

「平成 20 年度新マーケット創出・提案型事業」

成果報告書

事業テーマ①

自動孔内水平載荷試験の応用活用による新マーケット創出・提案型
事業

事業テーマ②

CM 方式事業

事業テーマ③

土工工事の危険度に応じた安全管理方法の目安作成「土工工事安全
監視マニュアル（案）」

平成 21 年 7 月

社団法人 全国地質調査業協会連合会

はじめに

地質調査業は、長期にわたる公共投資の削減等により市場規模の縮小が続いております。(社)全国地質調査業協会連合会では、需要創出に積極的に取り組む会員企業や企業グループを支援し、会員企業各位の多様なご要望に対応することを目的として平成19年度に「新マーケット創出・提案型事業」を創設いたしました。

本報告書では、平成20年度に事業テーマを募集し、その結果採択された3つの事業の成果をまとめたものです。

今回の報告内容をご覧いただき、それぞれの事業についてご質問等がございましたら、全地連までご連絡下さい。

(社)全国地質調査業協会連合会

「新マーケット創出・提案型事業」の概要

1. 本事業の導入の経緯

(1) 現 状

全地連として、

- ①会員企業が自由に参加を選択できる事業の提案が無い。
- ②会員企業の多様な要望に応える手段がない。

(2) 対応策

地域や分野によって、これは仕事につながるのではないかというものがある。ある会社がテーマを提案し、賛同する会社が集まって研究会等を作り、事業化を検討する。1社ではできないことでも何社かが集まって知恵を出す活動を全地連としてバックアップすることとする。

2. 実施要領

(1) 事業テーマの募集について (全地連会員企業より公募する。)

(2) 応募要領

- ①公募の時期は、1月～3月とする。
- ②事業の実施期間は、原則単年度とする。
- ③全地連で定めた所定の様式に必要事項を記入し応募する。
- ④対象とする事業テーマについて
 - ・既にコア企業*¹により検討が進められている事業
 - ・これから参加企業(コア企業*¹や賛助会員企業)を募り、活動を開始しようとする事業で、将来的に新マーケットの創出の可能性があるとと思われる事業(テーマ)を対象とする。

*¹コア企業：事業を推進する会員企業あるいは会員企業グループ

(3) 実施する事業テーマの決定について

- ①募集のあった事業テーマについて全地連で内容を検討し、実施する事業を決定する。決定は、5月末とする。
- ②事業の実施形態は、事業の提案者と全地連で調整を行う。
勉強会方式、研究会方式、コンソーシアム方式、委員会方式等から扱うテーマと活動方法、規模等によって決定する。

(4) 全地連の協力内容

全地連が協力する内容は、以下のとおりとする。

- ①関係機関との連携促進
- ②会議室の提供
- ③参加企業募集事務(募集がある事業のみ)
- ④全地連のHP等によるPR活動
- ⑤報告書等の出版事業
 - ・出版時の権利関係および経費負担等については、事業の提案者と全地連で別途協議するものとする。

(5) 権利関係

当該事業において提案されたアイデア等知的財産権は、事業の提案者に属する。

(6) 成果の公表について

事業の成果については、事業終了後に、その概要について全地連会員企業に周知することとする。

テーマ①「自動孔内水平載荷試験の応用活用による新マーケット創出・提案型事業」 活動報告

幹事会社 (株) マスダ技建

(参加企業)

北海道：(株) ユニオン・コンサルタント
北海道土質試験協同組合
栃木：芙蓉地質 (株)
新潟：(株) 新研基礎コンサルタント
埼玉：(株) 東建ジオテック
東京：興亜開発 (株)
協和地下開発 (株)
サンコーコンサルタント (株)
神奈川：(株) 北海ボーリング

静岡：(株) 富士和
(株) マスダ技建
愛知：(株) アオイテック
大阪：(株) 関西地質調査事務所
岡山：(株) エイトコンサルタント
島根：(株) 藤井基礎設計事務所
福岡：(株) カミナガ
(株) セイコー

(大学共同研究陣)

横浜国立大学：谷 和夫 教授
立命館大学：深川 良一 教授
神戸大学：飯塚 敦 教授
東京理科大学：塚本 良道 准教授
東京大学：山田 卓 助教
中央大学：石原 研而 教授

(オブザーバー)

(財) 電力中央研究所 本部 金谷 守 様
(独) UR 都市再生機構 技術研究所 村瀬 広導 様
(株) 建設技術研究所 水工部 李 圭太 様
東電設計 (株) 土木本部 瀬下 雄一 様
(株) 竹中工務店 技術研究所 内田 明彦 様

1. はじめに

近年、公共投資の削減や民間需要の落込みなどによって、地質調査業界を取巻く情勢は更に厳しさを増して来ている。それに伴い、いわゆる価格競争が前面に出てきており、本来の技術力による競争ができにくい状態が続いている。

このような情勢のなかで、全地連は需要創出に積極的に取り組む会員企業や会員企業グループの活動を支援するために、「新マーケット創出・提案型事業」の制度を平成 19 年度より導入した。

平成 20 年度においても、昨年に続きこの制度に対する募集を行い、この「自動孔内水平載荷試験の応用活用による新マーケット創出・提案型事業」が選考の上、採用された。

なお、本事業で目指した新技術を次に示す。

- ① ボーリング孔壁の乱れ軽減技術
ビットとコアチューブによる乱れの軽減と高比重泥水による応力開放の軽減技術。
- ② 自動型プレッシャーメータ試験技術
変形係数 E , $G \sim \gamma$ 特性, せん断強さ (C , ϕ) など, 精度を確保した計測技術。
- ③ 多重セル型プレッシャーメータ試験技術
液状化強さ R , $G \sim \gamma$ 特性, せん断強さ (C , ϕ), 静止土圧係数 K_0 , 透水係数 k など, 精度を確保した計測技術。

