



一般社団法人

関西地質調査業協会

Kansai Geological Survey Association



地質調査業における 建設DXへの取り組み

令和8年7月21日

京都府建設DXプラットフォーム推進会議

(一社)関西地質調査業協会 京都支部

(株)アーステック東洋 福塚 健次郎

(株)キンキ地質センター 高松 博司

(株)アーステック東洋 越智 稔



1. 地質調査業について(福塚)
2. 地質ビッグデータの利活用(福塚)
3. 地質BIM/CIMへの取り組み(高松)
4. AIと地質プロジェクト(越智)

1. 地質調査業について

(一社)関西地質調査業協会 京都支部

(株)アーステック東洋 福塚 健次郎

1. 地質調査業の特徴

土木地質調査＝学際領域(物理・地質・土木工学・地球工学の融合)

- ・地域地質密着型産業 かつ 学問領域近接型産業
- ・地質・土質・基礎地盤・地下水など**地下の不可視部分**について、地質学・地球物理学・土質工学などの知識や理論をベースに、地表地質踏査・物理探査・ボーリング・各種計測・試験などの手法を用いて、その形・質・量を明らかにする。

地質調査業登録規程(国土交通省)

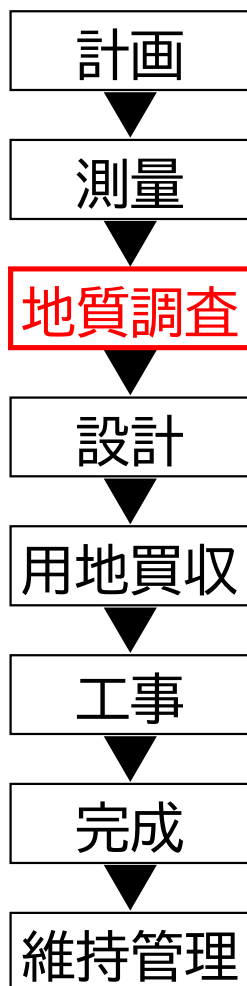
- ・技術管理者(技術士等)と、拠点毎の現場管理者(地質調査技士)の配置が必要
- ・独自の業務領域を持ち、設計・施工段階の前に実施されること等の理由により、他の建設関連業(測量・建設コンサル)とは分離発注され、独立した業となっている。

ハード・ソフト一体型産業

- ・現地での調査・計測を中心とする労務・フィールドワーク
- ・安全衛生管理(従事者及び第三者災害)、ライフライン災害防止
- ・調査結果に対する解析を中心とするデスクワークの連携が重要
- ・解析業務として、地質調査業務人件費と、建コン人件費の両方の積算がなされ、諸経費も各々計上

技術者継続教育・研鑽

- ・地質調査技士(エンジニア・フォアマン(試錐機長)とも)、5年毎の資格更新が必要
- ・地盤工学会、地質調査業協会、関西地盤環境研究センター等での研修・研究活動



地質・地盤の不確実性⇒地質リスクの存在

地質・地盤は自然に形成されたものであり、分布や性質は不均質かつ複雑。これらの不確実性は事故やコスト増大など、事業への影響を引き起こす。

地質調査業務発注には一定の予算が必要

これらが相前後する場合手戻りが生じるケースも

- ・ 予想外の軟弱地盤
- ・ 掘削地山等級の低下
- ・ 工法の変更
- ・ 工事費の増大
- ・ 完成した構造物の変状
- ・ 周辺水環境への影響

etc

地質リスクマネジメント

- ✓ 初期段階から地質技術者が関与して地質リスクを抽出することで、調査・設計・施工・維持管理に至るリスクコミュニケーションが円滑になり、事業コストの最適化や工期遅延の予防など、建設生産プロセス全体の生産性向上を図ることが可能となる。
- ✓ 関係者が不確実性を認識して共有、事業への影響を評価してリスク対応する仕組み。
- ✓ 多面的なリスクを想定して管理表を作成し、プロセス間で引き継ぐ。
- ✓ 想定される地質から、後継プロセスで生じうるリスクと対応方法を整理。
- ✓ 残存リスクがある場合には、対策工や適切なモニタリング手法を提示する。
- ✓ 地質リスク低減のための調査・設計マニュアル(近畿地方整備局)
- ✓ 土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン(国土交通省)

地質リスクマネジメントへの取り組み



・地質リスク：地質に係わる事業コスト損失そのものと、その要因の不確実性

＝予想される損失量×発生確率

- ・予想される地質に起因するリスクの影響度(損失値)と、リスクが現れる可能性の高さ(発生確率)を予測し、各々のリスクを低減(または回避)するための方策を検討する考え方。
- ・損失量を事前に定量的に求める事は困難なため、リスクの点数化やランク区分を行うことで、事前の措置(対策)の必要性を評価する。
- ・事業進捗が進んでくると取り得る対策に限りが生じるため、早い段階(計画・予備設計段階)で地質リスクを洗い出し、事前に地質リスクを回避する対策を設計段階から盛り込むような対応で選択肢が多くなる。＝「地質リスク調査検討」
- ・事業の進捗に応じて追加調査・修正設計・対策工・施工結果など、新たに得られる情報に応じて繰り返し検討することでマネジメントの精度を高め、かつ、継承することが可能。

道路・鉄道事業	切土法面のすべり破壊や豪雨時の崩壊、盛土施工後の基礎地盤の沈下 橋梁建設時の橋脚・橋台の沈下・傾斜 など
河川・海岸事業	堤防の漏水や堤体及び基礎地盤の液状化、河川・海岸施設の地震時の損傷 など
砂防事業	地すべり対策工の変状、想定以上の規模の土石流の発生 など
建築事業	建築物の不同沈下、地下掘削時の周辺地下水位の低下 など

地質リスク要因と土工・構造物の組合せによる地質リスク事象の抽出例



地質リスク要因 \ 構造物	切土	盛土	橋梁	トンネル
地すべり等 (岩盤崩壊、深層崩壊)	法面の不安定化 滑動誘起	滑動誘起 地下水位上昇	滑動誘起	坑口断面の不安定化 断面変形、滑動誘起
崩壊地形、崖錐堆積物等	法面の不安定化	地すべりの誘発	支持層の不陸による強度不足	坑口斜面の不安定化
風化帯・ゆるみ等	法面の不安定化	地すべりの誘発	支持層の不陸による強度不足	坑口斜面の不安定化
表流水、湧水、地下水	法面の不安定化 利水への影響	湿潤によるすべりの発生	仮設切土法面の不安定化 グラウチング材の流出 利水への影響	切羽への影響 利水への影響
集水地形	法面の不安定化 土砂水の流入	湿潤によるすべりの発生		坑口斜面の不安定化 土砂水の流入
浮石、転石	自然斜面からの落石	自然斜面からの落石	自然斜面からの落石	坑口への落石
流れ盤構造(断層、層理面、 スラスト、低角度断層)	法面の不安定化	地すべりの誘発	仮設切土法面の不安定化	坑口斜面の不安定化 切羽の崩壊
高角度の受け盤 (見かけ傾斜60°以上等)	法面の不安定化		仮設切土法面の不安定化	坑口斜面の不安定化
断層破碎帯、熱水変質脈、 岩脈等の不連続面(細層岩脈含)	法面の不安定化	地すべりの誘発	支持層深度の急変 仮設切土法面の不安定化	出水による切土法面の不安定化 利水への影響
特異な水理地質構造(水ミチ等)	法面の不安定化	湿潤によるすべりの発生	仮設切土法面の不安定化	出水による切土法面の不安定化 利水への影響
スレーキング	法面の不安定化(遅れ破壊)	法面の不安定化 圧縮沈下		覆工の変状 路盤の膨張
軟弱地盤		沈下、側方流動 液状化	沈下、側方流動、液状化 地盤改良範囲・工法の変更	坑門工の沈下 側方流動、液状化
支持層分布(土軟硬区分)	法面の不安定化 (不適切な切土勾配)	不同沈下	定着不足	支保工の大幅変更
土石流堆積物 (渓床・渓岸堆積物等)	土石流・土砂水の流入	土石流・土砂水の流入 横断管閉塞による排水不良	物性値のバラつき、土石流との遭遇による施工機械の不適合	坑口斜面の不安定化
有害物質 (硫化鉄、重金属含有鉱物)	土壌汚染材料の拡散 植生不良	土壌汚染 地下水汚染		土壌汚染材料の拡散

