認されている。さ

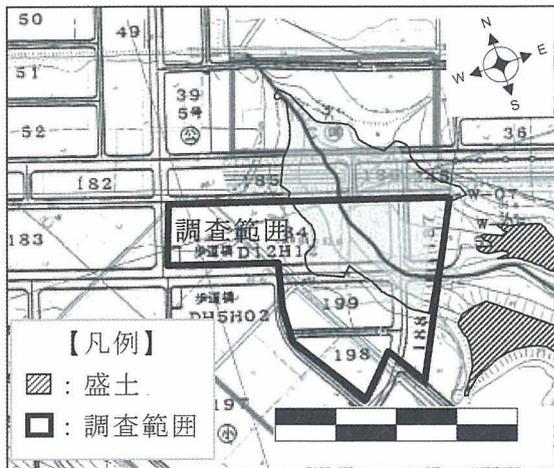


図-1 調査範囲図

盛土厚は昭和45年、昭和55年および平成15年都市計画基本図より推定したものである。

らに、既往調査によって調査範囲内の少なくとも2箇所、ゴム片・タイヤ片等の廃棄物が確認されているものの、現在は整地されており埋設範囲および埋設量は不明である。

3. 調査の流れ

埋設廃棄物調査の流れを図-2に示す。これまでボーリング中心に行われてきた分布範囲の調査に、今回表面波探査を導入し、埋設廃棄物の分布範囲を効率よく把握することができたため、ボーリング本数およびトレンチ掘削量の削減が可能となり、より効率的・経済的に調査を実施することができた。

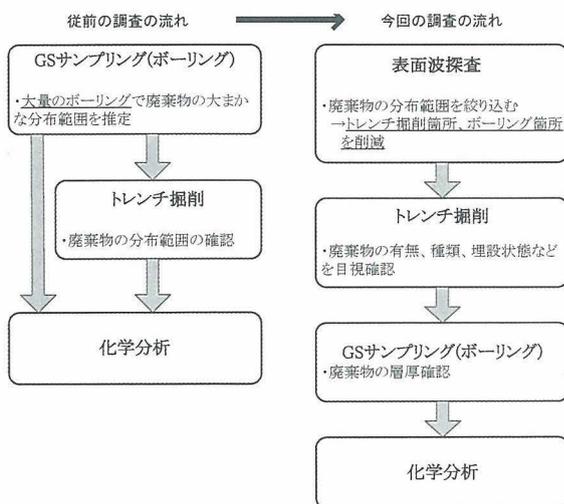


図-2 調査の流れ

4. 測線配置

図-3に表面波探査の測線配置図を示す。測線は30mメッシュを基本とし、現地の障害物等を避けて設定した。なお図-3中で「廃棄物」、「キラ土」と示した範囲は、既往調査において確認されている廃棄物、および盛土材として使用されたキラ土の分布範囲を示している。

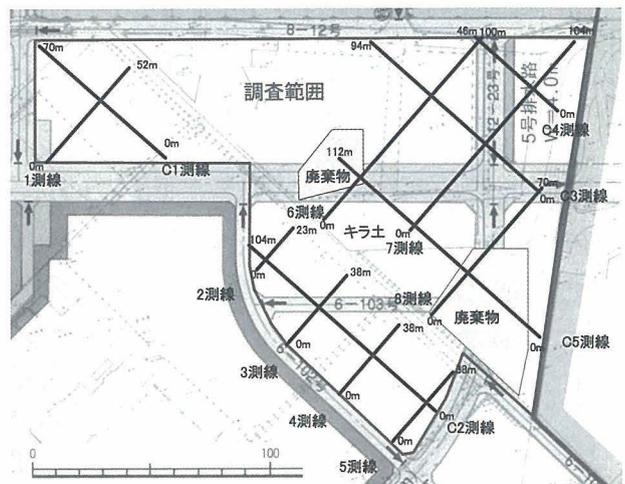


図-3 測線配置図

5. 表面波探査の概要

今回実施した高精度表面波探査は、地表付近を伝わる表面波を多チャンネルで測定・解析することにより、深度20m程度までの地盤のS波速度構造を求める調査である。高精度表面波探査により、今まで困難であったS波速度構造の把握が、簡単にかつ安価に可能となった。

図-4に表面波の伝播の概念図を示す。かけや等で地表面を加振すると弾性波が発生し、地中や地表を伝播していく。このうち、地表面に沿って伝播する波を表面波と呼ぶ。不均質な地盤を伝わる表面波は、その波長（周波数）によ

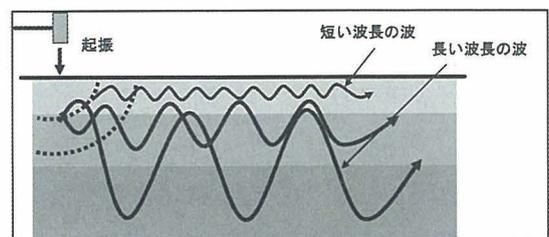


図-4 表面波の伝播

表面波は波長によって伝播速度が異なる。長波長の表面波：深部の伝播速度を反映 短波長の表面波：浅部の伝播速度を反映

って伝播速度が変化する。図に示したように表面波は波長が長いほど深部までの速度を反映するため、深度が深いほど弾性波速度が速い地盤では、長い波長（低周波数）の表面波は速度が速く、短い波長（高周波数）では速度が遅くなる。波長（周波数）による伝播速度の違いを逆解析することにより、地盤の表面波速度構造を求めることができる。表面波の伝播速度はS波の伝播速度の90～95%であるため、表面波の速度構造から間接的にS波の速度構造を求めることができる。

6. 表面波探査結果

図-5に代表的な表面波探査結果図を示す。この図は、横軸が距離程(m)、縦軸が地表面からの深度(m)、濃淡が地盤のS波速度を示しており、黒色～白色になるに従いS波速度が遅いこ

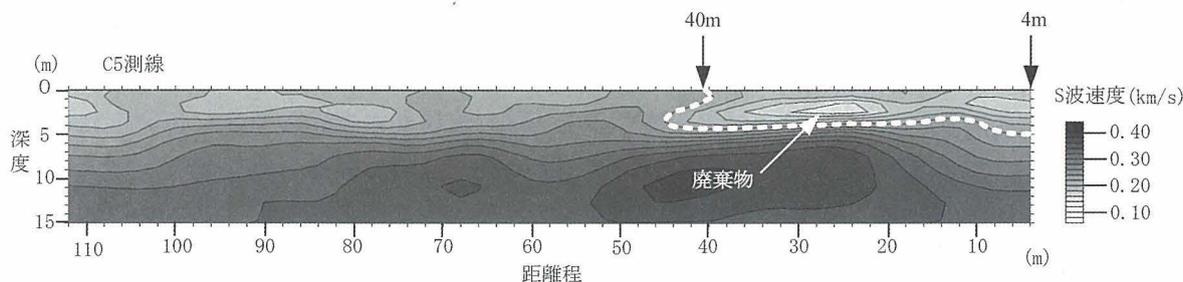


図-5 表面波探査結果図 (C5測線)

とを示している。図-5に示した距離程4～40 m付近は、既往調査によって廃棄物が埋設されていることが明らかとなっている部分である。この部分のS波速度は0.22km/s以下（白色点線で示した範囲）であり、S波速度分布から概ね廃棄物の分布範囲の推定が可能であることが分かる。

7. 掘削調査結果

廃棄物の詳細な実態の確認を目的として掘削調査を実施した。掘削調査は、表面波探査測線上のS波速度の低下範囲端部付近でトレンチ調査を、測線の交差部などでスポット掘削を

実施し、さらに廃棄物層の層厚確認のためにボーリング調査を実施した。図-6に表面波探査で得られたS波速度の低下範囲の平面分布と、掘削調査位置図を示す。

図-7にC5測線におけるトレンチ調査結果およびボーリング調査結果を示す。5箇所のトレンチのうち、T6以外の4箇所で廃棄物が確認された。廃棄物の分布範囲はほぼS波速度0.22 km/s以下であり、表面波探査結果から想定される分布範囲と概ね良い対応を示した。掘削調査で確認された廃棄物は、ベントナイトのような灰色のシルトを主体とし、コンクリートガラやプラスチック、ビニール、ゴム片等が混入したものであった。