以下、本事業の成果と活動内容・そして新技術の内容を紹介する。

2. 事業成果の概要

2.1 自動型プレッシャーメータ試験技術

従来の手動タイプの試験手法に対比する目的で種々実験を行った。詳細は後述するが、成果を要約して次に示す。

- ① 改良ビットと組み合わせた利用方法が品質の高い計測に役立つ。
- ② 自動計測型の試験機であるために、人為差が少ない計測に役立つ。
- ③ 手動計測では出来難い繰返し載荷試験が可能であり、この結果、広い範囲のひずみレベルでの変形特性の計測に役立つ。
- ④ この結果、従来に増して合理的な各種基礎設計などに役立つ。
- ⑤ 地盤工学会の現行の孔内水平載荷試験方法に、新しい計測手法として基準化へのアプローチを計ることで、普及に役立つ。
- ⑥ 以上より、新マーケット創出・提案型事業に役立つ新しい試験方法に成り得ると確信する。

2.2 多重セル型プレッシャーメータ試験技術

全く新しい試験技術であり、将来的には地震時の液化化特性を含めた、地震応答解析などに不可欠な原位置試験技術を目指して、種々の実験を行った。詳細は後述するが、成果を要約して次に示す。

- ① 簡易土槽実験（ドラム缶）で、測定される間隙水圧はプローブ近傍に発生する間隙水圧と同等であることが確認できた。この結果、ボーリング孔を使った静水圧、間隙水圧などの計測に役立つ。
- ② 静止土圧を含む鉛直方向の有効圧および水平圧、静水圧など基本的初期条件の計測に役立つ。
- ③ サンプルングおよび室内試験によらずとも、原位置で液化化特性の計測に役立つ。
- ④ 地震時および地震後の地盤の側方流動、構造物の変位量の検討に必要な、地盤情報を求めるのに役立つ。
- ⑤ 今後は、これらは理論的裏付けが必要であるので、この研究的開発は続行する方向で計画している。
- ⑥ 将来的には新マーケット事業として役立つ試験方法に成り得ると確信する。

3. 事業内容とワーキンググループの活動

次に本事業の形態と活動内容を記す。

今回は目的とする技術内容を短時間で成果を上げると云う制約から、我々地質調査業界を中心にした企業グループと、大学、公の研究機関をまじえたコンソーシアム体制とした。

事業内容は以下の項目を挙げ、各項目ごとにワーキンググループ（以下 WG）を立ち上げて対処した。

- 1) 運営 WG : 事業全体の運営を効率よく進めることを目的として運営した。コア企業4社が中心となって運営の基本計画を立案した。定例会は原則月1回の割合で谷教授を中心に、オブザーバーの瀬下様、内田様のご協力を得て、主に全地連の会議室をお借りして開催した。
- 2) 広報 WG : 新技術の普及講習の実施および発注者・研究機関等のニーズ・評価の把握などの活動, NETIS へ

の登録も担当した。

実質的活動としては、新技術の内容をパンフレットにまとめ、関係方面に配布した。同時にインタビューの形で発注者・研究機関等の関係者に新技術に対する評価などご意見を伺った。

ただし、NETIS 登録へは時間の都合で未消化である。

- 3) 実験 WG : 従来の試験法と新技術による比較実験を中心の研究した。現場実験は港湾浚渫土をセメント処理した不飽和の盛土地盤（ $N \approx 0 \sim 2$ ）で行ったが、結果的にはこのような軟弱地盤でも、しっかりとした変形特性のデータがとれ、貴重な実験成果が得られた。
- 4) 土槽実験 WG : 多重セル近傍での要素レベルの基本挙動を検証し、この結果を数値解析に生かす研究を目指した。最初から本格的な実験を目指す前に、基本資料を得るべく、簡易な手法でドラム缶を利用して間隙水圧の発生状況の確認を行った。この結果、計測されている間隙水圧はプローブ周辺に発生する値と同じであることが確認された。
- 5) 数値解析 WG : 新技術の理論的裏付けを検証し、地盤パラメータの算定法の研究を目指した。実験結果の解釈に根拠を持たせるために、繰返しせん断を受ける地盤の範囲とせん断モード、応力状態等を考察する必要があると考える。ただし、この数値解析も今後の研究開発に任せることになる。
- 6) 基準化 WG : 自動型プレッシャーメータ試験を地盤工学会の基準化に上げるべく、基準化の叩き台を検討した。これは従来の LLT を代表にした孔内水平載荷試験方法と異なり、広いひずみレベルでの変形係数の測定試験を期待するものである。

4. ボーリング孔壁の乱れ軽減技術

4.1 ビットとコアチューブによる乱れの軽減

従来のプレボーリングでは、メタルクラウンなどのビットの押し込みにより、孔壁に向けて強い泥水の流れが発生する。この泥水の流れによって、孔壁に強い圧力が作用し、また孔壁に凹凸が生じて、これらが重なって孔壁が乱れると考える。

これを改善する目的で、図-1のようにビットの先端を凸型にして、広い面積から泥水を噴出すことで、孔壁に当たる泥水圧を下げる工夫をした。

また、コアチューブの側面に縦状に羽根を付けて孔壁をカッティングし、孔壁面を滑らかかつ円筒状に整形する。

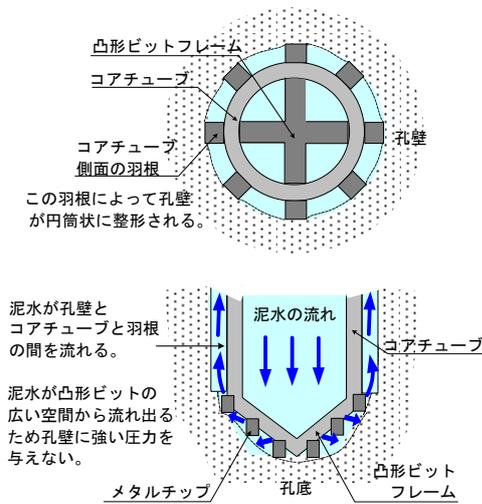


図-1 孔壁の乱れ軽減法

4.2 応力開放による乱れの軽減

従来のベントナイト泥水では、泥水比重が 1.1 程度と軽いため、ボーリング孔壁の応力開放を防げなかった。そこで、ベントナイト泥水に高比重の添加剤（パライト：比重 4.2）を加え、全体の泥水比重を 1.3~1.4 程度に上げ、孔壁の応力開放を軽減する工夫をした。（図-2）