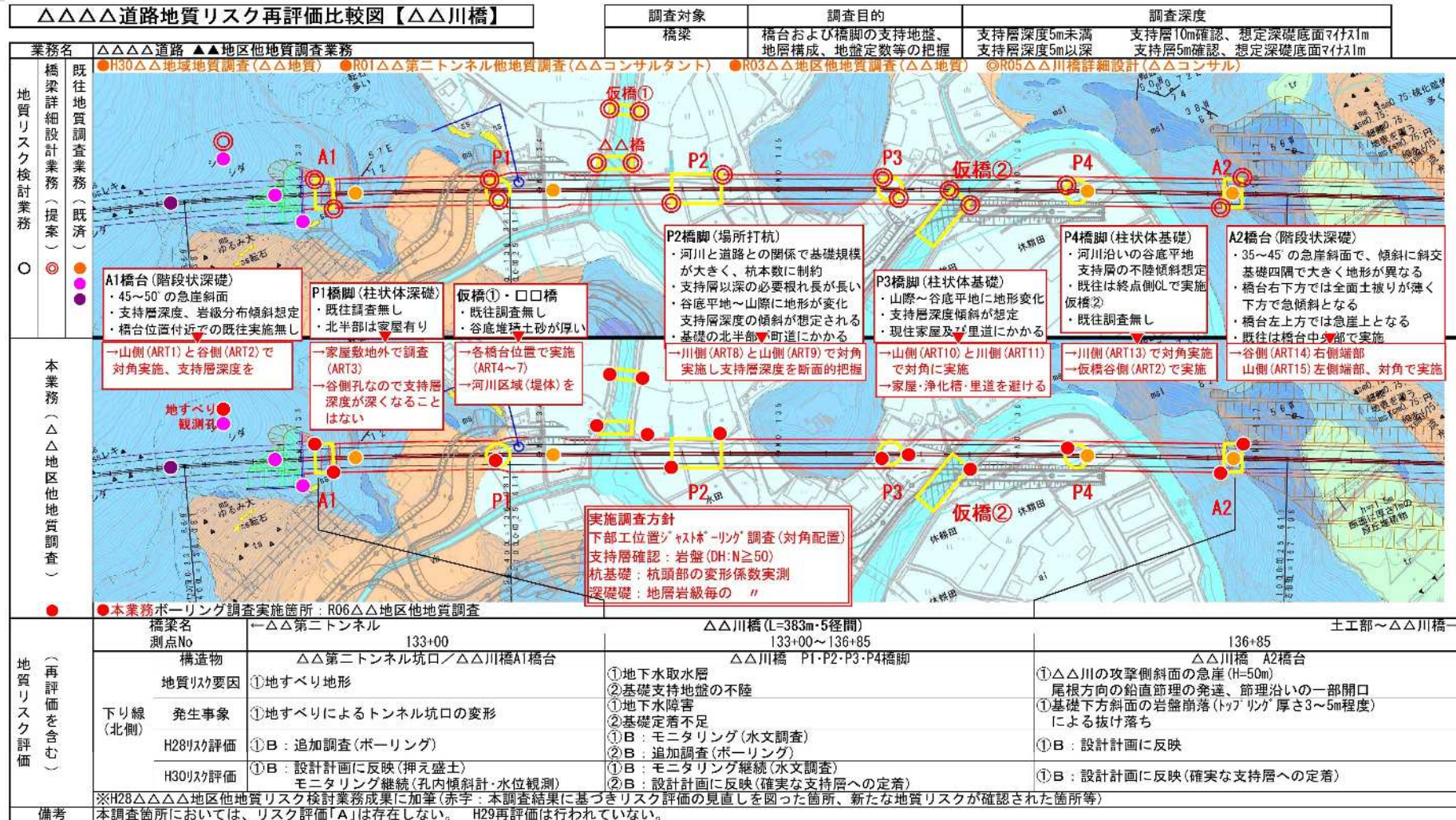
リスクスコアを用いた地質リスク事象の評価例



リスクスコアを用いた 地質リスク事象の評価例			可能性の高さ(発生確率)				
			非常に低い Very Low	低い Low	中程度 Medium	高い High	非常に高い Very High
影響度	非常に高い Very High	事業の 継続不能 となる影響	A	A	A	AA	AA
	高い High	事業が 中断 、 または 大幅な遅延 となる影響	B	A	A	A	AA
	中程度 Medium	損失を受けるが 事業は継続可能で遅延がある	B	B	A	A	A
	低い Low	軽微な修復で 事業継続可能となる影響	C	B	B	B	B
	非常に低い Very Low	事業の継続に影響を与えない	C	C	C	C	C

リスクランク	リスクの程度	リスク措置	
AA	事象が発現した場合、通常計画可能な 構造物や対策工による 対応が困難	回避	リスクを 回避 することが望ましい
A	事象が発現した場合、構造形式の変更や 安定性が 著しく低下する可能性 がある	低減	詳細な地質調査を実施して、 完全なリスク低減対策 を講じるべき
B	事象が発現した場合、軽微な追加対策や 対策範囲の 変更により対応 できる		地質調査を行い、 結果に応じた 適切なリスク低減対策 を講じるべき
C	事前の低減対策等の必要性が低いため、 施工・維持管理段階に リスクを留保	留保	リスク回避や低減対策を必要とせず、 施工段階へ リスクを留保 することが可能

リスク再評価比較事例(橋梁) 予備調査と詳細調査時の比較



一次調査～
予備設計段階
での
リスク評価

二次調査～
詳細設計段階
での
リスク評価

現段階での
リスク評価
申し送り事項

リスク評価申し送りシート(トンネルの事例)