トレンチ調査の結果によれば、図-6に示したS波速度の低下範囲のうち廃棄物が確認された地点は、既往調査で埋設廃棄物の分布範囲と

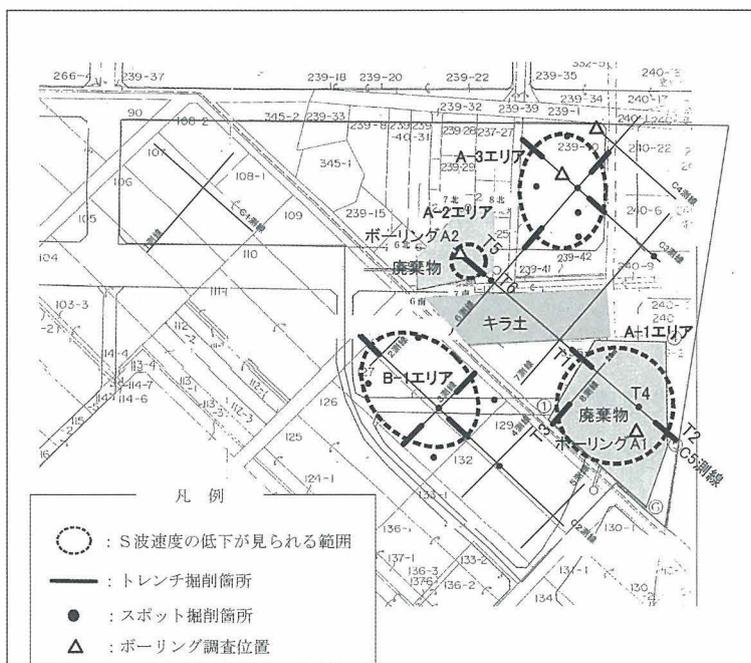


図-6 S波速度の低下範囲分布図および掘削調査位置図

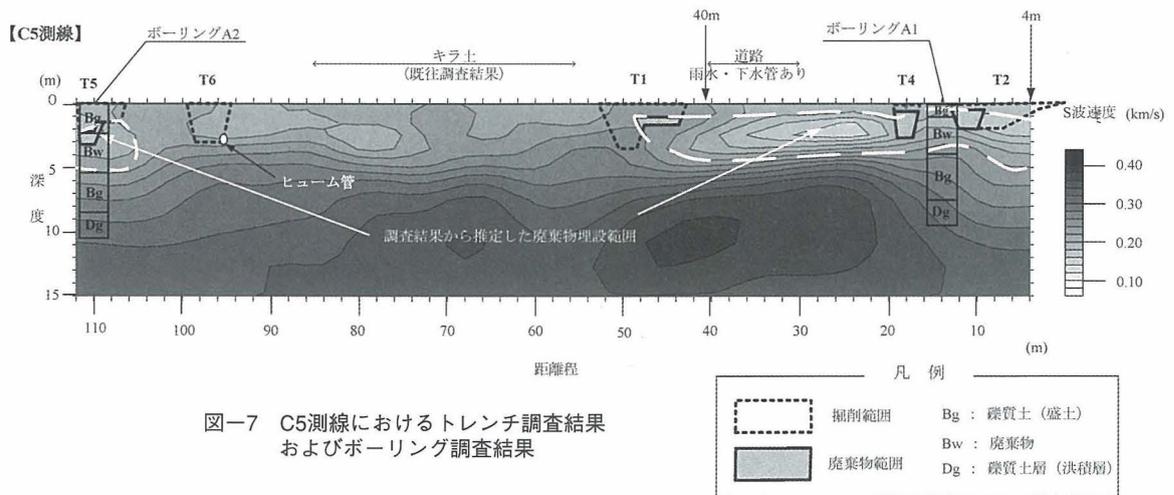


図-7 C5測線におけるトレンチ調査結果およびボーリング調査結果

指摘されていたA-1エリアおよびA-2エリアのみであり、その他の低速度域（A-3エリア、B-1エリア）はキラ土の分布を反映したものであった。この結果から、埋設廃棄物の分布範囲はA-1エリアおよびA-2エリアのS波速度0.22 km/s以下の部分と推定し、調査範囲全体の埋設廃棄物の総量を約3900m³と推定した。

キラ土のS波速度は、埋設廃棄物（灰色のシルトを主体とし、コンクリートガラやゴム片等を混入したもの）のS波速度とほぼ同様の0.22 km/s以下という低速度を示すため、表面波探査の結果のみから埋設廃棄物とキラ土を判別することは困難であると考えられる。今回の調査ではキラ土は盛土材として使用されており、調査対象の廃棄物ではなかったが、一般的にはキラ土は産業廃棄物として扱われる。したがって、砂礫層や地山を掘削して埋められた廃棄物（キラ土を含む）の分布範囲の把握には、表面波探査の適用が可能と考えられる。

8. S波速度と密度試験結果の対比

ボーリング調査で得られたサンプルを用いて実施した密度試験結果を基に、表面波探査によるS波速度と密度値の相関について検討した。図-8にS波速度と

密度の関係を示す。このデータはボーリング地点における深度毎のS波速度を表面波探査結果から読み取り、各深度のサンプルの密度値との関係を示したものである。サンプル数が35データと少ないものの、廃棄物、盛土、地山それぞれについて以下のことがいえる。

- ① 廃棄物（灰色シルト主体）は、ほぼS波速度0.22km/s以下と試験サンプル相当部の速度としては最も遅い値を示し、密度についても1.6g/cm³~2.0g/cm³と最も小さな値を示した。
- ② 粘土混じり砂礫等を主体とする盛土は、S波速度0.23km/s~0.3km/s程度、密度値は1.7g/cm³~2.2g/cm³とやや広い分布を示した。
- ③ 粘土混じり砂礫等を主体とする地山のS波速度は、0.28km/s~0.35km/sであり、試験サンプル相当部の速度としては最も速い値を

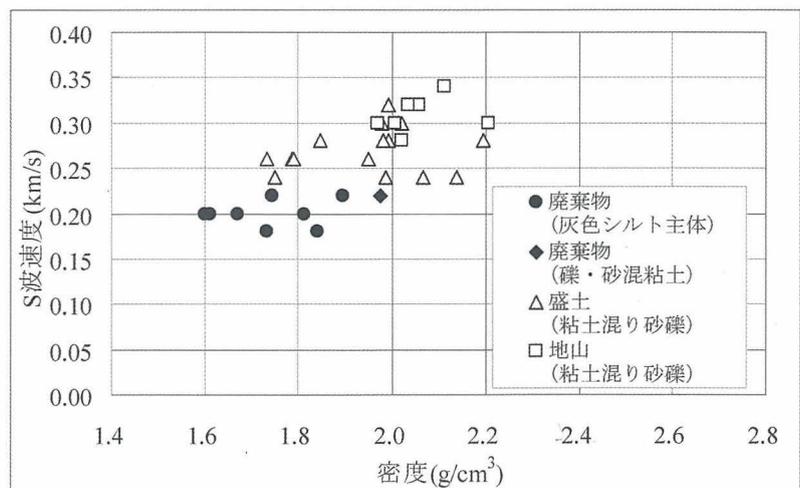


図-8 S波速度と密度値の相関

示した。密度はおよそ $2.0\text{g}/\text{cm}^3\sim 2.2\text{g}/\text{cm}^3$ であり分布範囲が比較的狭いことが判った。

- ④ 粘土混じり砂礫における盛土と地山との違いは、S波速度については盛土で $0.24\text{km}/\text{s}$ 以上（平均 $0.27\text{km}/\text{s}$ ）、地山で $0.28\text{km}/\text{s}$ （平均 $0.31\text{km}/\text{s}$ ）の差に、密度については盛土で $1.73\text{g}/\text{cm}^3$ （平均 $1.95\text{g}/\text{cm}^3$ ）、地山で $2.0\text{g}/\text{cm}^3$ （平均 $2.05\text{g}/\text{cm}^3$ ）の差として現れている。

9. まとめ

埋設廃棄物の分布および全体量把握のため、一次調査として表面波探査を適用し、廃棄物の分布範囲を絞り込み、トレンチ調査、ボーリング調査による確認調査を実施した。今回の調査で得られた知見について、以下にまとめる。

- ・ 地山を掘削して埋めた埋設廃棄物（生活ゴミ、コンクリートガラ、ゴム片等）の分布範囲を把握する調査には、表面波探査が有効であり、効果的に確認調査箇所や数量を絞り込むことで、調査費の低減を図ることが可能となる。
- ・ 盛土中に埋められた埋設廃棄物についても、地山を掘削して埋められた場合と比べると速度差や密度差は小さいものの、傾向的には低速度、低密度と認められ、本調査のような分析を行うことで検出が期待できる。
- ・ 埋設廃棄物だけでなく、東海地方特有の廃棄物である「キラ土」の分布範囲や、人為的に開削が行われた部分もS波速度の低下範囲として検出され、砂礫層や地山を掘削して埋められたキラ土の分布範囲の把握にも表面波探査の適用が可能と考えられる。
- ・ 今回はボーリング調査で得られたサンプルの密度試験結果とS波速度の間に、一定の相関が認められた。しかしデータ数が少ないことから、今後同様のデータを蓄積し活用できる形にまとめていきたい。

飽和・不飽和浸透流解析の実務への 適用性に関する一考察

応用地質株式会社 宮田 善郁

要 旨

河川堤防に関する業務では、浸透に対する安全性の照査や対策工法の検討などにおいて飽和・不飽和浸透流解析の実施が必須となっている。しかしながら、浸透流解析では、解析メッシュの区切り方や材料特性、外力波形、境界条件、初期状態などの設定により解析結果が大きく変化する。ここでは、これら解析条件の中の解析メッシュと材料特性に着目してメッシュの分割方法や透水係数、不飽和特性の設定が解析結果に与える影響について調べた。この結果、①いびつな形状の解析メッシュを用いると解析精度が悪い、②短時間に堤体内の自由水面が上昇または低下する場合には不飽和特性の設定が解析結果に与える影響が大きい、などの知見が得られた。今後は現場の実態を踏まえて多くの浸透流解析を行い、本報告で示した知見の有用性、妥当性について検討して行きたい。

1. まえがき

河川堤防に関する業務では、浸透に対する安全性の照査や対策工法の検討などにおいて飽和・不飽和浸透流解析^{1), 2), 3)}の実施が必須となっている。今日における浸透流解析は平成14年に示された「河川堤防の構造検討の手引き⁴⁾」(以下、「手引き」と呼ぶ)に依るところが大きく、浸透流解析のための土質調査や解析条件の設定、解析結果の評価などは手引きに基づいて実施されることが一般的である。

浸透流解析の実施にあたっては、解析モデルの形状、材料特性、解析メッシュ、初期状態(水位)、境界条件、外力波形などの設定が必要である。手引きの中ではこれら解析条件の設定方法についても説明がなされているが、実際問題では土質や地形、地下水状況などが場所により様々なため、解析条件の設定方法も現場状況に合わせて見直す必要がある。これより、本研究は、どの条件を設定すると解析結果にどのように反映されるのかを明らかにして、実際問題において解析条件を設定する際のバックデータを得ることを目的に実施した。今回の報告ではこれら

解析条件の中の解析メッシュ、材料特性に着目したときの結果について紹介する。

ここで、以下の説明で必要となる、手引きの中の特に参考にした2点を次に示す。

(1) 不飽和特性について

手引きの中では、堤体および基礎地盤の土質を礫・砂質土[G・S]、砂質土[SF]、粘性土[MC]の3パターンに分類して、それぞれの不飽和特性を紹介している。本解析においても堤防材料の不飽和特性には手引きの中で紹介されている3パターンを用いた。

(2) 局所動水勾配について

川裏のり尻部における水平・鉛直局所動水勾配 i_h 、 i_v はパイピングの発生に対する抵抗力を定量的に評価するために用いられる。局所動水勾配の算出方法は手引きに準拠した。

2. メッシュ分割と計算感度

2.1 解析メッシュの細かさと自由水面

メッシュの細かさが解析結果に与える影響を調べるために、図-1のような堤防モデルの非常浸透流解析を行った。堤防ののり面勾配(以

下、勾配)は1:2($\alpha=2$)として、境界条件および初期水位は表-1のように与え、外力には図-2のような降雨波形を与えた。透水係数には $k=1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ を、不飽和特性には砂質土[SF]を用いた。

図-3(a), (b)にメッシュの区切り方のみが異なる2つの解析結果を示す。図はどちらも経過時間が6時間のときの自由水面を示している。図より、(a)ではメッシュの不均一性により自由水面が左右非対称となっているのに対して、メッシュが細かい(b)では自由水面が左右対称となっている。解析条件よりメッシュの細かい(b)の方がより実際現象に近い解(自由水面)を得て

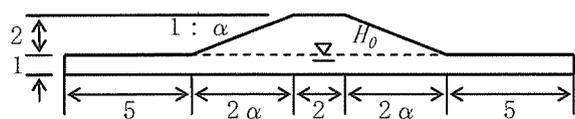


図-1 堤防モデル (単位:m)