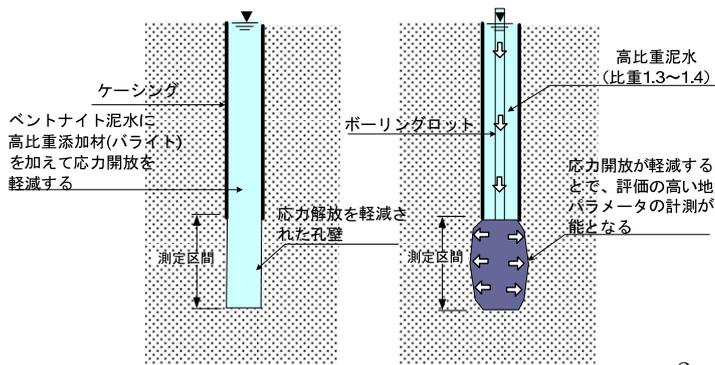


図-2 応力開放の軽減法

5. 自動型プレッシャーメータ試験技術

5.1 試験システムとその利点

従来の技術では、高圧ガスと手動制御にてプローブへの送水、圧力・変位は目視で読み取り、圧力 P と変位 Δr の関係を計測している。

新技術ではハンディコンプレッサーの空圧より、自動制御でプローブに送水、载荷圧及びプローブの変位を圧力センサーで自動記録し、圧力 P と変位 Δr の関係を自動計測する。

また、自動制御・自動記録化は、多様な载荷パターンと、安定した計測と測定精度の確保が可能となり、計測も 1 名でよく、省力化も可能となる。

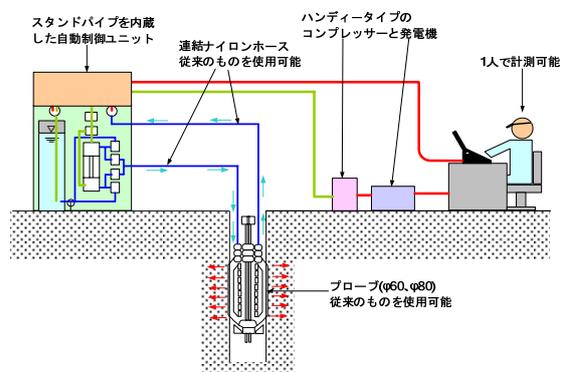


図-3 自動プレッシャーメータ試験のシステム図

5.2 計測された変形係数の比較

従来型(手動型)、新技術(自動型)について、変形係数と N 値との関係を相関図 図-4 に示す。

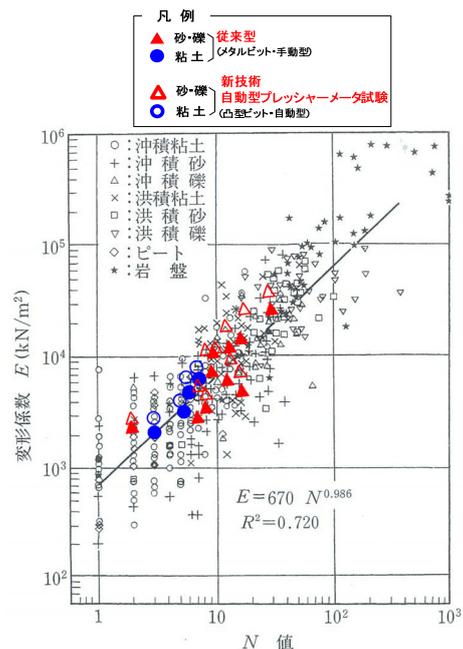


図-4 変形係数と換算 N 値の相関図

地盤工学会「 N 値と c 、 ϕ の活用法」p.324 図-6.9.2 に加筆

図-4によると、新技術によって得られた変形係数は、従来型と比べやや高い値が得られている。これは新技術による試験では孔壁の乱れが少ないためと考えられる。

5.3 弾性係数のひずみ依存特性

新技術は、自動制御・自動計測型であるため、最近、国際的な標準試験法になりつつある「除荷～再載荷試験のサイクリック計測」が容易であり、特に 10^{-4} より大ひずみ領域での $G \sim \gamma$ 特性の計測が可能である。

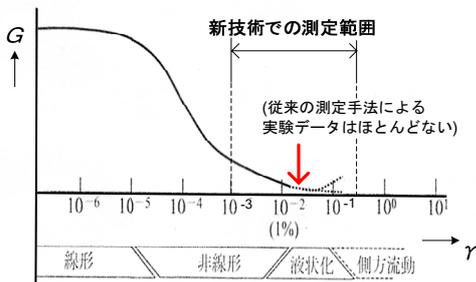


図-5 ひずみレベルとせん断剛性の関係

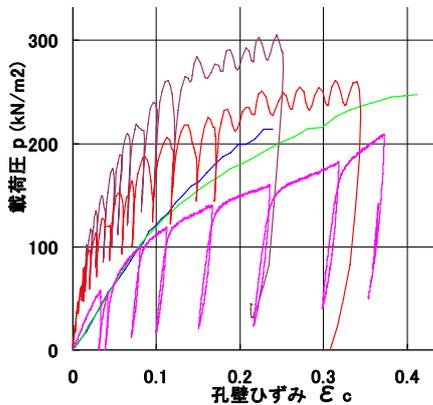


図-6 荷重パターンとプレッシャーメータ曲線の特徴

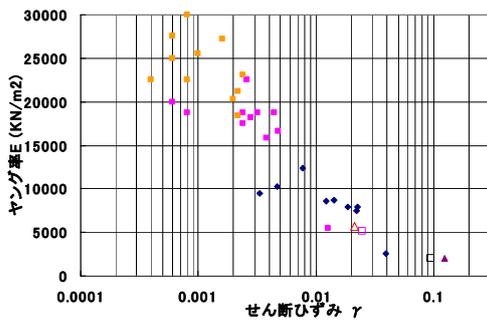


図-7 荷重パターンとヤング率の関係

表-1 計測手法と変形特性の関係

測定管種別	計測法	ヤング率 E (kN/m ²)	せん断ひずみ γ
A型	手動LLT	2,000	0.1
	自動LLT	2,000	0.1
	自動LLTによる繰返し	2,000～12,500	0.04～0.003
B型	多重セルによる繰返し	5,000～30,000	0.02～0.0004