位置 △△ トンネル	既往調査結果 (R04, △△地質)						今回調査結果 (R06, △△トンネル地質調査業務)						
	地質リスク 要因	発現事象	発生 確率	影響度	評価	対応方針	調査結果	地質リスク 要因	発現事象	発生 確率	影響度	再評価	今後の対応方針
起点側坑口 No. 345+81 ~ No. 346+21	転石	坑口上部からの 落石	中	大	B (低減)	地質調査、縦横断形状、 ポケットから詳細検討。 必要であれば落石対策。	上部斜面にはφ30~50cm程度の転石 が多く分布。	安定度の低いφ30~ 50cm程度の浮石、転石 が多数分布する。	坑口上部か らの落石	中	大	B (低減)	トンネル坑口上方の斜面の不安定転石に 対し、落石防護柵や発生源対策などの対 策工の検討が必要。
	崖錐堆積物	坑口斜面の不安 定化	小	中	B (低減)	崖錐堆積物および地山 をボーリング調査で確 認。	坑口上方の斜面に崖錐堆積物が厚く 分布する。	斜面に分布する崖錐堆 積物が不安定化する	坑口斜面の 不安定化	小	中	B (低減)	斜面上に分布する崖錐堆積物について、 切土掘削を行う場合には法面対策工の検 討が必要。
一次調査～予備設計段階 でのリスク評価							二次調査～詳細設計段階 でのリスク評価						
一般部 No. 346+21 ~ No. 349+51							崖錐堆積物および地山 をボーリング調査で確 認。						支持層深度が深く、坑門の支持力不足が 懸念され、床付深度や地盤改良などの検 討が必要。
	土軟硬区分 が不明	支保の大幅変 更	中	中	B (低減)	弾性波探査での地山の 硬軟を確認。	ボーリング調査によりトン ネル縦断面および横断方向に破砕帯 を確認した。 BrH21Tn-Kk01 孔のGL-36m付近から 12L/分の湧水が確認された。	破砕帯や風化帯の分布 により、切羽が不安定化 する。	切羽の不安 定化。天端 の崩落。	中	中	B (低減)	起点側坑口付近に破砕帯を確認、探査結 果からも破砕帯の分布を示唆する低速度 帯が他にも確認されるため、施工時に破 砕帯の分布に応じ、補助工法適用の検討 が必要。
	スレーキ ング	掘削の変状	中	小	C (保有)	スレーキング試験	スレーキング試験、破砕率試験の結果、 ややスレーキングしやすい地山で あることが分かった。	スレーキングによる地 山の強度低下や供用後 の長期圧縮沈下	掘削の変状	中 →小	小	C (保有)	スレーキングの進行による地山の強度低 下には注意し、A計測により内空変位等を計 測し、変状によっては補助工法を適用す る。
	重金属の含 有	重金属の溶出	小	中	B (低減)	バッチテストの実施	簡易 pH 試験では pH4~5 が一般的 であるが、pH4以下の区間がある。短 期溶出試験の結果、基準値を上回る砒 素、フッ素溶出が認められた。	重金属の溶出。 酸性化による環境への 影響やコンクリート構 造物の劣化。	重金属の溶 出	小	中	B (低減)	酸性化・重金属溶出のリスクがあり、施 工時の先進ボーリング等により採取した 試料を用いた分析、リスク判定を行い、 リスク低減対策の検討が必要。
低土被り部 No. 346+77 ~ No. 346+95	低土被り部	リスク報告書 に記述無し					No. 346+95付近の低土被り部では天端 付近にGL-36m付近の地質 No. 346+95付近の低土被り部は天端 付近にGL-36m付近の地質 No. 346+95付近の低土被り部は天端 付近にGL-36m付近の地質	調査結果	出水による切羽の 不安定化	確率×損失			再評価 申し送り
終点側坑口 No. 349+51 ~ No. 349+99	崖錐堆積物	坑口斜面の不安 定化	小	中	B (低減)	坑口斜面の不安定化と 被覆層および地山をボ ーリング調査。	地山は熊野層群の泥質砂岩 (GM~GL 級) が主体。破砕帯が3条確認される。 斜面に崖錐堆積物が分布。	裾部で崖錐堆積物の層 厚が厚く、斜面の崩壊が 懸念される。	坑口斜面の 不安定化	小	中	B (低減)	斜面掘削の際、表層崩壊対策や、対策工併用による 法面規模縮小の検討が必要。
	転石	坑口上部からの 落石 (最大 60cm程度)	大	中	B (低減)	地質調査、縦横断形状、 ポケットから詳細検討。 必要であれば落石対策。	坑口付近から上部斜面にかけてφ20 ~60cmの不安定な転石が多数分布。	施工時の発振振動や地 震により落石が発生す る。	落石	大	中	B (低減)	トンネル坑口上方の斜面に多数分布する 不安定な転石や浮石に対し、掘削時の振動 影響や地震時の落石安定性、発生源対策、 落石防護柵の検討が必要。
	支持層分布	坑門工の定着	小	大	B (低減)	弾性波探査、坑口部で被 覆層の調査。	坑口付近にN値0~8回の崖錐堆積物が 分布。	崖錐堆積物の層厚が厚 く、斜面の崩壊が懸念 される。	支持層分布	小	大	B (低減)	坑門工の支持力不足が懸念され、床付深 度や地盤改良などの検討が必要。
													脆弱帯がトンネル側部背面に分布する場 合、側部の不安定化の可能性があり、A計 測の頻度を密に行って内空変位等を把握 し、必要に応じて補助工法を適用。

AA回避 (路線変更等により回避) 事象が発現した場合、通常計画可能な構造物や対策工困難で事業費増大
A低減 (詳細調査により完全なリスク低減) // , 構造形式の変更や安全性低下が見込まれる
B低減 (通常調査、結果に応じて対策工検討) // , 軽微な追加対策や対策範囲の変更により対応
C保有 (施工・維持管理段階のリスクを保有) 事前の低減対策の必要性は高くない

地質調査作業の安全確保からのDXへの期待 埋設物事故防止



• 掘削事故ゼロを目指して

- 施工協議・事前確認：資料調査主体、現地立会確認(地上施設の目視確認)
- 試掘確認：埋設物近接の場合、掘削前に地下埋設物の有無を確認⇒**手掘り試掘(1.5m)、レーダー(2m)が限界**
- 埋設図面：殆どがGIS化されたものの、紙図面時代のものを変換したものは精度が低い
- 調査掘削位置の設定では、既設管離隔や交通導線確保の両面を睨みながら空いている空間を探すものの、**調査段階では作業規模が小さく、融通が利かない**場合が多い