表-1 境界条件と初期状態

水位一定境界:	左右端 全水頭 $H=1.0\text{m}$
浸出面境界:	なし
変動降雨境界:	上面全域 $r=10\text{mm/h}$ (図-2の降雨波形)
変動水位境界:	なし
初期水位:	$H_0=1.0\text{m}$

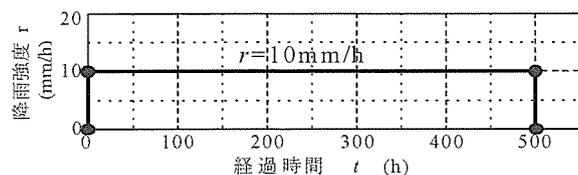


図-2 降雨波形

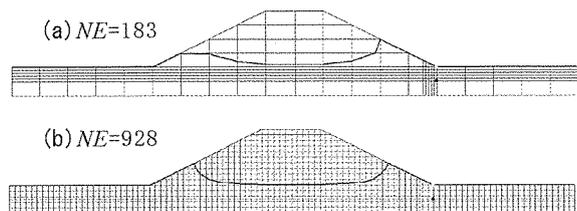


図-3 メッシュ区切りと自由水面
($t=6\text{h}$, $k=1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$)

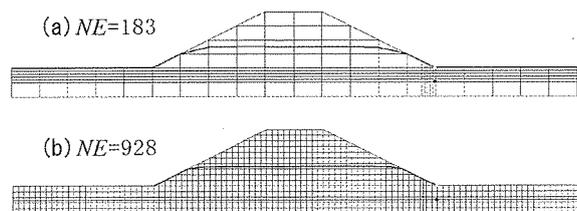


図-4 メッシュ区切りと自由水面
($t=6\text{h}$, $k=1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$)

いるものと推察できる。図より、メッシュ分割の方法(不均一性)が解析結果に大きな影響を与えていると分かる。

一方、図-4は図-3と等しい解析条件のまま透水係数だけを $k=1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ にしたときの解析結果である。図より、(a)と(b)の自由水面には大きな差異が見られない。これより、透水係数がある程度より大きくなるとメッシュ分割の影響が小さくなることが分かる。

メッシュ分割の粗度が解析結果に与える影響の程度は透水係数 k の大小に依存する。透水係数が小さい土質の場合には解析メッシュもそれに応じて小さく区切る必要があると言える。

2.2 要素数, 要素形状と計算感度

等しい解析条件のもとで要素形状のみを変化させる解析を行った。解析条件には先ほどと同様に、堤防モデルには図-1を、外力には図-2の降雨波形を、解析条件には表-1を用いた。のり面勾配は1:2($\alpha=2$)として、透水係数には $k=5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ を、不飽和特性には砂質土[SF]を用いた。

図-5(a)~(f)に要素形状と定常状態到達時の自由水面を示す。ただし、図は要素形状を分かりやすくするために、堤防モデルの一部を拡大表示したものである。図には表示した範囲の要素数NEとのり尻での鉛直局所動水勾配 i_v も示した。鉛直局所動水勾配 i_v は鉛直区間 $d_v=0.5\text{m}$ で求めた。

図-5より解析ケースごとに自由水面の形状や局所動水勾配 i_v が異なっていることが分かる。有限要素法では一般に、要素数NEが多いほど、また、要素形状が正方形、正三角形に近いほど解析精度が高い。本解析結果においては、要素数が多く、要素形状が正方形である(f)が最も正解に近い自由水面、局所動水勾配を示していると考えられる。

(f)の解析結果が正解値であると考え、要素数が少ないもの、形状がいびつなものほど i_v が小さいことが分かる。ただし、(c)と(e)では(c)

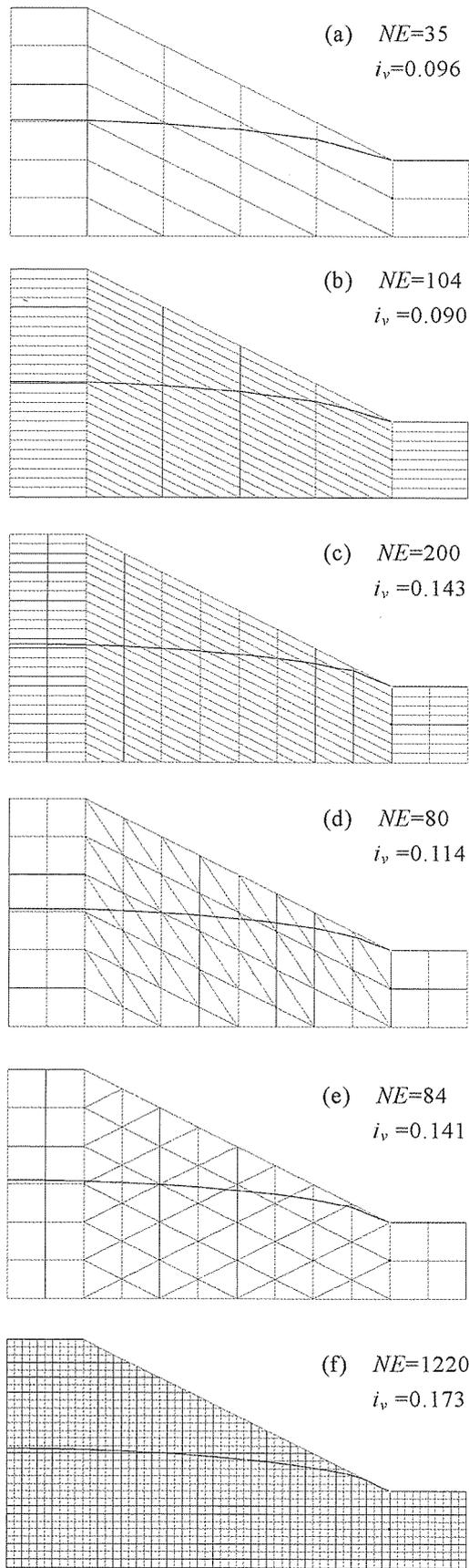


図-5 要素形状と計算感度
(NE:要素数, i_v :鉛直局所動水勾配)

の方が2倍以上も要素数が多いにも関わらず両者の局所動水勾配 i_v はほぼ等しい。また、(d)と(e)では要素数はほぼ等しいにも関わらず(e)の局所動水勾配 i_v の方が(f)の値に近い。(e)は正方形、正三角形の要素よりなるため要素数が少ないにも関わらず解析精度が高いのだと考えられる。

以上より、要素数を増やしさえすれば解析精度が向上するわけではないことが分かる。

3. 材料特性と浸透特性

3.1 透水係数と浸透特性

等しい解析条件のもとで透水係数 k のみを変化させる解析を行った。堤防モデルには図-1を、外力には図-2の降雨波形を、解析条件には表-1を用いた。のり面勾配は1:2($\alpha=2$)として、不飽和特性には砂質土[SF]を用いた。

図-6は、透水係数が $k=1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$, $1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ での定常状態に達したときの自由水面を示したものである。両者の自由水面 H_r (H_r :堤防中心での水位)を比較すると $k=1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ では $H_r=1.3 \text{m}$, $k=1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ では $H_r=2.7 \text{m}$ であった。透水係数が1オーダー(10倍)異なるだ

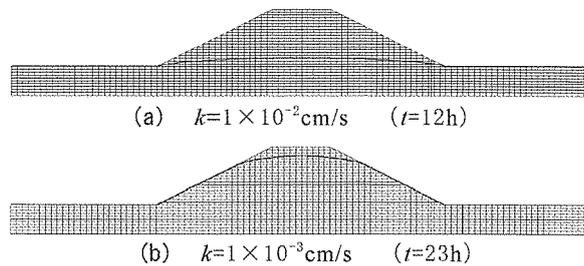


図-6 透水係数と自由水面 (降雨波形)

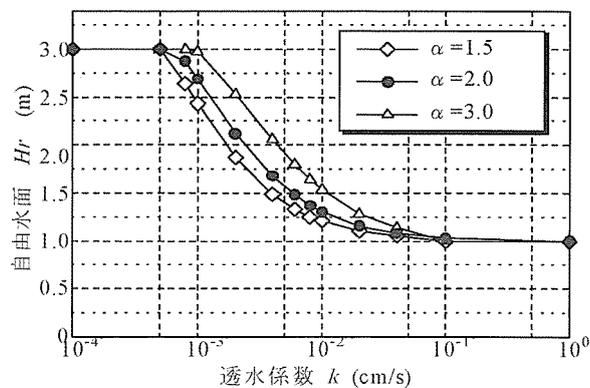


図-7 透水係数と自由水面 (降雨波形)

けて定常状態到達時の自由水面が大きく異なることがわかる。

図-7は、図-6と同様の解析条件において、透水係数の大きさを $k=1 \times 10^0 \sim 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ の間で変化させたときの定常状態到達時における自由水面 H_r と透水係数 k の関係を示したものである。図より $k=1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ よりも大きい透水係数 k の場合には自由水面 H_r はあまり上昇しないが、 $k=1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ よりも小さな透水係数 k を設定するとわずかな透水係数 k の違いで自由水面 H_r が大きく異なることが分かる。図-7には堤防の勾配が1:1.5($\alpha=1.5$), 1:3.0($\alpha=3$)のときの結果も併記してあるが、この場合でも傾向は同様である。

3.2 不飽和特性と浸透特性

不飽和特性が浸透特性に与える影響を調べるために、等しい解析条件のもとで不飽和特性のみを変化させる解析を行った。堤防モデルは先

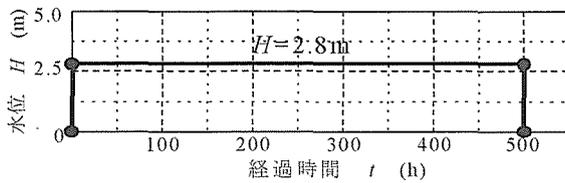


図-8 水位波形

表-2 境界条件と初期状態

水位一定境界	: 左右端 全水頭 $H=1.0\text{m}$
浸出面境界	: なし
変動降雨境界	: 上面全域に $r=0\text{mm/h}$
変動水位境界	: 川表側 $H=2.8\text{m}$ (図-8の水位波形)
初期水位	: $H_0=1.0\text{m}$

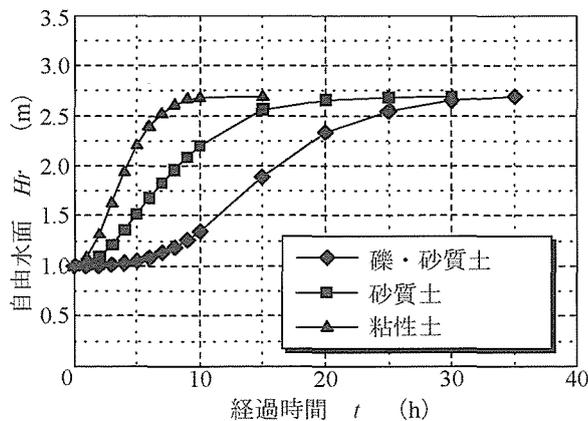


図-9 不飽和特性と自由水面 (降雨波形)