(注) A型とはブローグが1室型である

B型とはブローグが3室型である

(社)地盤工学会「地盤調査の方法と解説」P.320を参照

5.4 計測手法とせん断ひずみ γ ・ヤング率Eの比較

- 1) 図-5及び表1に示すように、初期ヤング率Eは計測手法による明確な差はなく、せん断ひずみは $\gamma \approx 0.1$ に対して $E \approx 2,000 \text{ kN/m}^2$ であった。
- 2) これに対しA型の試験装置での繰返し载荷の除荷～再載荷による計測手法では、 $\gamma \approx 0.04 \sim 0.003$ に対して $E \approx 2,000 \sim 12,500 \text{ kN/m}^2$ であり、せん断ひずみに対応したヤング率Eが得られている。
- 3) B型に準拠した多重セル試験装置の繰返し载荷の除荷～再載荷による計測手法は、緩んだひずみを元に戻してから試験を行った。この結果、 $\gamma \approx 0.02 \sim 0.0004$ に対して $E \approx 5,000 \sim 30,000 \text{ kN/m}^2$ であり、応力開放による緩みを元に戻すことで、地盤本来の乱れの少ない状態でのひずみ依存性に対応したヤング率Eが求められる。

5.5 計測手法の提案

以上より次に具体的な計測手法を提案する。

第1方法：A型試験装置による段階载荷方式で計測する手法。この場合は必要に応じた補正を行って設計ヤング率Eを決める。(補正法は各機関の設計マニュアルによって異なる)

第2方法：凸型ビットで掘削し、A型またはB型の試験装置により、静止土圧付近で一旦緩んだひずみを元に戻してから除荷・再載荷による繰返し载荷の計測手法。これにより地盤の有する本来のひずみ依存性の剛性率Gが求まり、適当なポアソン比 ν を使って $10^{-4} \sim 10^{-1}$ 程度のひずみレベルでのヤング率Eを決めることが出来る。

6. 多重セル型プレッシャーメータ試験技術

地震時の地盤挙動に関する非線形動的解析に資する地盤パラメータは、従来であれば、サンプリングによる乱さない試料を用いて繰返し変形試験を行うか、N値から推定した値で求めている。新技術では、これらを原位置で直接的に計測することが可能である。

6.1 試験機の概要

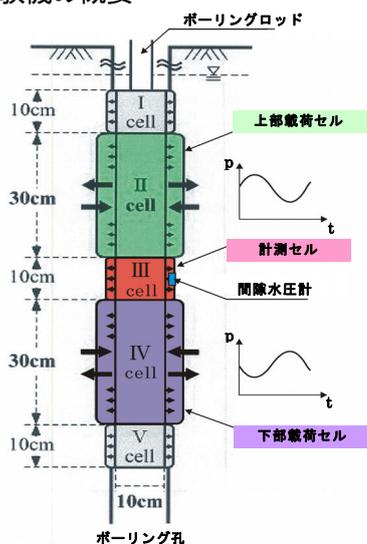


図-8 多重セルとその機構

図-7のII、IVの載荷セルを中心に、多様な載荷パターンも可能である。例えば0.1Hzの周期で圧力振幅を180°の位相差をもって漸増繰返し載荷することで、観測セルであるIIIセル周辺の地盤に過剰間隙水圧の上昇と軟化現象が生じる。

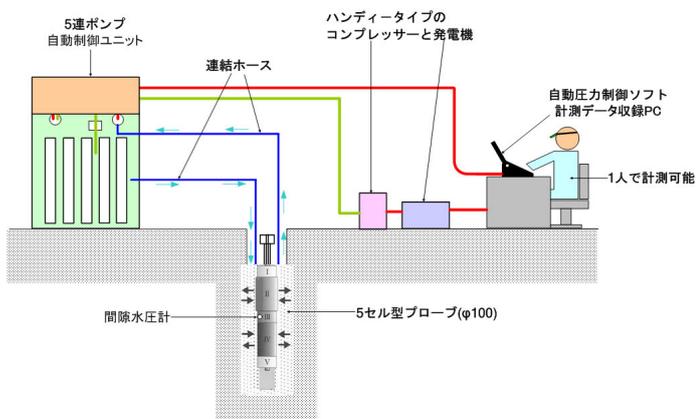


図-9 多重セル型プレッシャーメータのシステム図

6.2 液状化強さの判定法

以下、従来技術と新技術の違いを説明する。

(従来技術)

- 1) N値からの推定値は、細粒分が多い中間土及び砂礫などで評価が問題視される。
- 2) 砂地盤では乱さない試料による繰返し三軸試験などを実施した場合、乱れの影響が大きく、試験精度が低下する。
- 3) 凍結サンプリングによる方法もあるが、非常に高価であり、利用されにくい。

(新技術)

- 1) 多重セルによる液状化強さは図-10のように、従来の判定曲線と調和的である。
- 2) 転石、玉石を除く地盤で試験ができるので、統一した手法で液状化の評価ができる。
- 3) 早く、安く、高精度の計測が可能である。

6.3 新技術による液状化強度比の判定結果

ある深度で計測された液状化強さ τ_0 をその深度の有効土被り圧 σ_v' で割ることで、その深度の液状化強度比 $RL = \tau_0 / \sigma_v'$ が求まる。

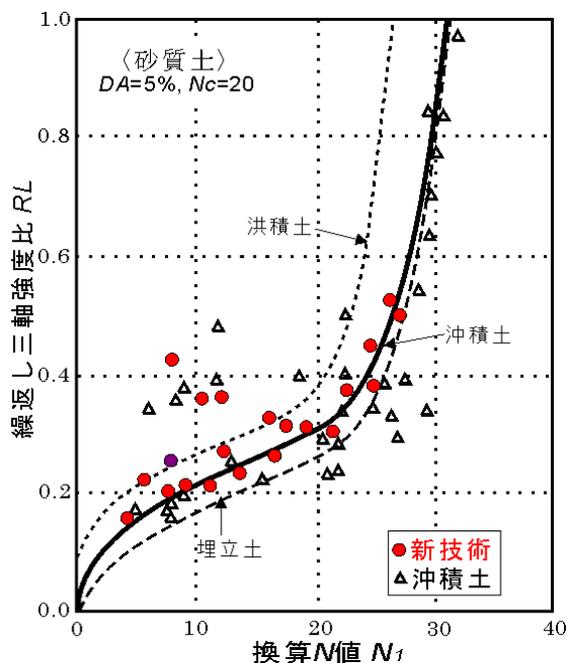


図-10 換算N値と繰返しせん断応力比との関係

6.4 計測結果から初期条件の解析

IIIセルで単調載荷を進めると間隙水圧 u は上昇して行き、全応力 σ_v の時点で u は一定圧となる³⁾。この一定圧を保ち始めた時点の水平方向載荷圧を有効水平圧 σ_3' とする。その後、過剰間隙水圧 Δu は消散しながら静水圧 u 時点まで下がって落ちて行く。この計測結果から、実測値としての全応力 σ_v 、有効水平圧 σ_3' 、静水圧 u の他に、次式により有効土被り圧 σ_1' 、静止土圧係数 K_0 などの重要な初期値が求まる。