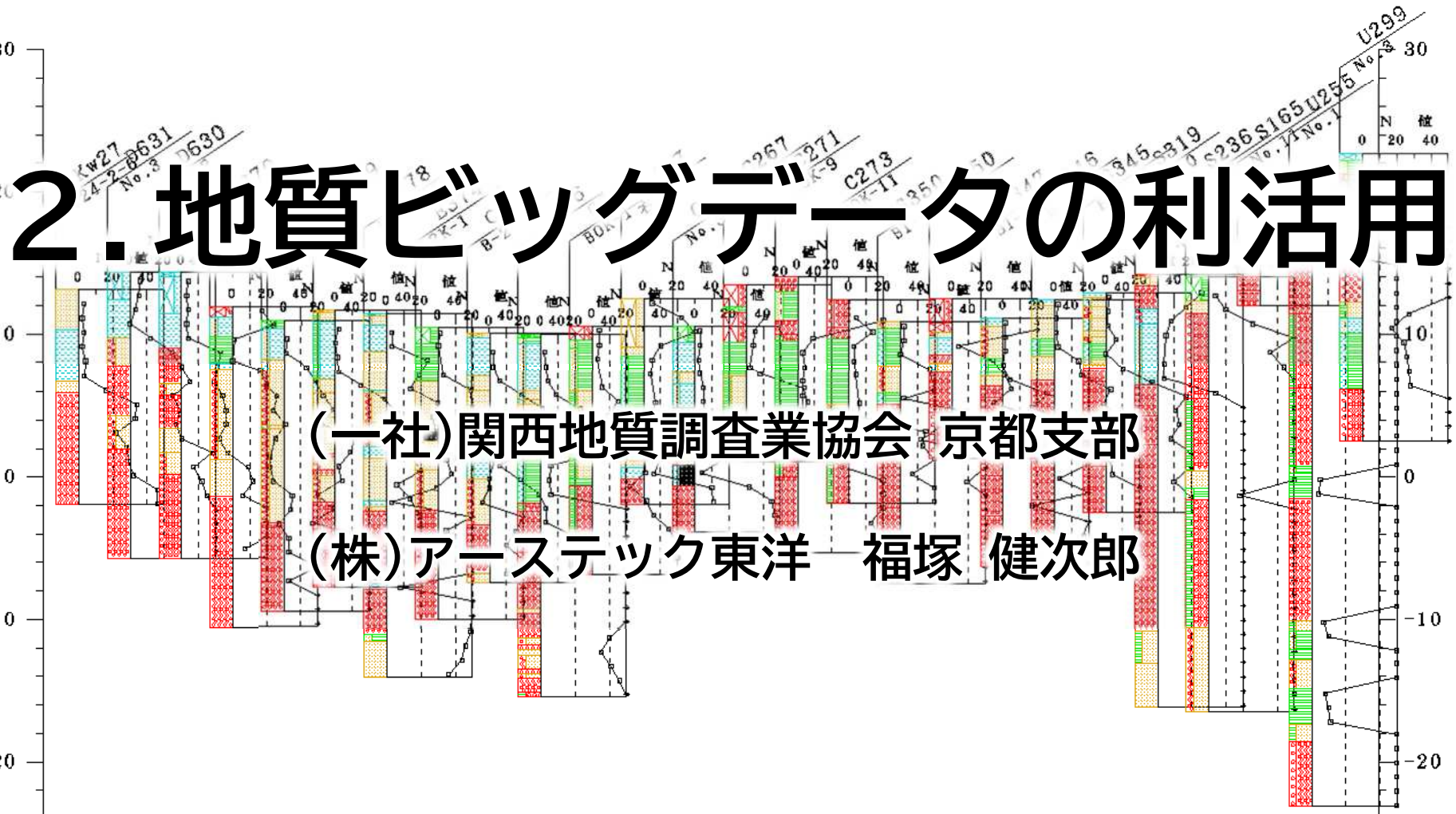
• DX技術への期待

- 埋設物施工時、埋め戻す前のスキャン(点群測量)による座標管理など、**埋設物位置精度の向上**
- **AR/MRツール**を用いた現地立会・確認⇒調査サイドでもRTK-GNSS受信機を用いて確認を進めています
- **3Dモデル化**(各機関を跨いだ仕組み)



深さ**3.5m**での事故事例
(施工協議では相当の離隔想定)

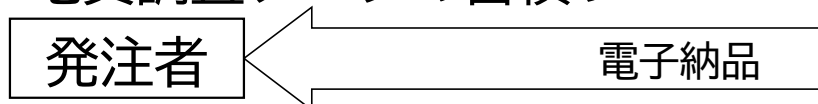




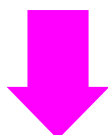
2. 地質ビッグデータの利活用 ボーリング調査データのDB化



地質調査データの蓄積フロー



全ての公共事業
DB登録・検定義務化



地盤情報
DB検定

NGIC(一財)国土地盤情報センター
H30～検定・DB登録開始(全公共事業対象)

オープンデータとして
広く公開・利活用



国土地盤情報検索サイト

KuniJiban(一般公開)

国交省・土研・港湾空港研

<https://www.kunijiban.pwri.go.jp/viewer/>

地盤情報公開サイト

NGIC(一財)国土地盤情報センタ
(一般公開)(限定公開)

<https://openweb.ngic.or.jp/viewer/>

室内試験



ボーリング調査



関西圏地盤情報ネットワーク(KG-NET)

関西圏地盤DB(会員制公開)

関西圏地盤情報ライブラリ(一般公開)

(一財)GRI財団(旧地域地盤研)

<https://www.kg-net2005.jp/library.html>

ジオ・ステーション

全国ボーリング所在情報公開サイト

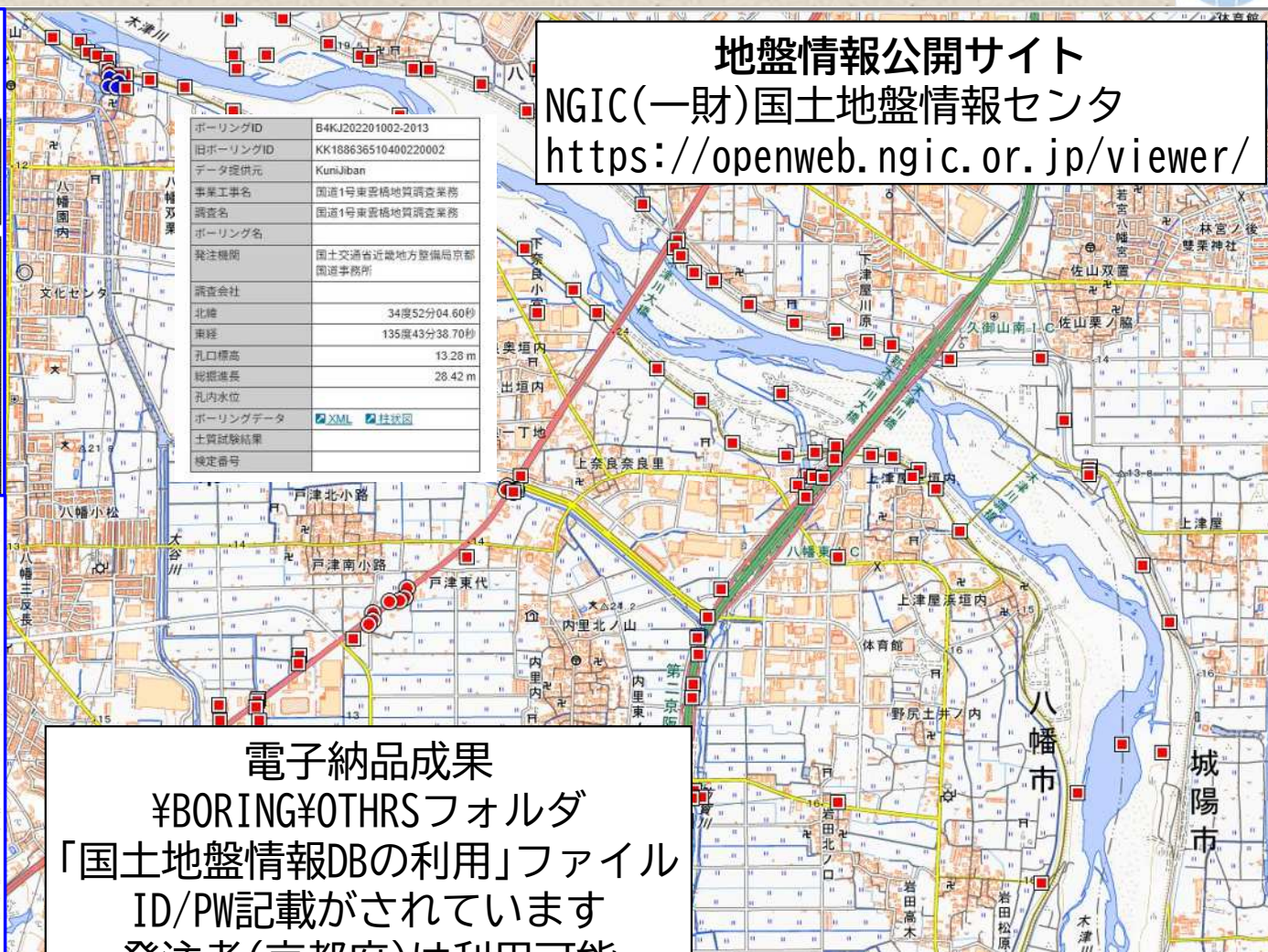
防災科研(一般公開)

<https://www.geo-stn.bosai.go.jp/index.html>

関西圏独自

1980年代から発展
民間(建築)も集録

土質ボーリング柱状図（標準貫入試験）

[illegible]