ほどと同様に図-1を用いた。のり面勾配は1:2($\alpha=2$)として、外力条件は図-2、表-1の降雨波形を与えた場合と、図-8、表-2の水位波形を与えた場合の2ケースとした。透水係数には $k=1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ を用いて、不飽和特性には手引きの中で用いられている礫・砂質土[G・S], 砂質土[SF], 粘性土[MC]の3パターンを用いた。

図-9は降雨波形を与えたときの、各不飽和特性での経過時間と自由水面 H_r の関係を示したものである。透水係数が等しくても不飽和特性が異なると降雨初期における水位上昇の特性が異なることが分かる。十分に時間をおくとどれも等しい自由水面 H_r に落ち着くが、この状態に至るまでの時間は粘性土で短く、礫・砂質土で長いことが分かる。

図-10は水位波形を与えたときの経過時間 t と鉛直局所動水勾配 i_v の関係を示したものである。鉛直局所動水勾配 i_v は川裏のり尻において鉛直区間 $d_v=0.5\text{m}$ で求めた。図より、定常状態に達したときの局所動水勾配は不飽和特性に依らず一定であるが、定常状態に至るまでの局所動水勾配の上昇特性は不飽和特性ごとに異なっていることが分かる。図-9の場合と同様に定常状態に至る時間は粘性土で短く、礫・砂質土で長くなっている。

図-9、図-10より、定常状態到達時における自由水面や局所動水勾配は不飽和特性に依らないが、定常状態に至るまでの過程が不飽和特

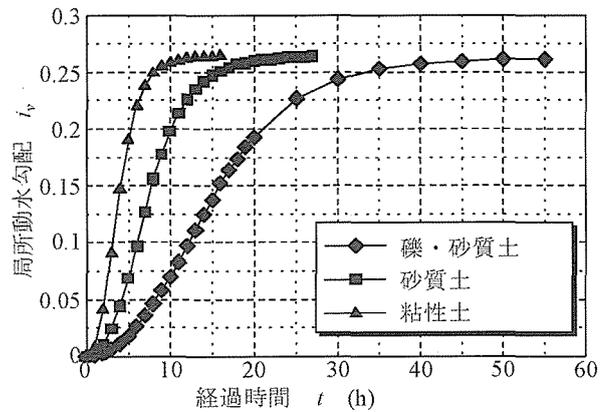


図-10 不飽和特性と局所動水勾配 (水位波形)

性によって異なることが分かった。短時間に堤体内の自由水面が上昇または低下する場合の解析には、不飽和特性の与える影響が非常に大きいと言える。

4. まとめと今後の課題

本報告で得られた知見と今後の課題を以下にまとめる。

①メッシュ分割について

メッシュの分割方法が解析結果に与える影響を調べるために数種類の解析メッシュを作成して計算感度を比べた。この結果として、要素分割数が多くても要素形状がいびつな場合には計算感度が低いという事例を示した。

精度の良い解析結果を得るには正方形・正三角形の要素からなる要素分割数の多い解析メッシュを用いることが肝要であるが、河川堤防のように解析対象領域が大きい問題ではその全領域を細かくメッシュ分割することはプログラムの性質上困難である。河川堤防の解析においては、流量や流速、局所動水勾配などを求めたい箇所の周辺には細かいメッシュを、左右端や下端など解析結果に与える影響が小さい領域には粗いメッシュを用いる必要がある。ただし、本報告では、メッシュ分割を具体的にどの程度の間隔にすれば良いのかを明らかにするまでには至らなかった。メッシュの分割間隔と透水係数の関係、解析対象領域が大きい場合の合理的なメッシュ分割方法などについては今後明らかにしたい。

②材料特性について

透水係数や不飽和特性の違いが解析結果に与える影響を調べた。結果の要点を以下にまとめる。

- (1)降雨波形に対しては、透水係数が小さいほど定常状態到達時の自由水面が高くなる。
- (2)不飽和特性のみを変化させたときの解析結果より、定常状態に達したときの自由水面高さや局所動水勾配は不飽和特性に依らず一定であるが、定常状態に至るまでの時間は粘性土で短く、礫・砂質土で長くなる。

ただし、これらは透水係数が堤防全域で一様な場合の解析結果である。

透水係数は、現場透水試験結果や粒度試験結果（Creager法やHazen法）に基づいて設定されることが多い。透水係数の大きさによって自由水面の高さや定常状態に至るまでの時間が大きく異なるが、透水係数は技術者の判断によっては1オーダー程度の差異が生じる場合も考えられる。透水係数の設定には細心の注意を払う必要がある。一方、不飽和特性は室内土質試験結果に基づいて設定されるべきであるが、実務においてはボーリング結果より手引きの中の礫・砂質土、砂質土、粘性土のどれかを設定する機会が多い。不飽和特性の違いによる影響は定常状態に至るまでの過程において大きい。わが国の河川では最高水位継続時間があまり長くないため、定常状態に達する前に河川水位が低下することも多い。このため、どの不飽和特性を設定したかによって自由水面や局所動水勾配が大きく異なると思われる。

参考文献

- 1) 赤井浩一，大西有三，西垣誠(1997)：有限要素法による飽和－不飽和浸透流の解析，土木学会論文集，第264号，pp87-96。
- 2) 向上拡美，北村孝海(1986)：浸透流における不飽和特性と解析精度に関する考察，間組研究年報，pp163-174。
- 3) 西垣誠(2000)：浸透流の解析技術と地盤のモデル化，地質と調査，No.83，pp19-25。
- 4) 国土技術研究センター(2002)：河川堤防の構造検討の手引き。

平成16年度中部地質調査業協会 現場研修会に参加して（1日目）

株式会社 ダイアコンサルタント 中部支社

篠原 良彰

1. はじめに

去る平成16年5月18～19日に、中部地質調査業協会主催の現場研修会が催され、私も参加する機会に恵まれた。本稿では1日目の巡検箇所となった、三重県贊崎・香良洲海岸における「ふるさと海岸整備事業」の事業概要と海岸整備状況、また、国道166号の高見峠（三重県飯高町）のトンネル付近における地すべり対策の工法事例について述べる（位置は図-1参照）。



● 贊崎・香良洲海岸
● 高見峠

図-1 1日目巡検箇所案内図

2. 津松阪港海岸整備事業

～三重県 贊崎・香良洲海岸～

津松阪港の海岸は、昭和28年に襲来した台風13号と、未曾有の災害をもたらした昭和34年の伊勢湾台風により壊滅的な災害を被った。この

ため昭和28年から昭和38年にかけて災害復旧事業として現在の海岸護岸が整備された。その後40年以上が経過し、海岸護岸の老朽化が進行するとともに（写真-1参照）、地盤沈下や海浜浸食が発生した。また、近い将来発生が予測されている東南海・南海地震時の液状化の可能性があることが指摘された。このため平成4年度より高潮対策事業として、特に老朽化が著しい贊崎地区の2.2km間と、香良洲～松阪にかけた計8.6km区間について、背後の町づくりと一体となった安全で親しみやすい海岸整備「ふるさと海岸整備事業」が国土交通省中部地方整備局により実施されている。



写真-1 老朽化した海岸堤防

写真-2に香良洲地区における海岸護岸の整備状況を示す。本地区では自然景観を考慮して、既存の松はそのまま残している。また、海岸へのアプローチは緩やかなスロープを設置し、バリヤフリーが配慮されている。一方堤防部では、液状化対策として地盤改良が施されている。また、海浜部では、波による浸食対策のため、透水層埋設による海浜安定化工法が試験施工されている。

「ふるさと海岸整備事業（贊崎・香良洲地区）」は平成22年度の完成に向け、現在進行中の事業

中部地質調査業協会現場研修会に参加して

である。



写真-2 香良洲海岸整備状況

3. 国道166号 高見峠地すべり対策工

一般国道166号は、大阪府羽曳野市から三重県松阪市に至る延長125.9kmの幹線道路で、近畿圏と三重県中南勢地域を最短距離で結ぶ要路となっている。このうち、三重県と奈良県の県境に位置する高見峠は険しい山間部で、古くから冬季は積雪・凍結による交通障害に悩まされてきた。このため高見トンネルの建設が昭和41年度に事業として計画され、その後トンネルは昭和58年度に完成している（写真-3参照）。



写真-3 高見峠全景
(写真は見学会パンフレットより引用)

高見地区は片理面が発達した黒色片岩が分布し、中央構造線に近接していることから、脆弱な地質をなす。特に高見第1橋から第6橋区間は、片理面が斜面に対し流れ盤となっており、地すべり地形が複数確認されたため、多くのボーリング調査が実施された。このうち第6橋では明瞭な地すべり地形は認められていなかったにもかかわらず橋脚の施工中に地すべりの滑動が活発化した。そこで第6橋の地すべり対策工として

図-2に示す工法が選定された。

対策は、①押さえ盛土による抑止→②アンカー工による抑止→③排土工→④集水井・集水ボーリング工による抑制、の順番で施工され、滑動の沈静化後に変状した橋脚の修復が行われた。

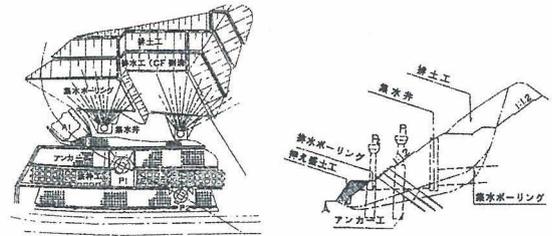


図-2 高見第6橋地すべり対策工

4. おわりに

本研修では、現在進行中の海岸事業の紹介や、国道166号における地すべり対策工の説明を国土交通省担当者、及び研修委員の方々からして頂きました。実際に事業を担当されているの方々による現地での説明は、机上での説明と違い説得力を感じました。

今回、このような経験をさせて頂いた、四日市港湾事務所の方々、及び研修委員会の皆様に感謝の意を表します。

平成16年度中部地質調査業協会 現場研修会に参加して(2日目)

明治コンサルタント株式会社 名古屋支店

蒲原 秀典

1. はじめに

中部地質調査業協会主催の現場研修会が、平成16年5月18、19日の2日間にわたり、三重県において行われた。本稿では、研修会2日目の巡検箇所について要約を示す。

なお、2日目の巡検コースは英虞湾の海上研修から始まり、南島町での褶曲構造の露頭見学、伊勢市の神菌地区地すべり地において車上からの地すべり地見学、最後に多気町五桂池付近において中央構造線の露頭見学を行った。以下に今回の巡検コースの詳細を示す。