実測例より (GL-9.2m 細砂 N=14 自然水位 GL-2.2m) から、初期値の計測例を示す。

実測値：全応力 $\sigma_v = 0.162\text{Mpa}$ 、静水圧 $u = 0.070\text{Mpa}$ 、有効水平圧 $\sigma_3' = 0.049\text{Mpa}$

算出値：有効土被り圧 $\sigma_1' = \text{全応力 } \sigma_v - \text{静水圧 } u = 0.162 - 0.070 = 0.092\text{Mpa}$

静止土圧係数 $K_0 = \text{有効水平圧 } \sigma_3' / \text{有効土被り圧 } \sigma_1' = 0.049 / 0.092 = 0.53$

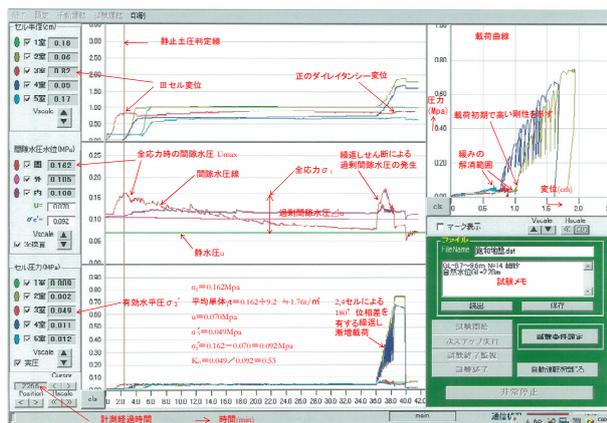


図-11 初期値の計測例

なお静水圧 u は、ボーリングで確認された自然水位と間隙水圧計で計測される過剰間隙水圧消散後の静水圧 u と一致することが大事である。

6.5 流動特性の解析結果

地盤が地震時に繰返しせん断を受けるとダイレイタンスー現象による過剰間隙水圧の変化ないし体積変化が発生して、初期せん断を受けている地盤或いは傾斜した地盤では側方流動を生ずる可能性がある。以下にダイレイタンスー特性を調べる方法として多重セルによる試験結果を図4に示すような「繰返し応力比 τ_d / σ_z' とIIIセルの孔壁ひずみ $\epsilon_{c,III} (= \Delta r / r_0)_{III}$ 」の関係としてまとめた。

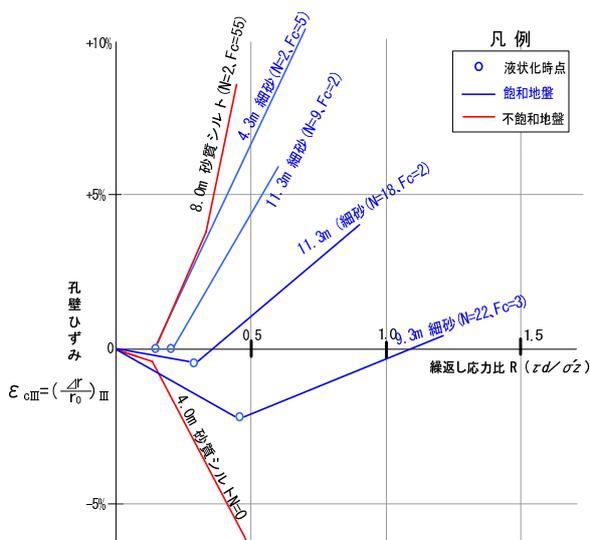


図-12 繰返し応力比 R とIIIセル近傍の

孔壁ひずみ $\epsilon_{c,III}$ の関係図

地震時にゆるい砂地盤は繰返しせん断を受けると、ダイレイタンスー現象による過剰間隙水圧の上昇と圧縮孔壁ひずみ (負のダイレイタンスー) や間隙水圧の消散を伴う膨張孔壁ひずみ (正のダイレイタンスー) が生じ、これらは液状化地盤のせん断変形及び側方流動を解析する上で最も重要な流動特性になる。地震時に負か正かどちらのダイレイタンスー現象が卓越するかは、現状のプレッシャーメータ試験では特定できないが、多重セル試験では図4に示すように $\tau_d / \sigma_z' \sim \epsilon_{c,III}$ の関係で明確に確認できる。

飽和地盤の特性は、図4によると $N < 9$ の砂層は、繰返し応力比 $\tau_d / \sigma_z' \approx 0.2$ で液状化し、その後応力比が $\tau_d / \sigma_z' \approx 0.5$ でひずみ $\epsilon_{c,III} \approx 5\%$ に達し、正のダイレイタンスーによる膨張が著しい。

これに対して不飽和地盤では、 $N=0$ の低塑性砂質シルトでは繰返し応力比が $\tau_d / \sigma_z' \approx 0.2$ で負のダイレイタンスーによる圧縮が著しく、その後孔壁ひずみは $\epsilon_{c,III} \approx -6\%$ に達している。また、 $N=2$ の低塑性砂質シルトでは $\tau_d / \sigma_z' \approx 0.2$ で、正のダイレイタンスーにより膨張し、その後 $\epsilon_{c,III} \approx +9\%$ が確認された。これらは不飽和土であることから、排水性に伴う体積変化が生じ易く、間隙比とも連動して局部的にその特性が異なるためと考える。また、拘束圧も関係し、GL-4m・N=0では拘束圧も低く間隙比大の部分では圧縮変位が優先し、GL-8m・N=2では拘束圧も上がり、間隙比減少しかつせん断抵抗力も弱い部分では膨張変