地盤情報公開サイト
NGIC(一財)国土地盤情報センタ
<https://openweb.ngic.or.jp/viewer/>

電子納品成果
¥BORING¥0THRSフォルダ
「国土地盤情報DBの利用」ファイル
ID/PW記載がされています
発注者(京都府)は利用可能

関西圏での先進的な取り組み 関西圏地盤情報ネットワーク(KG-NET)



- 関西圏では古くより地盤情報の集積による先進的な取り組みが行われてきた。
 - 「大阪地盤図(1966)」、「神戸の地盤(1980)」、「京都地盤資料集(1986)」
 - 1984年頃からボーリングデータを集積してDB化開始(関西陸域・大阪湾海域)
 - 建設・学術に携わる社会の共有財産として、官・学・産が協力して集積してDBを構築し、幅広く活用すると共に、独自の地域基準ボーリング調査(深層)も実施されてきた
 - 関西圏全体でボーリングデータ7万4千本を集積(2025.7時点)

- **関西圏地盤情報協議会(官・産・学)**

- 行政・公益構成員、協会構成員、学識構成員：地盤情報の活用促進(主催)近畿地方整備局 京都府・京都市・長岡京市等も加盟

- **(一社)関西圏地盤情報運営機構**

- DB利用会員：DBの利用及び地盤研究

- **これまでの地盤研究成果例(出版)**

- 関西地盤「大阪・神戸・兵庫(1992)」、新関西地盤「神戸及び阪神間(1998)」、「**京都盆地(2002)**」、バイエリアの地盤と建設「大阪湾(2002)」、「大阪平野から大阪湾(2007)」、「和歌山平野(2011)」、「近江平野(2014)」、「奈良盆地(2017)」、「**京都府南部地域と木津川周辺(2021)**」、「**三川合流部から淀川上流地域(2025)**」など

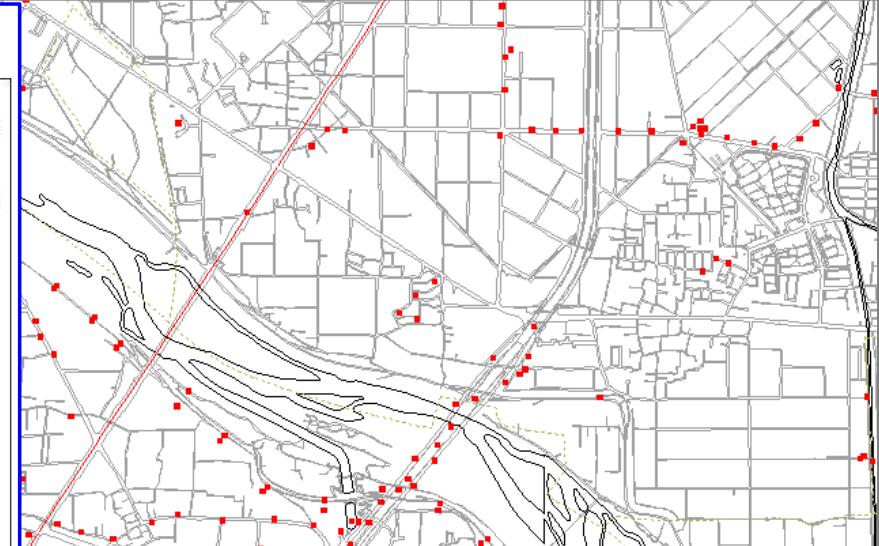
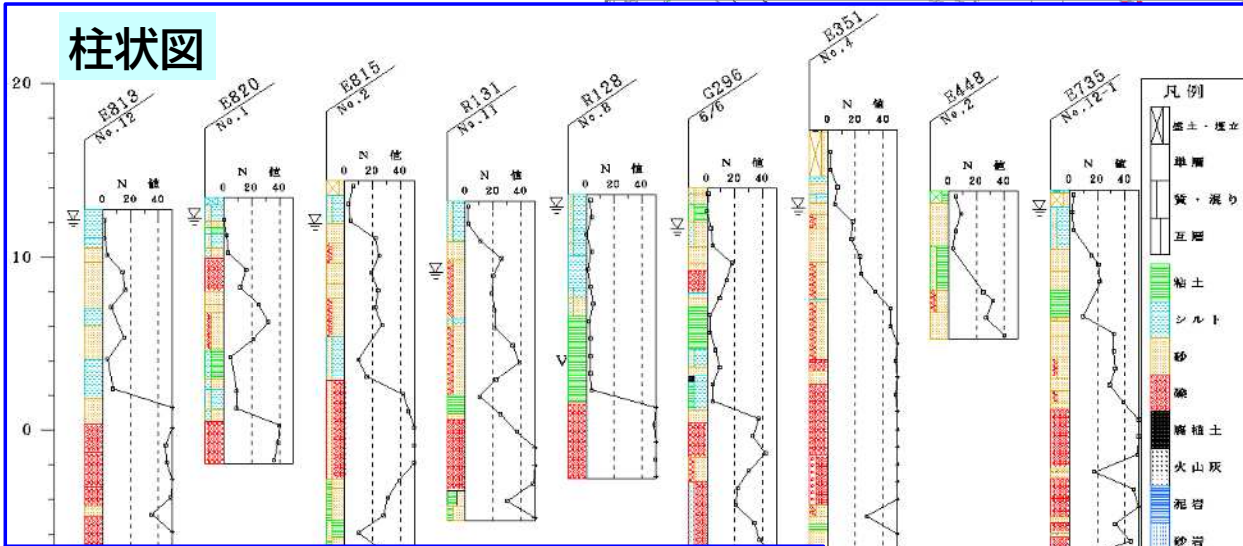
DB公開ボーリング本数
(2025.7時点)