2. 英虞湾海上研修

英虞湾の研修は(株)応用地学研究所の小野田氏および木下氏の指導のもと、海上より実施された。英虞湾上に出ると、まず目に入ってくるものは、複雑に入り組んだリアス式海岸と、標高30~40m程度の低く平坦な隆起海蝕台地である(写真-1参照)。

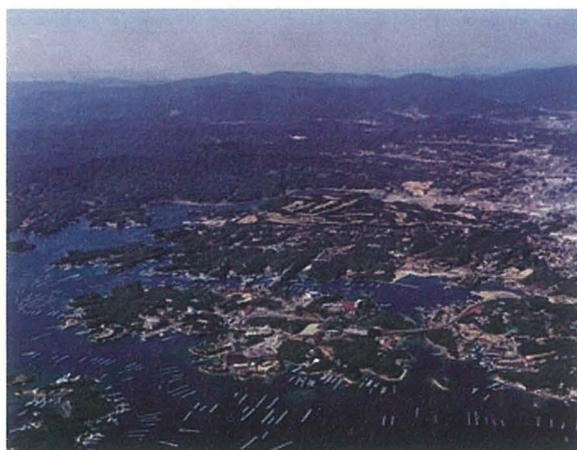


写真-1 英虞湾全景写真(阿児町HPより引用)

これらの地形の成因としては、海蝕により作られた平坦な海蝕台が隆起し、その後の海水の浸食によりこのように入り組んだリアス式海岸

が形成されたとのことである。もともと平坦な海蝕台の隆起により形成された隆起海蝕台地は、陸地の標高がほとんど一様に揃っているのが特徴である。

また、英虞湾の地質は、白亜紀後期~古第三紀の四万十累帯が分布しており、岩相は砂岩泥岩互層を主体とする。リアス式海岸の海岸壁には四万十累帯の露頭が確認され、部分的にきれいな褶曲構造が認められた。

この他、特に興味を引いた話は、英虞湾の地場産業として行っている真珠の養殖による環境汚染問題である。これは英虞湾が外洋と比べ波が穏やかなため、湾内で大量に養殖されているアコヤ貝の糞害により、湾内の水質がどんどん悪くなっているということであった。これを打破する為に、昭和37年に堀江水道が建設され(写真-2参照)、外洋のきれいな海水を湾内に入れることが試みられた。



写真-2 昭和37年建設の堀江水道

3. 南島町における褶曲構造露頭見学

南島町の露頭見学は地層の褶曲構造であり、応用地質(株)の安江氏のもと研修は行われた(写真-3参照)。研修地の地質状況は四万十累帯の



写真-3 褶曲露頭見学状況

チャートが分布しており、遠洋で堆積したものが大陸に付加したときに、このような褶曲構造ができたと考えられている。また、一般的に褶曲軸は、地層の走向と平行なことが多いなどの説明を受けた。

4. 伊勢市神園地区地すべり地見学

この地区の地すべりはA～Eまでの5ブロックに分けられている。一番大きなAブロック内には民家が2軒存在している。現在までの対策工としては、集水井内から水抜きボーリングを掘削し、地下水位を下げるように試みられたが、施工後も側溝に変位をきたすなどの被害が確認されている。当日は雨のため車内からの見学となったのが残念である。

5. 多気町五桂池付近の中央構造線露頭見学

今回の研修会の最後の見学として、応用地質(株)の安江氏の指導のもと、多気町五桂池付近において中央構造線露頭見学を行った。

研修地周辺の中央構造線は、軟弱な断層粘土や破碎帯が差別浸食で鞍部列や直線的な谷を形成しており、リニアメントとして認められるものと考えられている。このため、露頭では断層粘土などの破碎帯などの弱部は、露頭として確認はできない。しかしながら、研修地露頭の特徴は、領家帯のマイロナイトと三波川帯泥質片岩の間に和泉層群の砂岩泥岩互層が狭在するという、三重県にしては珍しい露頭であり、非常



写真-4 五桂池付近中央構造線露頭見学状況
(手前側の赤褐色部の露頭は三波川帯の黒色片岩破碎部。奥の黒灰色の露頭は和泉層群の砂岩頁岩互層の破碎部。)

に興味を引くものであった(写真-4参照)。

6. おわりに

今回の研修会では三重県の地質について、特に中央構造線について多くのことを学べた。今年、長野から転勤してきた私にとって、三重県の地質は興味深いものであり、大変有意義な二日間となった。

途中、雨に見舞われ、一箇所バスから降りての見学ができなかったところもあったが、全行程滞りなく行えた。

今後もこのような研修会には積極的に参加させて頂き、自分の知識と能力の向上に努めていきたいと思う。

中部地方整備局防災訓練参加報告

防災委員会 堀田 恒雄

平成16年9月1日（水）に行われました「平成16年度中部整備局防災訓練」につきまして、会員皆様のご参加をいただき、無事、訓練を終了いたしました。厚く御礼申し上げます。

以下に、実施経過・反省点についてご報告いたします。

1. 防災訓練 協会災害応急対策本部出席者

本部長（理事長） 下川 裕之
幹事長（防災委員長） 堀田 恒雄
副幹事長（防災副委員長） 大橋 正

2. 訓練経過

① 08:00～08:30

本部（協会事務所）に集合

② 09:00

中部整備局防災対策本部より、本部設置確認の連絡が入る。

③ 09:05～09:30

電話を受け、協会員各社に災害応急対策本部設置の第1報をFAX。引続き、中部地方整備局へ返送する。

④ 10:10

地震発生を受けて、協会員各社の応急復旧に対応できる体制、情報の提供の依頼により派遣動員表作成の第2報をFAX。

⑤ 10:20～11:40

本部にて協会員各社の応急復旧に対応できる体制、情報を集約

⑥ 11:45

情報集約結果を、本部より中部整備局宛、FAXにて報告。

⑦ 12:05

中部整備局より、最新情報の提供のFAXが入り追加として再度最新の派遣動員表を返送する。

⑧ 12:05～12:30

本部を維持

⑨ 12:30

中部整備局より「訓練終了」の指示と「協力お礼」の電話が入る。

⑩ 13:30

協会災害応急対策本部 解散

3. 改善・留意すべき点

① 応急復旧体制データの集計に時間がかかりすぎた。（迅速性発揮のためには？）

② 実際の災害時の対応についての検討。



左より 堀田、下川、大橋の各氏

なお、訓練に先立ち、8月18日、連絡の円滑化を検討するための防災委員会を開催し、「防災訓練マニュアル」および連絡用紙等の作成を行いました。

総務委員会活動報告

委員長 加藤辰昭

平成15年度～平成16年度の総務委員会は以下のメンバーで構成されています。

委員長：加藤 辰昭 (富士開発(株))
 副委員長：大久保 昌明 (朝日土質(株))
 委員：鈴木 幹夫 (東海ジオテック(株))
 委員：大久保 卓 ((株)大和地質)
 委員：橋井 智毅 ((株)ダイヤコンサルタント)

総務委員会が担当している主な内容として以下(イ)～(ト)7項目です。

- (イ) 予算ならびに事務局運営に係わる事項
- (ロ) 新会員の入会促進活動
- (ハ) 発注機関との意見交換の実施
- (ニ) 入札契約問題・倫理規定等に対する対応
- (ホ) 三支部協議会の実施
- (ヘ) 会員相互の親睦の実施
- (ト) その他の協会運営に関わる事項

総務委員会で、毎年一番頭を痛めるは、年間予算(案)の作成、並びに今年度の予算配布についてです。国の方針であります公共事業削減の影響で地質調査業の会員数削減、すなわち最近4年間で11社(平成16年度会員数54社)退会に見られるとおり、不況の嵐が吹き荒れる厳しい現実を目のあたりし、限られた予算内で事務局の運営、各委員会(8委員会)から要求される事業計画に係わる予算配布での調整と、ない智慧をしぼっている次第です。また、このように時代ですので新会員の入会促進に努めてはいますが、非常に厳しいものがあり思うにまかせません。過去3年に亘り担当してまいりました中部地方整備局との意見交換会も特別委員会を新たに設置したことにより後方支援にまわることとなりましたが、マンネリ的な交換会ではさほど意味がないとの思いがあり、

特別委員会を中心に協会として充分検討した結果、今年度は開催を見送ることになりました。

三支部協議会「愛知；岐阜；三重」につきましては、中部地質調査業協会2人「理事長；副理事長」：各支部協会より2人、計8人参加で各支部協会総会後、総会資料を持ち寄り会合をもち、各支部協会の運営報告・活動報告を行い各支部協会が問題もなく運営されていることを確認しました。

会員相互の親睦については、親睦を目的とした行事で、ここ数年厳しい社会環境の中で、残念ながら本年度も参加者の減少が見られ、やはり厳しい受注環境に原因があると推察する次第です。

参考までに過去の5年間の行事への参加実績を、表-1～3にまとめておきました。

表-1 ボウリング大会

	参加者数	参加会社数
平成12年度	117	30
平成13年度	114	30
平成14年度	72	21
平成15年度	89	24
平成16年度	93	24

表-2 ゴルフ大会

	参加者数	参加会社数
平成12年度	27	27
平成13年度	28	28
平成14年度	23	23
平成15年度	28	27
平成16年度	24	23

表-3 麻雀大会

	参加者数	参加会社数
平成12年度	40	25
平成13年度	38	28
平成14年度	—	—
平成15年度	40	25
平成16年度	43	27

最後に総務委員会活動について、委員全員で協会・会員各社の発展の為に、裏方的努力をしております。今日この頃厳しい社会環境の中で地質調査業を取り巻く社会、経済環境変化を的確にとらえ、限られた予算を各委員会活動に支障をきたさない様に配付し、各委員会活動がスムーズに行われる様に努めるとともに、社会にアピールしていきたいと考えております。

検定委員会報告

委員長 古澤邦彦

本年度から登録検定委員会が検定委員会に変更となりましたが、委員は変更なく以下の6名のメンバーで構成されています。

委員長：古澤 邦彦（玉野総合コンサルタント㈱）

副委員長：橋井 智毅（㈱ダイヤコンサルタント）

委員：鈴木 修司（㈱栄基礎調査）

委員：鈴木 太（㈱東海環境エンジニア）

委員：中村 文紀（日本物理探鉱㈱）

委員：西部 雅英（㈱ヨコタテック）

当委員会は、地質調査技士に係わる講習会、検定試験及び登録更新の企画運営を行っております。

地質調査技士資格は、平成15年度より「現場調査部門」と「現場管理部門」の2部門、今年度からは「土壌・地下水汚染部門」が加わり、3部門の検定試験が始まりました。

この内「現場管理部門」「土壌・地下水汚染部門」では、試験内容に論文記述式が導入されました。また、登録更新講習会についても今年度から1.5日→1日に短縮されることになりました。