位が優先するものとする。なお、不飽和地盤では繰返しせん断を受けると液状化現象は無くとも軟化現象が生じることは十分に有り得ると考える。

6.6 地盤の繰返し载荷による変形特性 ($G \sim \gamma$, $h \sim \gamma$ 関係)

地盤の液状化特性試験の際に、II・IVセルの载荷セルで孔壁に漸増繰返し载荷するが、この時にそれぞれのセルで除荷～再载荷による応力 $p \sim$ ひずみ ε のサイクリックカーブが計測でき、非排水時でのひずみ依存性の変形特性（せん断剛性率 G とひずみの $G \sim \gamma$ 関係、減衰比 h とひずみの $h \sim \gamma$ 関係）が解析できる。

液状化試験による除荷～再载荷による応力 $p \sim$ ひずみ ε のサイクリックカーブから、ひずみ依存性の変形特性（せん断剛性率 G とひずみ γ の関係）を示す。

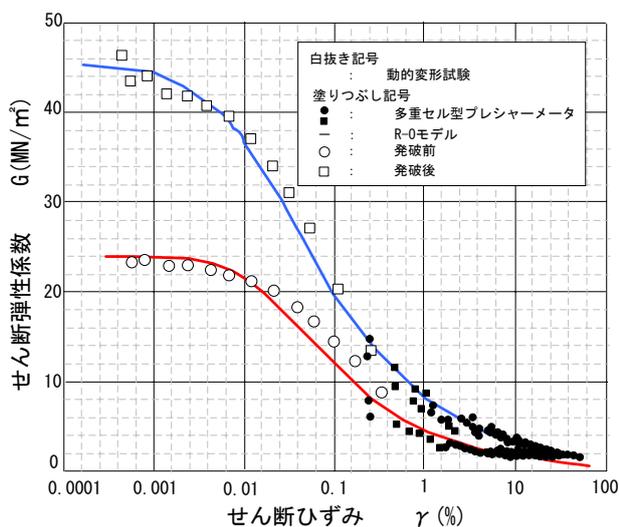


図-13 せん断弾性係数 G とせん断ひずみ γ の関係

7. 自動型プレッシャメータ試験のまとめ

(1) この試験法の特徴

- 孔壁の乱れを軽減する掘削技術を併用することで、品質の高い孔壁で試験できる。
- 計測・記録・解析・図化までの自動制御のもとで試験が可能である。
- 精度が確保され、早く・安く・簡易な手法で計測可能な試験である。
- 計測結果が早く確認できるために、現場管理に適している。
- 従来計測が出来にくい $N < 4$ の軟弱地盤でも精度よく計測できる。
- 性能規定型設計に対応可能な、地盤の液状

化特性及び変形特性を効率よく計測できる。

- 側方流動の解析に有利となる可能性を秘めている。
- 数値解析に必要な初期条件が求まる。
- 従来の地質調査に比べて、調査・試験コストを大幅に節約できる。
- 建設トータルコスト削減に役立つ。

(2) 課題点

- 多重セル型プレッシャメータ試験は土槽実験を含めて、理論的検証が未解決である、今後はこの課題について新たな研究開発グループを立ち上げ、鋭意実用化に向けて努力する。
- 大粒径の砂礫地盤および転石地盤には不向きである。

(3) 効果的な計測法

- 空間的分解法を有するサウンディングと組み合わせると効果的である。
- PS 検層と組み合わせることで、微小ひずみ～大ひずみ領域の変形特性を効率よく確認できる。
- 地盤改良前後で実施することで、地盤改良効果の評価に適する。

8. 新マーケット創出・提案型事業に向けてのまとめ

我々地質調査業界では、新時代に向けた新技術の開発は、業界の将来を切り開く道筋になり、若い世代に技術の伝承もつながっていく。このような意味からも、今回の新技術は多くの可能性を秘めていると感じており、勇気と希望を持って実用化に向けて全力を注ぎたいと考えている。

なお、今回の一連の資料は、全地連の新マーケット創出・提案型事業にコンソーシアム形式で参加いただいた企業が共同で実験した結果によるものであります。また、横浜国大の谷教授はじめ、オブザーバーご協力・ご助言いただいた東電設計瀬下様・竹中工務店技術研究所内田様、そして全地連はじめ関係各位の皆様には、この紙面をお借りして、深く謝意を表する次第であります。

(注) なお、最後に今回参加いただいた各企業の皆様にコンソーシアム形式での研究開発を終えるに際して、アンケート結果と忌憚ないご意見を参考までに次に添付致します。

「自動孔内水平載荷試験の応用活用による新事業」に関する
アンケートのお願い **集計結果**

この度は全地連新マーケット創出・提案型事業に、コンソーシアム方式でご参加・ご協力いただきまして、心より感謝申し上げます。

早いもので、この活動も6月を持って、発足以来1年が経過しようとしております。全地連の単年度での事業成果として、皆様方のご意見をアンケートの形でお受けして、この結果を踏まえて全地連に事業報告をしたいと考えております。

付きましては、別紙の「事業活動報告」を参照の上、次のアンケートにご記入をお願いしたいと思います。(該当するところに○を、また1質問に複数回答もOKです)