地域	本数(約)
大阪府	26,800
京都府	10,600
兵庫県	17,700
奈良県	6,700
和歌山県	2,300
滋賀県	9,500
福井県	250

関西圏地盤情報ネットワーク(KG-NET) DBの検索利用

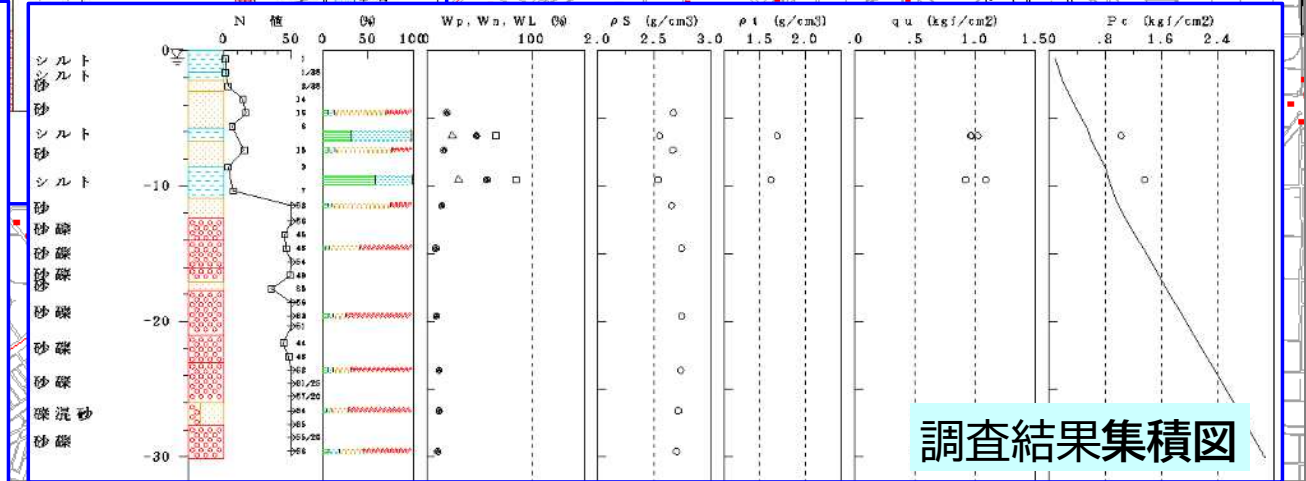


柱状図



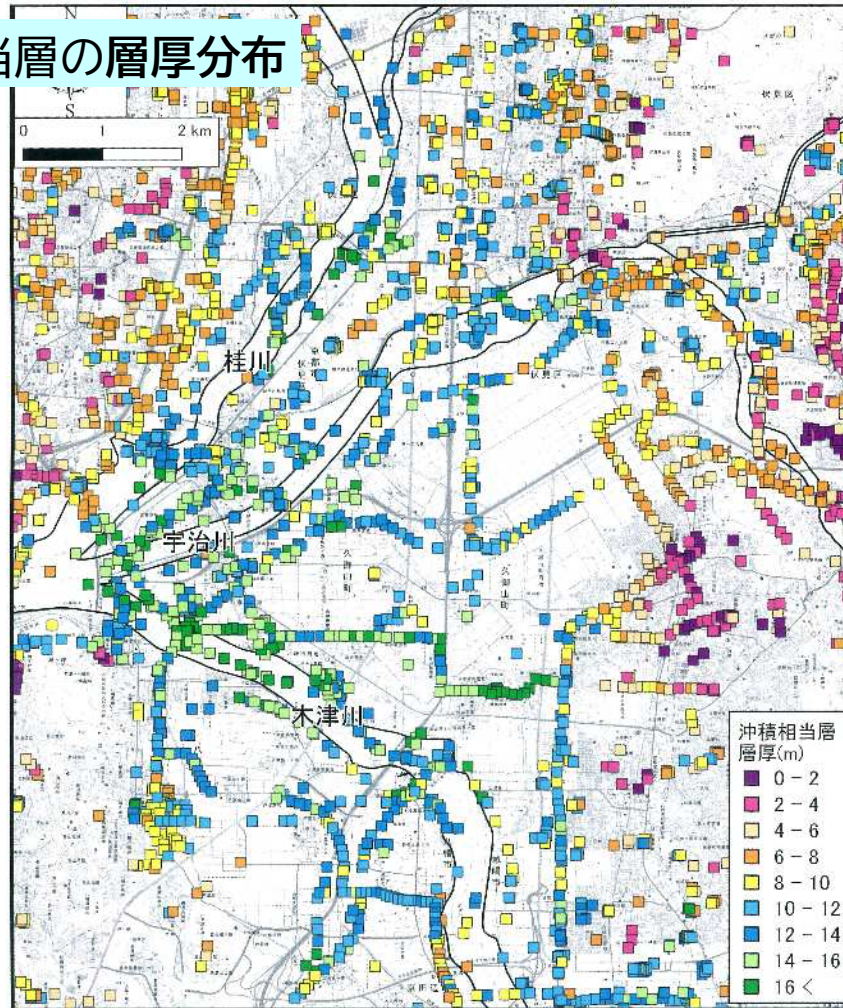
試料番号 深度 (G1-m)		P 1 4.45 ~ 4.75	T 1 5.59 ~ 6.70	P 2 7.20 ~ 7.50	T 2 8.20 ~ 9.90	P 3 11.00 ~ 11.00	P 4 14.45 ~ 14.75
土質	液性指数 LI	1.666	1.666	1.666	1.666	1.666	1.666
	塑性指数 PI	1.187	1.187	1.187	1.187	1.187	1.187
	自然含水率 w_n %	2.57	2.545	2.565	2.535	2.652	2.742
	液性比 e	13.1	47.5	16.8	57.3	14.1	8.7
土質	液性比 LI %	1.258	1.258	1.258	1.258	1.258	1.258
	液性比 LI %	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1	99.1
	砂分 $20 \sim 75 \mu m$ %	30	0	24	0	25	50
	砂分 $75 \sim 250 \mu m$ %	50	2	63	1	65	34
土質	シルト分 $2 \sim 20 \mu m$ %	7	87	7	41	5	4
	粘土分 $< 2 \mu m$ %	5	31	6	58	5	3
	含水率 w %	38.2	-	14.9	-	18.1	20.0
	含水率 w %	0.5	-	10.9	-	9.4	0.9
土質	50% 粒径 d_{50}	1.16	0.012	0.35	0.003	1.33	5.55
	液性比 LI %	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
	塑性指数 PI %	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
	液性比 LI %	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9	41.9
土質	液性比 LI %	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
	液性比 LI %	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
	液性比 LI %	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
	液性比 LI %	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