今年の委員会活動を振り返りますと、

・地質調査技士受験者対象講習会

平成16年6月25日

愛知県産業貿易会館 受講者数127名

部門別講習会の開催

現場調査部門：25名

現場管理部門：84名

土壌・地下水汚染部門：18名

・第39回地質調査技士資格検定試験

平成16年7月10日

ウイル愛知 受験申込み者数116名

現場調査部門：24名

現場管理部門：77名

土壌・地下水汚染部門：15名

・第21回登録更新講習会

平成16年11月30日

ウイル愛知

受講者数141名

地質調査技士資格は、平成13年度より全地連の技術委員会及び検定委員会主導の基での民間資格となりました。しかし、国交省始め2次官庁等の技術資格要件として明記されており、地質調査を行う上では重要な資格であります。

平成16年7月10日に実施された地質調査技士資格検定試験では、合格者数が現場調査部門7名/24名（合格率29%、全国=39%）、現場管理部門13名/77名（合格率17%、全国=30%）となり、両部門とも中部地区での合格率がやや低い傾向にあり、受験者対象講習会について検討が必要と思われれます。

また、新設されました「土壌・地下水汚染部門」については、協会員外の受験者が大半であるが、合格者数は6名/15名（合格率40%、全国=31%）と高く、関心が大きいことが伺えます。今後も需要が高まると予想されます。

このような資格制度改正を通じ、地質調査技士資格の社会的地位向上のため、全地連を始め当中部地質調査業協会も発注者側に対して更なる「アピールや要望」を鋭意努力してまいります。この一環として、昨年より地質調査技士部門別資格者名簿の作成を当委員会で担当しており、今後も会員の皆様のご理解とご協力をお願いすると共に、益々のご活躍を祈念いたします。

最後になりますが、委員会活動に対しご尽力いただいた各委員及び会員各位に心から感謝申し上げます。

広報委員会報告(旧積算委員会)

委員長 井戸 忍

1. 委員会の名称と役割の変更

平成16年度の総会で常設委員会の一部に名称変更があり、それまでの積算委員会は『広報委員会』に改められました。

新しい広報委員会の役割は、

- (イ) 発注者に対する陳情活動
- (ロ) 発注者からの依頼に対する回答
- (ハ) 全地連積算委員会との連絡
- (ニ) 全地連刊行物の配布

の4項目です。

旧積算委員会の役割と替わり映えしませんが、(ニ)の項目を旧広報委員会から引き継いでいます。

新・広報委員会の主たる活動が、発注者に対する陳情活動にあることは旧・積算委員会の時と変わりありませんが、陳情以外の分野でも外部に発信することを目指そうとしております。

まだ具体的な活動をするには至っておりませんが、協会内外の要望に応えたいと考えておりますので、会員皆様のご協力をお願いいたします。

2. 赤本はお役に立っていますか

平成15年の秋に『全国標準積算資料—土質調査・地質調査—』(通称：赤本)の平成15年度改訂歩掛版が発行されました。

当時の積算委員会はこの赤本345部を無償で配布し、そのPRに努めましたが、お使いいただいておりますでしょうか。

国土交通省が市場価格を用いて地質調査の積算をされるようになって以来、歩掛を必要とするケースが減少しておりますが、赤本には地質調査のあらゆる項目について歩掛が示されております。

単に見積に使用するだけでなく、工程を検討

する場合に、示されている歩掛から所要日数を計算するといった使い方や、地質調査を計画する時の教科書とする使用法もあろうかと思えます。

500ページにもおよぶ厚い本になっていますが、その内容については全地連が存在意義を掛けてメンテナンスしている資料集ですから、必ずお役に立つものであると信じております。

広くご活用いただけることをお願いいたします。

3. 平成16年度の陳情活動から

平成16年度の陳情活動は、

- ①調査の中立性を保つために専門会社をご活用下さい
- ②地質調査技士の所属している会員会社をご活用下さい

の2項目をテーマにして、実施しました。

地質調査は非常に専門性の高い業種であると認識しています。このような特徴のある地質調査業がその力量を発揮するためには、分離発注していただいて独立した立場で業務が遂行できることと、地質調査技士を中心とする専門の技術者がその業務を担当することが不可欠です。

このような考えに基づいて要望書を作成し、陳情活動を実施しました。

発注者の方々にはおおむねご理解いただけたものと思っております。

更なるご支援をお願いしたいと思います。

またこの地質調査技士は、中部地質調査業協会の会員会社に500名余が登録されております。これらの技術者は、地質・地盤・土壌地下水汚染調査を実施する専門技術者です。

広報委員会としては地質調査技士の存在をアピールし、地質調査業の特異性を認めていただけるよう今後も活動していく所存です。

重ねて、会員皆様のご協力をお願いいたします。

研修委員会報告

委員長 伊藤重和

研修委員会は会員の技術力向上のための技術研修会や安全衛生教育を推進することを目的として活動し、4年が経過いたしました。

昨年は大変災害の多い年で7月の新潟・福島豪雨や福井豪雨、9月には浅間山の噴火に続く東海道沖、和歌山県沖でのM=7.0クラスの地震の発生、21号台風や23号台風、そして10月の新潟県中越地震と未曾有の災害が続きました。これら一連の事象は、日本という国がいかに脆弱な国土を有し、厳しい自然条件にさらされているかということをお我々に再認識させるとともに、防災や環境面においても十分配慮がなされた社会資本整備の必要性を強く意識させるものであったと思います。

このような状況の中、研修委員会では地質、土質そして地下水に関する専門的分野についての見識を深めるだけでなく、社会資本そのものの必要性について理解するという事も視野に入れ、以下のような事業を実施いたしました。

まず一つ目として5月に一泊二日の現場研修会を実施しました。今回の研修先は三重県方面とし、中部国際空港へのアクセス港となる賢崎海岸や防災・環境に配慮された香良洲地区のふるさと海岸事業の見学、また昨年3月に全線供用された国道166号の高見トンネル付近の地すべり対策工の見学、英虞湾を船から見学する海上での研修、中央構造線の露頭見学等を行いました。この現場研修会の詳細につきましては、別途参加者による2編の報告がありますので、そちらを参照していただきたいと思ひます。

次に二つ目として10月に、土木学会中部支部出前講座の制度を利用させていただき、地元名古屋における道路、河川、下水道づくりに関しての講演会を開催いたしました。タイトルは「道

づくりの歴史と未来」、**「名古屋の川づくり」**、「都市における下水道の役割」として名古屋市緑政土木局、上下水道部より3名の講師にご尽力いただき有意義な講習会となりました。本講習会ではこれまでの災害による被害紹介などを交えながら、特に生活環境の向上や災害に強い街づくりに重点をおき、今後の社会資本整備のポイントについて勉強することができました。

最後に新春技術者懇談会であります。今回は名古屋大学の辻本教授をお招きし、この名古屋地区において5年前に大災害をもたらした東海豪雨や昨年の新潟・福島豪雨について『「治水と水防災」～河川堤防に着目して～』というタイトルでご講演いただきました。その後恒例の立食による懇親会を開催いたしました。懇親会では辻本教授を交え各社の経営者層や技術責任者とともに今後の災害対策の考え方や社会資本整備のあり方等貴重な意見交換ができたものと感じております。

11月には当委員会主催の講習会ではありませんが、名古屋において環境省、社団法人土壌環境センター、我々の上部団体である社団法人全国地質調査業協会連合会との共催による「土壌汚染状況調査講習会」の開催支援をいたしました。この講習会は平成15年2月に施行された土壌汚染対策法において大変重要である土壌汚染状況調査についての講習会であり、他の業界の指定調査機関も含め200名近い参加のもと開催されました。

最後になりますが、日頃より委員会活動の趣旨を十分ご理解いただき、ご支援いただきました国土交通省中部地方整備局、土木学会中部支部、名古屋市の関係者各位、名古屋大学の辻本教授、また委員会及び講習会の運営に惜しみなくご尽力いただきました委員及び関係者各位に心より感謝いたします。

今後とも皆様の絶大なるご支援とご協力を賜りますよう心からお願い申し上げ、委員会報告とさせていただきます。

編集委員会報告(旧広報委員会)

委員 平野義明

昨年度までの「広報委員会」は、今年より名称を「編集委員会」に改め、編集委員8名とホームページWG7名で活動しております。本委員会の主たる活動は、「土と岩」の年1回の発行とホームページ活動であります。ホームページWGの活動については、別途報告がありますので、ここでは「土と岩」の編集について報告致します。

1. 記事の選定

「土と岩」の記事は時代により変遷しておりますが、近年の編集方針はその年、年のトピックスを反映したテーマもしくは、継続性のあるテーマを選定し特集記事を組んでおります。昨年の52号では「地盤環境」、今年度は「濃尾地盤」を特集記事としております。

また、堅苦しい技術論文のなかにあってコーヒープレイク的な効果を持つエッセイを地質業界以外の分野の方に書いていただいております。今年度の53号では、「土壌蓄熱式床暖房システム」について掲載することができました。

その他、定番記事であります会員による技術論文・技術研修会報告・常設委員会報告・「土と岩」読者アンケート結果等、盛沢山な内容になっております。47号から今年度号までのエッセイのタイトルを表-1に示します。

エッセイは47号より継続的に掲載され、趣味

表-1 散文記事のタイトル

発行年	No.	散文のタイトル
2005年	No.53	土壌蓄熱式床暖房システム
2004年	No.52	ひつまぶし
2003年	No.51	ざる蕎麦の囲碁雑感
2002年	No.50	濃尾平野周辺の温泉事情
2001年	No.49	21世紀は土でない土の時代
2000年	No.48	コーヒーと水
1999年	No.47	地質とワイン

に関することから、他分野の専門に関すること、地質に少しは関係する話などバラエティーにとみ、楽しい読み物として好評を博しております。

2. 編集

7月12日に第一回編集委員会を開き編集方針を決め、外部執筆者の選定及び依頼、委員会等の各担当者へ原稿依頼、会員への技術論文の公募を行いました。

原稿を11月末までに頂き、12月までに2度の校正を行い、その後に執筆者の方々の本人校正を経て、さらに2回のチェックを済ませ、印刷・製本に至りました。執筆者のご協力と関係者のご尽力により、遅れることなく年度末に製本が出来上がりました。