アンケート **今回参加企業17社の
全社から回答をいただきました。**

1. 新マーケット事業について
 - ① 業界の活性化を目指して意義を感じる。 **16**
 - ② 特に感じない。 **1**
 - ③ 別の方法があるのでは? **0**
2. 新マーケット事業に参加しての感想
 - ① 参加して良かった。 **12**
 - ② 特に感じない。 **2**
 - ③ 参加したメリットを感じない。 **4**
3. 自動型プレッシャーメータの価値観
 - ① 新しい計測法としての価値観はある。 **11**
 - ② 通常のLLTを代表する計測法があるので、それでよいのでは。 **4**
 - ③ よく分からない。 **2**
4. 自動型プレッシャーメータの普及性
 - ① 今後普及すると思う。 **6**
 - ② 設計上の利用性に左右される。 **12**
 - ③ 普及は難しい。 **1**
 - ④ その他(何かあったらご記入ください) **3**
5. 普及方法
 - ① 今回参加企業が中心となって普及させる。 **3**
 - ② 地質調査業界が中心となって普及させる。 **9**
 - ② 地盤工学会と一体となって普及させる。 **9**
 - ③ 大学の先生の推薦も含めて普及させる。 **6**
6. 自動型プレッシャーメータの利用性
 - ① 値段にもよるが、できれば計測器を購入したい。 **3**
 - ② リース・レンタル方式で気軽に使いたい。 **12**
 - ③ 購入費、リース・レンタル料を参加企業には割引を期待したい。 **10**
 - ④ 現状の計測器で済ませたい。 **1**
7. デモンストレーションについて
 - ① 一度計測しているところを見たい。 **5**
 - ② 一緒になって動かしてみたい。 **3**
 - ③ 自分たちの現場で直接比較試験などで使ってみたい。 **8**
 - ④ 指導に来てもらいたい。 **3**
 - ⑤ 同業他社と一緒にデモンストレーションして欲しい。 **3**
 - ⑥ 協会でデモンストレーションして欲しい。 **10**

8. 孔内水平載荷試験の頻度
- ① 年間 100 回以上やっている。 3
 - ② 毎日複数の現場でやっている。 0
 - ③ ひとつの現場で複数の機械が入って、複数回やることもある。 1
 - ④ 年間 50 回前後。 6
 - ⑤ 年間 20 回前後。 8
 - ⑥ ほとんどやらない。 0
 - ⑦ 今後、この計測法の普及で試験頻度の増えることを期待したい。 4
9. 自動計測の必要性
- ① 省力化を期待したい。 3
 - ② 現場オペレータの負担を軽減したい。 0
 - ③ 高度な（繰返し載荷など）試験では自動計測が必要。 1 1
 - ④ 会社の計測技術のレベルアップを期待したい。 8
 - ⑤ パソコンを使うのに抵抗がある。 0
 - ⑥ 公に評価された場合は受注活動に利用したい。 8
 - ⑦ 若手技術者に技術の伝承につなげたい。 4
 - ⑧ その他（何でもご記入ください） 2
10. 繰返し試験などの高度化計測の試験価格
- ① 内容の高い試験に応じた価格を期待したい。 1 1
 - ② 現状の価格でよい。 3
 - ③ 省力化の下で、現状よりも安価でよい。 2
 - ④ その他（何でもご記入ください） 3

次に多重セル型プレッシャーメータに関するアンケートです。

1. 多重セルの現状認識
- ① 液状化特性が計測できそう。 1 0
 - ② G~ γ 関係が計測できそう。 6
 - ③ その他色々な地盤パラメータが計測できそう。 1
 - ④ 全く新しい計測法として評価される時がきそう。 1 0
 - ⑤ 特に感じない。 0
 - ⑥ 多重セルに魅力を感じて参加したが、期待はずれだった。 1
 - ⑦ その他（何でもご記入ください） 3
2. 多重セルの将来性について
- ① 新たな計測法として将来性を感じる。 1 3
 - ② 裏付けが難しく、あまり期待できない。 1
 - ② 全く、期待できない。 0
 - ③ その他（何でもご記入ください） 3
3. 今後の研究開発の必要性
- ① 必要性を感じるので、新たな研究開発に参加したい。 4
 - ② 開発手法を吟味し、理解できれば参加したい。 1 0
 - ③ 資金と時間がかかりそうなので参加には消極的。 3
 - ④ 難しいので、参加の予定はない。 1
 - ⑤ その他（何でもご記入ください） 2
4. 具体的研究開発の方向性
- ① 同業企業が中心になった研究会方式 6
 - ② 大学の先生を中心にした研究会方式 4
 - ③ 公の研究開発支援（助成金を貰った）研究会方式 5
 - ④ 大手研究機関と一緒にした研究会方式 4

- ⑤ 地盤工学会での専門家を中心にした委員会方式 6
- ⑥ その他（何でもご記入ください） 1
- 5. デモンストレーションについて
 - ① 一度計測しているところを見てみたい。 7
 - ② 一緒になって動かしてみたい。 4
 - ③ 自分たちの現場で直接比較試験などで使って見たい。 4
 - ④ 同業他社と一緒にデモンストレーションして欲しい。 4
 - ⑤ 協会でデモンストレーションして欲しい。 7

以下、今回の研究開発・運営などについてご感想をお願いします。

1. 一日も早く、直接使って見たい。
2. 地質業界は、便利なもの、精度の良いもの、時代の求めるものを常に追い求めていき、新しいマーケットを作っていく必要があります。今回のこのような取組みを通じて、より便利で精度のあるものに挑戦していくことが大事だと思います。
3. 今回のコンソーシアムに参加させていただき、新鮮かつ最新の情報を得られたことは大変有意義に考えております。また感謝しております。
4. 私どものような地方の企業では、地盤工学会などで推奨されている従来の試験機を利用するだけであつたが、仕様設計から性能設計への流れの中で、今回このような新事業に参加できたことは非常に良かったと思っています。
若手技術者の地盤工学への取り組み方・技術の伝承、技術業務における認識・力量アップなど、育成面でも大いに役立ちました。今後は多重セル型の理論的裏付けが出来たら将来性のある計測法と感じております。
5. 名ばかりの参加で申し訳ありませんでした。
新しい計測方法で画期的と思います。大いに採用されるべきで、そのような周知方法が大事ななど。当社も参考にさせて頂きました。今後の利用・普及に期待して居ります。
6. 多くの研究資料をいただきありがとうございました。自動計測や歪みと変形係数の関係等、今後、実務（設計）に生かせる道筋が必要かと思ひます。つまり設計の流れは仕様規定型から性能規定型に移行すると思われ、合理的に照査できれば、今回の研究成果はかなり期待はできるように思ひます。
多重セル型に関しましては、自分も勉強不足のためかよくわかりません。
ただし、これについても論理的な裏付けが伴えば画期的な方法と思います。
何れにいたしましても、実質的なお手伝いができませんでしたことをお詫びすると同時に、参加させていただき意義があつたと感謝する次第です。
7. 改良ビットを用いた自動孔内水平載荷試験器は孔壁の乱れが低減されるなど、LLTなどに比べて高い精度が期待できる実験結果から、実用化後に価格があれば当社も採用したいと思っています。
多重セル型プレッシャーメータについては、液状化など耐震設計に活用することで画期的な研究開発だと思います。
8. 多々の会社と一緒にものごとを起こすことがいかに大変かが（見ているだけでしたが）わかりました。でも誰かがやらなければ業界の将来はないし、後を託す若手も育つどころか業界に来てくれないと思ひます。