土質試験結果

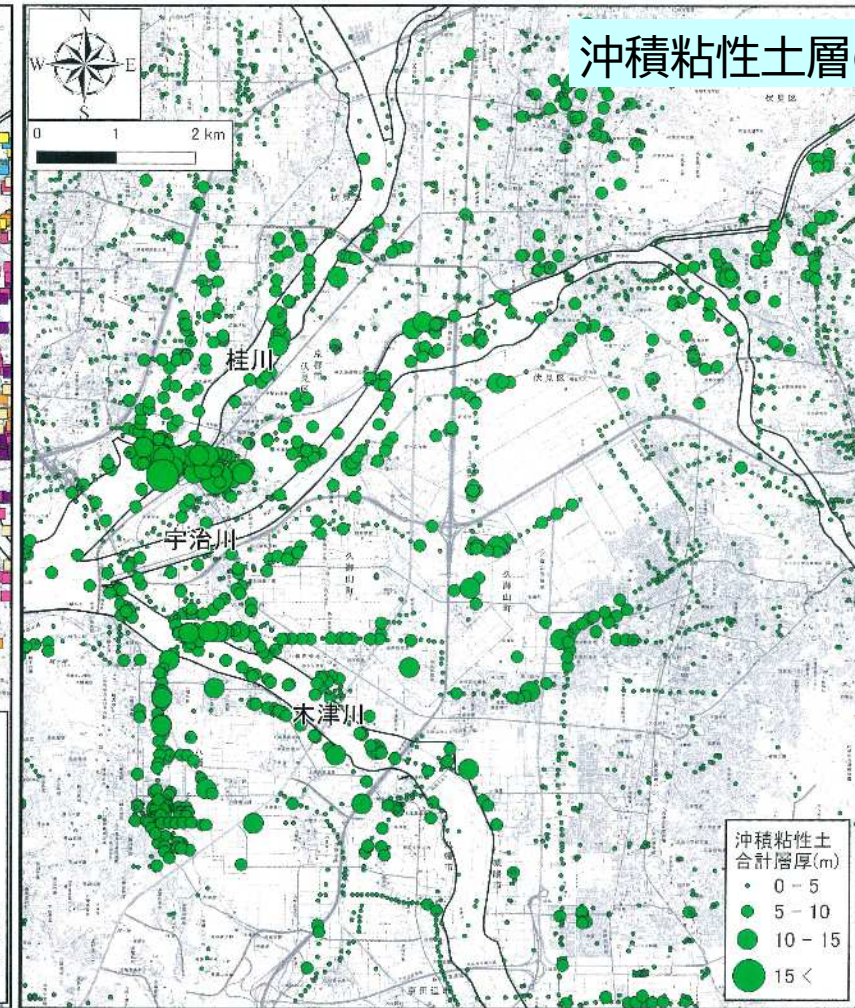


調査結果集積図

沖積相当層の層厚分布



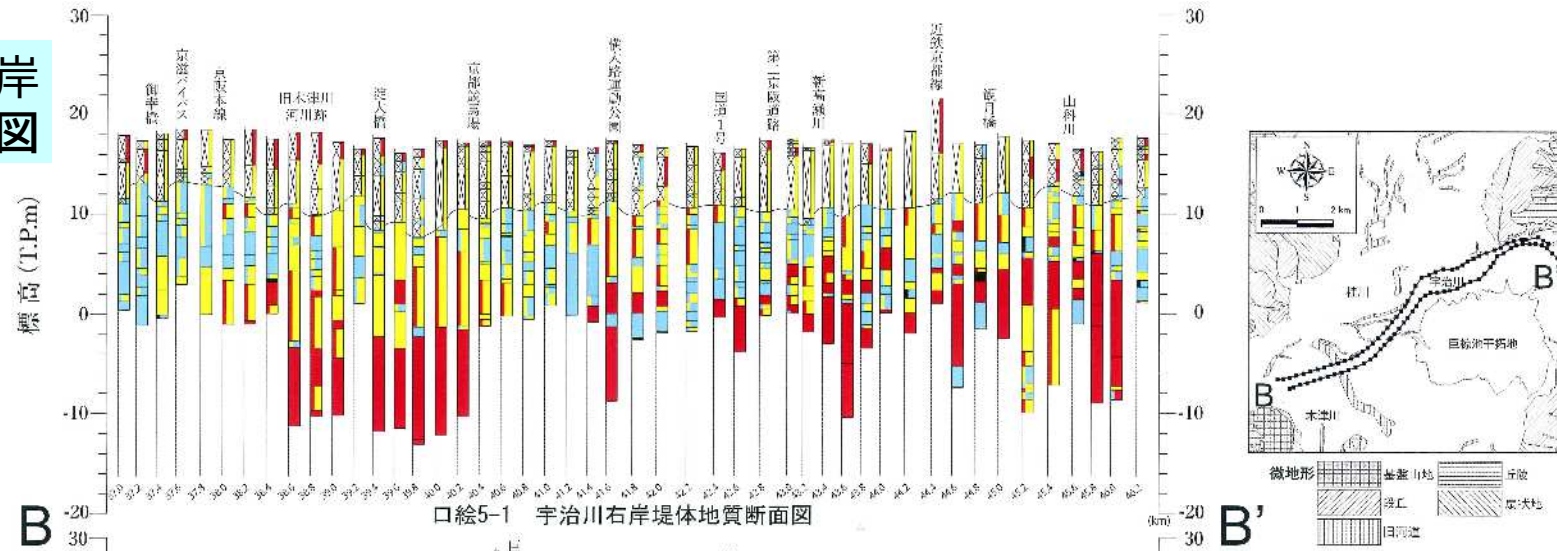
沖積粘性土層の合計層厚



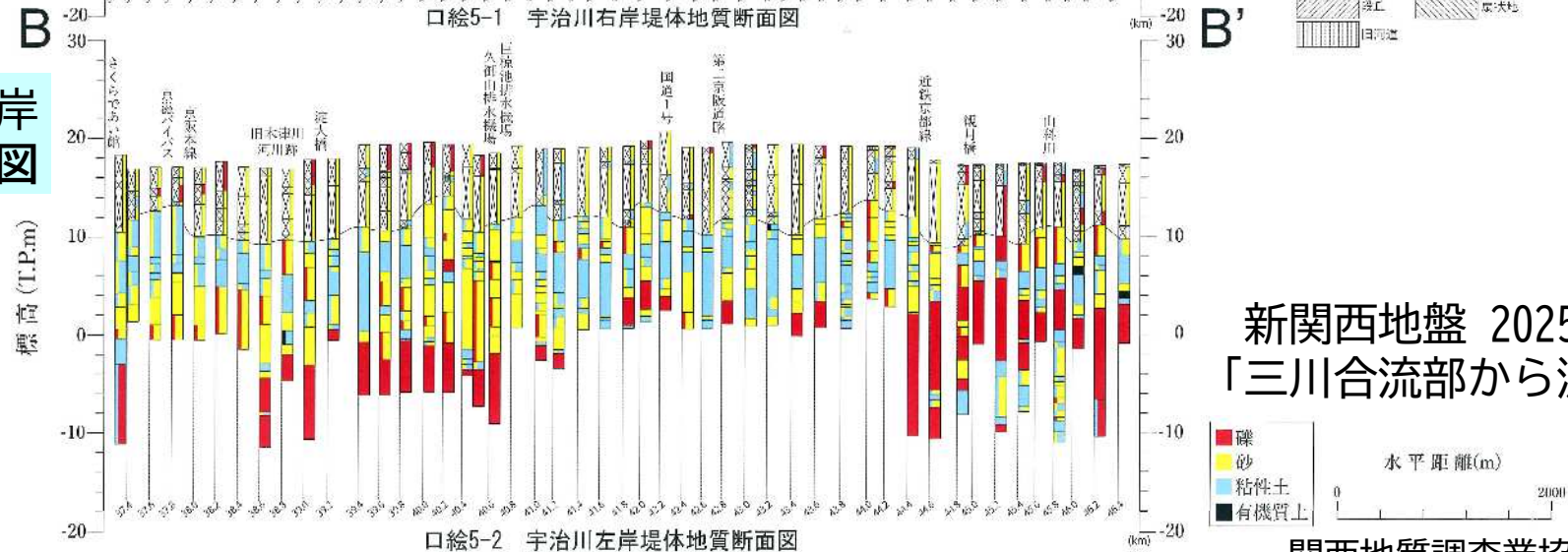
関西圏地盤情報ネットワーク(KG-NET) DBを基にした地域地盤の研究



宇治川右岸 地質断面図

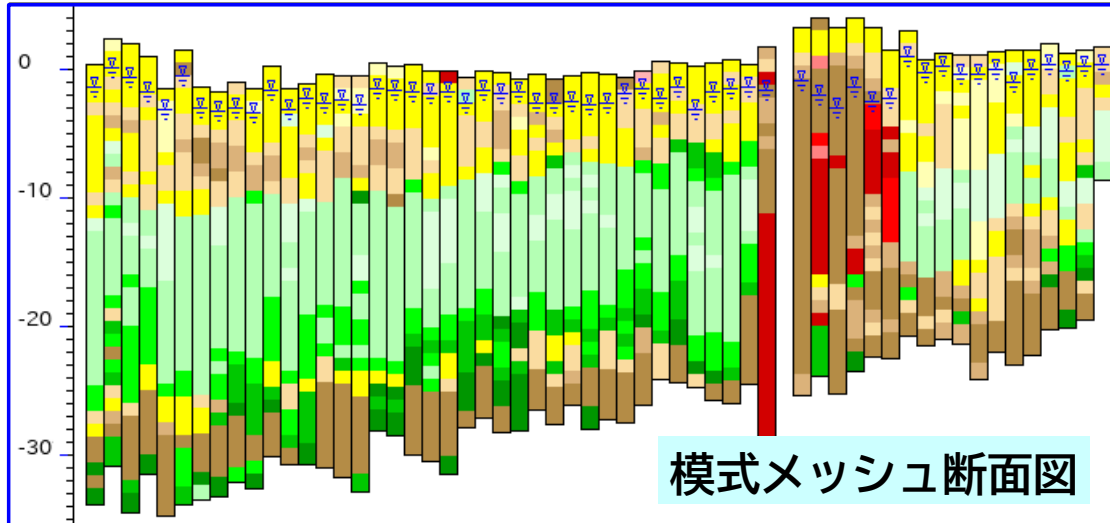


宇治川左岸 地質断面図



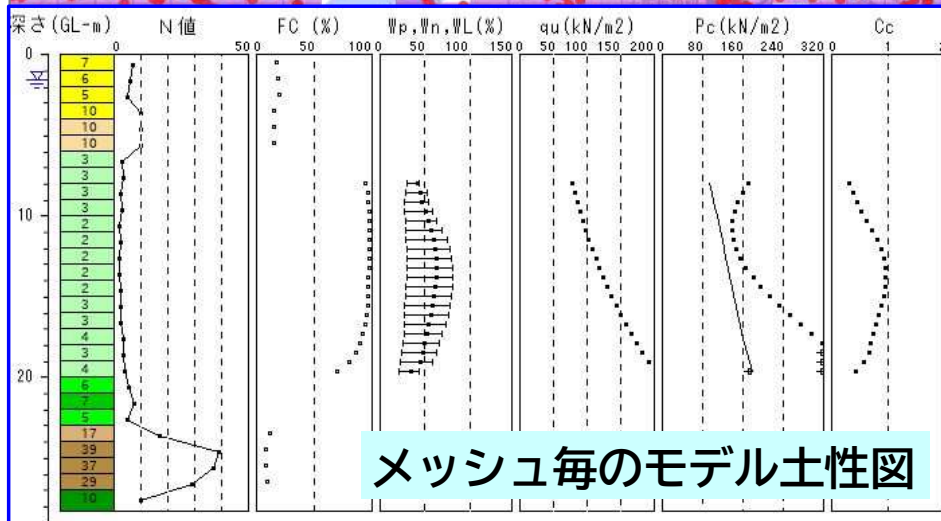
新関西地盤 2025
「三川合流部から淀川上流地域」

関西圏地盤情報ネットワーク(KG-NET) 研究成果の公開

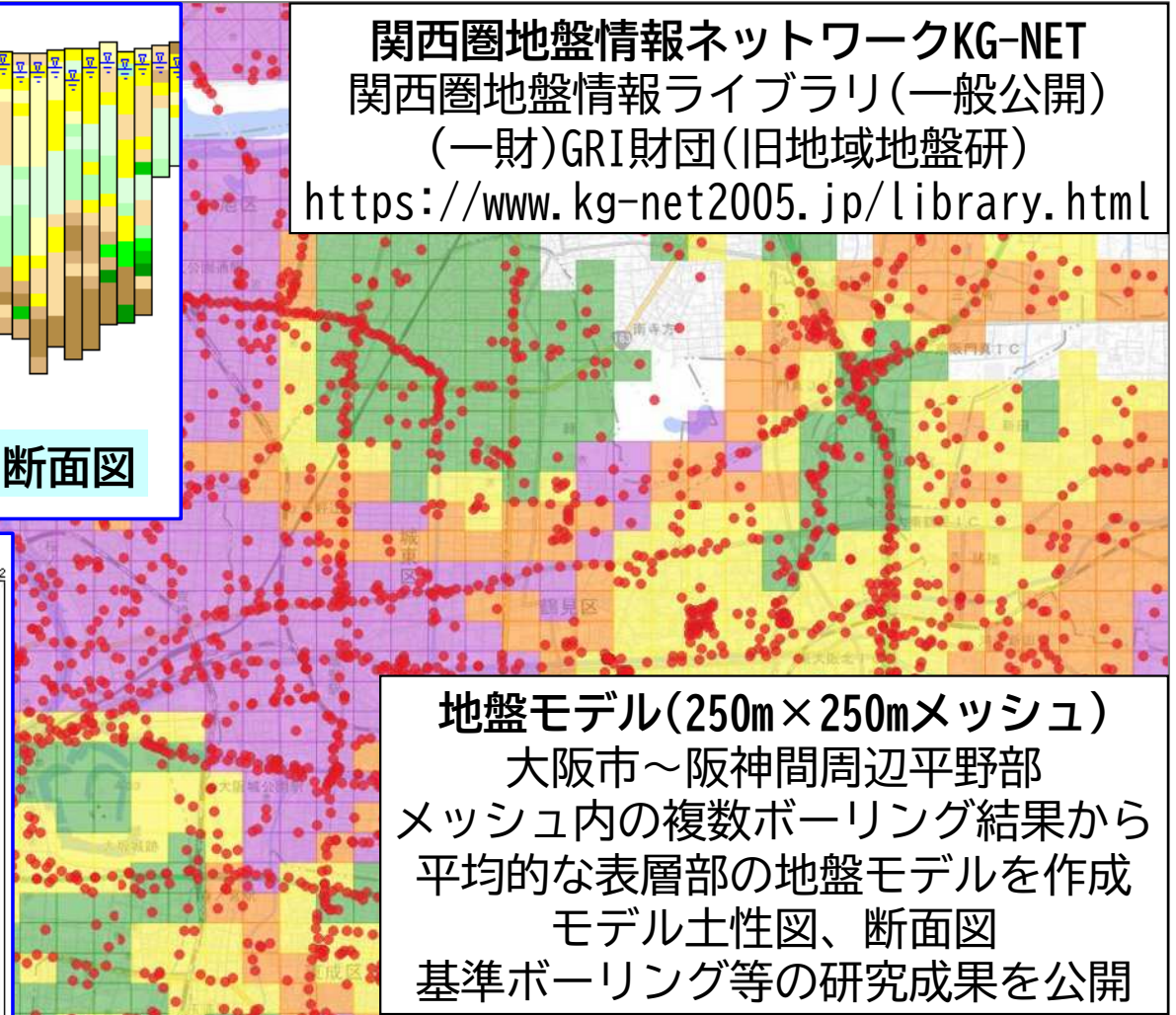


模式メッシュ断面図

関西圏地盤情報ネットワークKG-NET
関西圏地盤情報ライブラリ(一般公開)
(一財)GRI財団(旧地域地盤研)
<https://www.kg-net2005.jp/library.html>



メッシュ毎のモデル土性図



地盤モデル(250m×250mメッシュ)
大阪市～阪神間周辺平野部
メッシュ内の複数ボーリング結果から