3. 送付先

配布先は協会会員はじめ東海3県の自治体・公社、中部地区の一次官庁・公団・事業団と大学関係者、全治連・各地域の地質調査業協会、各県立図書館等に約700部を5月連休明けを目処に発送いたします。

発行部数等についても予算との兼ね合いを見ながら検討し、あらたな送付先についても検討いたしました。

4. 今後の編集に関して

今後とも、より一層の内容の充実を図り、会員の皆様のみならず、一般の読者の方々に「土と岩」の発刊が待ち遠しいと言われるように努力していく所存です。

紙面の充実には、皆様からのご意見・要望が大いに役立ちます。今回発刊いたしました53号をお読みになった後、アンケートをお送り戴きたくお願いいたします。

「土と岩」は、協会会員のみならず読者の皆様のご協力により支えられています。今後ともより一層のご支援を賜りますようお願い致します。

技術委員会報告

委員長 渋木雅良

平成16年度の技術委員会は、下記6名のメンバーで構成されています。

委員長：渋木 雅良（応用地質㈱）

副委員長：宮下 高昭（㈱帝国建設コンサルタント）

委員：水藤 政勝（サンコーコンサルタント㈱）

梅村 逸雄（㈱キンキ地質センター）

森澤 千春（㈱トーエネック）

曾我 祐人（復建調査設計㈱）

本年度の技術委員会活動方針は、第44回通常総会において満場一致で承認されました以下の3項目です。

- ① 会員各社の技術力向上を目的とした技術研究の促進
- ② 地盤工学会中部支部及び日本応用地質学会中部支部等の諸行事への共催及び協力
- ③ 地質調査技士関連講習会への講師派遣

②・③については例年実施していることでもあり、その企画運営に迷いはありませんでしたが、①の企画については相当議論し「GIS技術の勉強も一区切りしたことから、会員各社の若手技術者の発表技術力向上、しいては地質調査業の社会的地位向上という観点から発表会を企画する。具体的には、技術委員会で発表用のマニュアルを作成し会員各社に配布したうえ、そのマニュアルに沿って原稿執筆・発表を行っていただき、発表力の向上を目指そう（2年後には全地連技術フォーラム開催が名古屋で計画されており、このイベントの準備も兼ねる。）」と決定いたしました。

5月から準備をはじめ、原稿執筆要領から発表用資料作成要領、発表要領まで網羅した「発表用マニュアル」の作成、発表原稿の募集方法（要

旨募集から本文募集の2段階募集）、発表会及び論文集の細部検討等、委員会は精力的な活動を展開しました。

その集大成として平成16年10月20日、会場メルパルク名古屋において、発表19編、参加者58名のもと、「平成16年度中部ミニフォーラム～若手技術者発表力向上を目指して～」と題しての発表会が盛大に開催されました。

佐藤副理事長の開会挨拶でスタートし、発表は各編10分の発表と5分の質疑応答で進められました。すべての発表完了後、論文発表優秀賞の表彰、発表会総括、そして閉会の挨拶と続きましたが、ちょうど台風23号が中部地区を直撃、最後は予定より30分早めての終了となりました。

最優秀発表賞は下山みを氏（応用地質㈱）

優秀発表賞は 宮田善郁氏（応用地質㈱）

が受賞しました。

なお、採点は技術委員を中心に7名の採点者で執筆技術力とプレゼンテーション技術力の評価を行いました。

採点結果は、技術委員会において、発表者一人一人にコメントをつけてフィードバックし、発表技術力向上にさらに役立てていただこうと計画しています。

繰り返しになりますが、再来年にはこの名古屋で全地連技術フォーラムが開催されます。

「わかり易いプレゼンテーション資料」「時間をきちんと守った発表」そして何よりも「実務を通しての発表内容」を回を重ねるごとに進化させ、全地連技術フォーラムに臨む下地作り、しいては地質調査業の地位向上を目指したいと考えております。



発表会風景

防災委員会報告

委員長 堀田恒雄

平成16年度の防災委員会は、下記メンバーで構成されています。

委員長：堀田 恒雄（三祐株）

副委員長：大橋 正（基礎地盤コンサルタンツ株）

委員：高橋 豊文（株新東海コンサルタント）

伊藤 定一（株興栄コンサル）

野口 敦庸（株松原工事事務所）

防災委員会のメインテーマは、「災害時における中部地方整備局所管施設の緊急的な災害応急対策の支援」に対する協会の体制整備とその体制に基づく「防災訓練」です。

中部地方整備局と協会との協定に基づき、7月上旬から皆様のご協力を得ながら精力的に進め完成した「災害応急の実施体制」を、8月4日、中部地方整備局企画部木全防災対策官に持参いたしました。

亦、この8月4日には、中部地方整備局災害支援協定団体等会議が、中部地質調査業協会はじめ17の支援団体招集のもと開催された。中部地方整備局企画部木全防災対策官の司会進行のもと、渥美環境調整官の挨拶にはじまり、災害時の情報連絡及び共有について、資機材情報の共有化（一元化）について等の議事に関して中部地方整備局の意向が示され、それに基づき各団体による意見交換が行われた。

9月1日の防災訓練に向けては、訓練がスムーズに行くよう、8月18日に委員会を開催し、防災訓練の運営について検討し、協会関係各位に、

- ・「9月1日」防災の日防災訓練マニュアル
- ・災害応急対策実施体制

などの資料を作成して配布いたしました。

その結果、

- ① 前年度の課題は概ねクリアをしましたが、応急復旧体制データの集計に時間がかかりすぎた事。
- ② 実際の災害時の対応について等今後の課題となるところです。

ご協力いただいた協会関係各位にお礼を申し上げますとともに、いっそうのご支援、ご協力を賜りますようお願いいたします。



ホームページ・トピックス

編集委員会・ホームページWG 渡辺 博文

- 協会の概要
 - 協会組織・名簿
 - 中部協会の案内図
 - 中部協会の仕事
- 地質調査業とは？
 - 地質調査の目的・役割
 - 中部地方プロジェクト
- 技術資料
 - 濃尾の地盤
 - フォーラム優秀賞の紹介
 - 地質・防災・環境Q&A
- 出版物の紹介
 - 「土と岩」目次
 - 40周年記念誌
- リンク集
 - 新着サイト情報紹介
- 会員のみなさまへ
 - 講習会・研修会のご案内
 - 協会・各委員会ニュース
 - 年間行事予定
- 県支部情報
 - 資格取得コーナー
 - 地質見学スポット
 - 協会の紹介
- お問い合わせ
 - FAQ
 - HOME

中部地質調査業協会



●中部地質調査業協会のホームページWGは、平成11年10月から活動しており、現在6年目になります。今まで、協会員の皆様に各種行事の開催案内や委員会活動状況をお知らせする場として、また一般の皆様への地質調査業界のアピールの場となるように努めて参りました。これからも、皆様からの情報提供や御意見・御要望を取り入れて充実した内容となるよう改善してゆきたいと思っておりますので、御協力をよろしくお願い致します。

昨年は災害列島を象徴するような台風や地震等による自然災害が全国各地で多発し、さらには東海・東南海・南海地震に対する関心も高まっており、我々地質調査業界が果たす役割も益々重要になっております。

一方、今年は中部の主要プロジェクトである中部国際空港セントレアの開港、愛・地球博の開催を迎え、中部の飛翔の年でもあります。このような、災害やビッグプロジェクト関係の最新情報も最近では様々なホームページで紹介されており、当協会のホームページにおいてもリンク集等により情報収集の便を図っておりますのでぜひ御活用下さい。

なお、当協会のホームページの作成・更新作業は下記の委員の方々が中心になって行っておりますので、御意見・御協力をよろしく御願ひ致します。

協会HomePage URL <http://www.i-chubu.ne.jp/~cb-gsea/>

Emailアドレス cb-gsea@mb.i-chubu.ne.jp

【ホームページWGの委員構成】

- リーダー 渡辺 博文 (株)東京ソイルリサーチ
- サブリーダー 矢野 泰孝 (株)アオイテック
- 委員 伊藤 ひとみ 富士開発(株) 佐藤 一二美 応用地質(株)
- 委員 瀬古 卓弘 東邦地水(株) 新實 智嗣 (株)応用地学研究所
- 委員 米田 英治 川崎地質(株)

「土と岩」52号

読者アンケート結果

編集委員会

1. はじめに

アンケート調査は、「土と岩」の掲載内容や編集方針について、読者各位のご意見やご希望をお聞きし、本誌をより充実した「会誌」にすることを目的として、No.45より開始され今回で8回目となります。

今回の発送数は690で、表-1に示すように、回答数は28と例年に比べ非常に少なくなりました。回答率は4.1%でした。

表-1 経年アンケート回答数

発刊号	発送数	回答数	回答率(%)
No.45	754	50	6.6
No.46	651	73	11.2
No.47	635	77	12.1
No.48	615	101	16.4
No.49	754	83	11.0
No.50	580	77	13.3
No.51	705	78	11.1
No.52	690	28	4.1

2. アンケート調査集計結果について

アンケート調査は、No.52「土と岩」の読者アンケートとして、はがきにて回答を求めたもので、設問の内容は以下の4点です。

- 設問1. 特に印象に残った記事・論文
- 設問2. 技術的に参考となった記事・論文
- 設問3. 今後の発刊に対するご意見
- 設問4. その他

回答数における設問別の回答数は表-2のとおりです。

表-2 アンケート回答数における設問別回答数

回答数	設問1	24 (85.7%)
28	設問2	21 (75.0%)
	設問3	13 (46.4%)
	設問4	6 (21.4%)

(カッコ内は回答率)

■ 設問1. (特に印象に残った記事・論文)

設問1への回答は24ありました。内訳は、防災GIS関連についてが11、技術論文についてが8、特集地盤環境についてが5でした。

防災GISについての関心が比較的高いようです。

■ 設問2. (技術的に参考となった記事・論文)

設問2への回答は21ありました。この内訳は、技術論文についてが11、防災GISについてが6、特集についてが3、その他が1でした。

地盤環境・土壌汚染および防災GISの関連する記事・論文について全般に関心が高い結果でしたが、技術論文4編の内、「トンネル調査における高密度電気探査の有効性について」への回答が比較的多く、関心を集めたようです。

■ 設問3および4. (今後の発刊に対するご意見, その他)

今後の発刊に対する意見とその他として頂いたご意見・ご要望をまとめてご紹介します。

- ・新しくかつ安価な調査法・試験法について。
- ・施工現場での地質に関する報告。
- ・施工者側からみた調査結果の評価。
- ・東海、東南海、南海地震の被害予想・震度マップ。