平均的な表層部の地盤モデルを作成
モデル土性図、断面図
基準ボーリング等の研究成果を公開

• 利用目的例

- 計画検討：技術提案(プレゼン)、仮設設計、見積根拠、地層(支持層)の確認など。
- 設計検討：概算見積の概略計算、事前検討時の基本計画、施工計画検討時の土質資料、地質不明箇所的设计条件、構造物の概略設計など。
- 地盤調査：調査実施計画の立案、調査深度・数量の確認、調査結果の妥当性評価など。
- 防災検討：地震動の推定、液状化予測など。

• 過去のボーリングデータの位置情報について

- 現在は測量位置管理が主流で、緯度経度は小数点以下4桁入力となっている
- DB検定や電子納品基準制定以前は地形図読み取りも多く、当時の柱状図作成基準でも**緯度経度が整数値(1秒単位)**での入力となっている
- 世界測地系移行時の変換で、整数秒(日本測地系)⇒小数秒(世界測地系)となり、小数点以下の精度があるように見えるが、実際には1秒あたりで最大緯度30m/経度26mの位置誤差をもっていることに注意が必要
- 基本的には新旧とも調査精度は変わらないが、古い時代のN値(回)はコーンプーリー法の場合もあり、粗粒土のN値が過大となるものもある
- 概略検討・リスク検討・調査発注計画への利用としては非常に有用だが、詳細調査段階では既往報告書が参照できない場合、構造物ジャスト位置でのボーリング実施が必須となる