・CALS/ECの取り組み状況，実情について。
など，調査の新技术についてや施工現場からの評価に関するご要望が目立ちました。

また，これ以外では，若手の意見，素人にもわかる内容の解説，日頃の素朴な発見程度の論文，といった身近な話題の記事の掲載や，励まし，編集に関するご指摘も頂きました。

■ 最後に

技術論文を含め地盤環境に関連する論文と防災GISに関連する論文が多くページを占める52号でした。これらに関する論文について全体に関心の高い声が寄せられました。

アンケート調査結果は，読者の方々からの貴重な資料であり，今後もさらに「土と岩」が充実した内容となるよう，努力していきたいと考えています。

アンケート調査にご協力していただいた各位に対し深く感謝いたします。

(編集委員・森下康之)

中部地質調査業協会会員名簿

平成17年3月31日現在

会 社 名	代 表 者	住 所	電 話 番 号
(株) ア オ イ テ ッ ク	小川 博之	名古屋市北区上飯田南町2-45-1	052-917-1821
青葉工業(株)名古屋支店	武藤 英教	名古屋市北区黒川本通4-32-1	052-915-5331
朝 日 土 質 (株)	大橋 英二	岐阜市須賀4-17-16	058-275-1061
(株)応用地学研究所名古屋支店	谷元 正範	名古屋市東区相生町30	052-934-2321
応 用 地 質 (株) 中 部 支 社	洪水 雅良	名古屋市守山区瀬古東2丁目907	052-793-8321
川 崎 地 質 (株) 中 部 支 社	浅田 延正	名古屋市名東区高社1-266 ラウンドスポット一社ビル	052-775-6411
(株)キンキ地質センター名古屋支店	梅村 逸雄	名古屋市昭和区雪見町1-14	052-741-3393
基礎地盤コンサルタンツ(株)中部支社	大橋 正	名古屋市西区菊井2-14-24	052-589-1051
協 和 地 研 (株)	駒田 貞夫	松阪市郷津町166-8	0598-51-5061
興 亜 開 発 (株) 中 部 支 店	秋本 秀一	名古屋市天白区原2-2010	052-802-3121
(株)興栄コンサルタント	小野 優	岐阜市中鷯4-11	058-274-2332
国土防災技術(株)名古屋支店	伊藤 英男	名古屋市名東区一社3-129	052-705-2200
サンコーコンサルタント(株)名古屋支店	倉知 秀行	名古屋市中村区椿町21-2 第2太閤ビル	052-452-1651
(株) 栄 基 礎 調 査	鈴木 修司	名古屋市守山区本地が丘1702	052-779-0606
三 祐 (株)	川合 範男	名古屋市中村区名駅南1-1-12	052-563-5541
(株)シマダ技術コンサルタント名古屋営業所	妹尾 俊美	名古屋市名東区つつじが丘609	052-773-9281
(株)新東海コンサルタント	二夕月清文	津市江戸橋1-92	059-232-2503
住鉱コンサルタント(株)名古屋支店	平野 義明	名古屋市中区千代田5-8-30 第一三英ビル	052-243-6750
西 濃 建 設 (株)	宗宮 正和	岐阜県揖斐郡斐斐川町三輪1159-8	0585-22-1221
(株)タイム技術サービス	水間 昭滋	名古屋市昭和区向山町2-58-2	052-763-8400
(株)ダイヤコンサルタント中部支社	橋井 智毅	名古屋市熱田区金山町1-6-12	052-681-6711
大成基礎設計(株)名古屋支社	田上 博彰	名古屋市中区伊勢山1-1-1	052-323-3611
(株) 大 和 地 質	大久保 卓	名古屋市中川区八剣町4-28-1	052-354-5700
(株)高須ボーリング	高須 邦彦	豊橋市東高田町664	0532-65-7227
玉野総合コンサルタント(株)	田部井伸夫	名古屋市中村区竹橋町4-5	052-452-1301
中央開発(株)中部支店	大鹿 明文	名古屋市中村区牛田通2-16	052-481-6261
(株)中部ウエルボーリング社	佐藤 安英	名古屋市千種区東山通5-3	052-781-4131
(株)帝国建設コンサルタント	篠田 徹	岐阜市青柳町2-10	058-251-2176
(株)トーエネック	山田 久雄	名古屋市港区千年3-1-32	052-659-1205
東海ジオテック(株)	杉浦 市男	豊橋市明海町33-9	0532-25-7766
(株)東海環境エンジニア	鈴木 誠	名古屋市中川区尾頭橋3-3-14	052-331-8121
東海地質工学(株)	森下 康之	名古屋市中村区剣町243	052-413-6231

会 社 名	代 表 者	住 所	電 話 番 号
(株)東京ソイルリサーチ名古屋支店	渡辺 博文	名古屋市中村区名駅3-9-13 MKビル	052-571-6431
(株)東建ジオテック名古屋支店	都留陽次郎	名古屋市南区笠寺町字迫間9-2	052-824-1531
東 邦 地 水 (株)	伊藤 重和	四日市市東新町2-23	0593-31-7315
南 海 カ ツ マ (株)	勝眞 浩一	津市上浜町5丁目64番地	059-226-4854
(株)日さく名古屋支店	村澤 利秋	名古屋市中川区富田町大字千音寺東尼ヶ塚117-2	052-432-0211
日特建設(株)名古屋支店	城戸 尚登	名古屋市中村区名駅3-21-4 名銀駅前ビル	052-571-2316
日本基礎技術(株)中部支店	大江 信夫	名古屋市北区平安二丁目4番68号 井元ビル3F	052-910-1881
日本地質コンサルタント(株)	大塚 明和	岐阜市日光町7-27	058-297-1200
日本物理探鑛(株)中部支店	下川 裕之	名古屋市中村区並木2-245	052-414-2260
富 士 開 発 (株)	加藤 辰昭	名古屋市千種区唐山町3-30	052-781-5871
復建調査設計(株)名古屋支店	曾我 祐人	名古屋市東区葵2-12-1 ナカノビル4F	052-931-5222
松 阪 鑿 泉 (株)	岩本 俣和	松阪市五反田町1-1221-5	0598-21-4837
(株)松原工事事務所	野口 敦庸	名古屋市天白区植田山3-1806	052-783-7201
松 村 工 業 (株)	松村 公夫	岐阜市藪田東1-6-5	058-271-3912
丸 栄 調 査 設 計 (株)	川口 勝男	松阪市船江町1528-2	0598-51-3786
村 木 鑿 泉 探 鉱 (株)	村木 秀之	名古屋市熱田区西野町1-2	052-671-4126
明治コンサルタント(株)名古屋支店	片平 宏	名古屋市名東区藤森2-273	052-772-9931
名 峰 コ ン サ ル タ ン ト (株)	谷村 光哉	名古屋市西区市場木町64	052-503-1538
大 和 開 発 (株)	金子 達夫	岐阜県郡上市大和町剣1601-3	0575-88-2199
(株)ヨコタテック名古屋支店	西部 雅英	名古屋市西区那古野1-15-18	052-565-9252
ライト工業(株)名古屋支店	武田 文雄	名古屋市中村区畑江通4-22	052-481-6510

賛助会員名簿

会社名	代表者	住所	電話番号
旭ダイヤモンド工業(株)名古屋支店	等々力 満	名古屋市東区葵1-16-37	052-931-2100
(有)カノ名古屋販売	上形 武志	名古屋市緑区大高町字丸の内73-1	052-621-7059
(株)神谷製作所	神谷 仁	埼玉県新座市馬場2-6-5	0484-81-3337
田辺産業(株)	田辺 誠	名古屋市守山区小六町9-21	052-793-5161
東邦地下工機(株)名古屋営業所	住友 信二	名古屋市守山区脇田町1513	052-798-6667
名古屋ケース(株)	伊藤 正夫	名古屋市熱田区桜田町5-5	052-881-4020
(株)マスタ商店	増田 幸衛	広島市西区東観音町4-21	082-231-4842
松下鋳産(株)	松下誠一郎	名古屋市昭和区車田町1-38	052-741-1321
(有)ワイビーエム名古屋販売	丸山 敏雄	名古屋市天白区菅田1-1208	052-804-4841

編集後記

立春とは名ばかりの、一年で一番寒く感じる季節、如月の名がやはり一番そぐわしい季節の中で編集後記を書いております。この書き出しで始まるのが、ここ3年の習わしとなっております。

昨年秋の台風による災害で昨年11月から特需的な忙しさに見舞われておりますが、そろそろ終演になるかといった感触です。災害特需に民間受注が重なっての忙しさと見受けられます。

確かに、全地連の受注動態報告が示すとおり、昨年の下半期あたりから民間受注が、対前年比プラスに転じ、概ねそのトレンドが継続しております。公共工事は相変わらず対前年比マイナスである受注環境を若干改善してくれています。

政府が言う「景気の踊り場」という経済環境が、建設業及び関連業に及ぶのはタイムラグがあり、もう暫く今の民間受注状況が続くものと思えますが、我々の業界の受注環境が、「踊り場」にさしかかるのが、いつになるのか、まるで見当が付きません。

前号編集時に比べまた今年度も協会員が減ってしまいましたが、今年度は数年ぶりに新規会員の加入があり、仲間が増えることは喜ばしきことです。

何はともあれ、本号を上梓できることは編集委員にとっては、責任が重い作業ではありますが、綿々と受け継がれてきた「土と岩」に賭ける情熱を絶やさずに済んだという安堵感に満たされる幸せな時でもあります。

本号では、以前読書アンケートにおいて「継続性のある特集記事」の御要望にお答えし、「濃尾平野特集」の第一弾として「濃尾地盤」を編みました。

永年、地盤沈下対策行政に携わって戴いた、愛知県環境部：地盤環境室から1遍、濃尾平野の地下地質に関する最近の話題の題目で名城大学：牧野内教授から1遍、濃尾平野の地震被害予測について岐阜大学：杉戸真太教授から1遍、のつごう3遍の記事を掲載することができました。

定番記事としては、協会員の自由課題による技術論文を4遍、2年後に2回目の当地区での開催となります全地連技術フォーラムの予行演習的位置付けで、若手技術者のプレゼンテーション力向上の目的で開催しました「中部ミニフォーラム」の優秀論文を2遍掲載しております。

そして、硬い内容の中でひときわ癒しの効果をもつ散文は、目から鱗の発想で、全国に施工実績が増えていく地元企業「サーマエンジニアリング」の福田社長に「土壌蓄熱式床暖房システム」を執筆戴きました。

協会からは、「防災訓練参加報告」(防災委員会)「常設委員会報告」「ホームページピックアップ」「読者アンケート結果」の4編を収めております。

最後に、ご多忙にも拘わらず、「土と岩」にご寄稿戴きました執筆者の皆様には心より感謝申し上げます。また、読者の皆様にお願いますアンケートの忌憚のない御意見を基に、更に充実した「土と岩」にしていく所存でございます。

編集委員会