課題的意見

1. 使い易さ、値段等が普及の要因と考える。（自動型 PMT）
 2. 大学などの研究テーマとしては現状でも良いが、実務におけるマーケティングを前提にする場合にはデータの蓄積と実務的検証が必要だと思います。（多重セル）
 3. 第三者を納得させられるようなデータの蓄積と検証、および公の場での議論が必要だと思います。（多重セル）
- 以下略

事業テーマ②「CM方式事業」活動報告

CM委員会委員長 松澤 秀泰

(株)エイト日本技術開発

第1章 事業の目的

公共工事については、発注者の責任として品質を確保することが求められ、平成17年4月1日に「公共工事の品質確保の促進に関する法律」（以下、「品確法」という。）が施行された。しかし、地方自治体においては、団塊世代の退職等により技術職員の数が減少している。また、発注者側技術者は、住民対応や説明責任資料の作成等に追われ、従来の設計・施工監理や新しい技術を取得する機会を失いつつある。特に、公共施設の品質を確保すべき地方自治体の技術力は低下し、さらに深刻になると考えられる。

上述に対応する方策のひとつがCM（Construction Management）方式導入である。この方式は、民間事業者等が発注者の「代行者」として調査・設計・施工監理を行い、事業を執行（マネジメント）するものである。地方自治体の土木分野でのCM方式導入は数件あり、国土交通省は、平成19年秋「CM方式活用協議会」を立ち上げ、CM方式活用を地方自治体に推奨している。したがって、今後地方自治体においてCM方式導入の動きが進展すると考える。

本事業は、このような状況を踏まえ、土木分野において今後普及すると見込まれるCM方式について理解し、全地連の会員がその代行者である「CMR（Construction Manager）になる」という新しいビジネスに参画することを目的とする。民間の優秀な技術者がCMRになることは、わが国の公共事業（整備・更新）における品質・工程・コスト・環境等の諸問題解決に寄与し、大きな社会貢献になるものと考えられる。

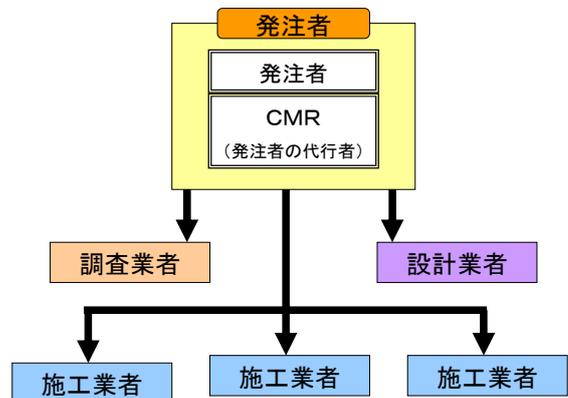
第2章 CM方式について

CM方式は、民間事業者等が発注者の「代行者」として調査・設計・施工監理を行い、事業を執行（マネジメント）するものである。すなわち、発注者は代行者として優秀なマネジャーを選定し、マネジャーに調査・設計・施工の監理を委託する方式である。このマネジャーをCMRまたはCMr（Construction Manager）という。ここで、CMRはチームなどの組織としてのマネジャーを指し、CMrはマネジャー個人を指す（図-2.1参照）。

地方自治体は、現在公共事業の執行をマネジメントすることが難しくなっている。以下に理由を示す。

- ・ 技術者の不足
- ・ 住民の意向の多様化への対応と説明責任
- ・ 強いコスト縮減要求

CM方式はCMRが発注者の代行者として、



事業をマネジメントする方式であり、上記の課題を解決するための有効な方法として注目されている。

第3章 実施した活動内容

3.1 実施体制

CM委員会の委員名簿を以下に示す。アドバイザーに高知工科大学社会システム工学科の草柳俊二教授を迎えた。

CM委員会 委員名簿 (平成21年3月末現在)			
委員長	松澤 秀泰	(株)エイトコンサルタント技術本部	総合マネジメント部 マネジメント部門 部門長
副委員長	折原 敬二	基礎地盤コンサルタンツ(株)中国支社	支社長
委員	外山 涼一	(株)荒谷建設コンサルタント	調査担当GM兼地盤調査部 取締役部長
委員	河野 秀生	(株)荒谷建設コンサルタント	コンサルタント第1部 道路設計課 課長
委員	伊藤 徹	(株)ウエスコ鳥取支社	執行役員支社長
委員	与那城 稔	(株)ウエスコ地盤調査事業部	事業部長
委員	河野 雄三	(株)ウエスコ施工管理事業部	事業部長
委員	木村 隆行	(株)エイトコンサルタント技術本部	地質・防災部 部長
委員	二木 重博	(株)エイトコンサルタント技術本部	地質・防災部 防災解析チーム 副部門長
委員	砂川 伸雄	基礎地盤コンサルタンツ(株)中国支社	技術生産管理部 総括部長
委員	是石 康則	(株)ダイヤコンサルタント中国支社	技術部 部長
委員	岡山 茂樹	中央開発(株)中国支店	支店長
委員	山本 紀之	中央開発(株)中国支店	技術部 部長代理
委員	西村 修一	中央開発(株)中国支店	技術部 副長
アドバイザー	草柳 俊二	高知工科大学社会システム工学科	教授

3.2 活動の内容

CM委員会の活動は、平成20年5月末全国地質調査業協会連合会(以下、「全地連」という。)より「平成20年度新マーケット創出提案型事業」として事業承認を受け、平成20年6月上旬～7月上旬に参加企業の募集を行い、平成20年8月より活動を開始した。

また、本委員会の活動開始に先立ち、準備会(CM研究会)を立ち上げ、平成20年5月～7月に会議を3回実施し、CM方式についての基礎知識の取得と今後の具体的な活動方

法を検討した。CM委員会は、平成20年8月から活動を開始し、会議5回とセミナー1回を実施した。活動スケジュール表を以下に示す。

表-3.1 CM事業活動スケジュール

活動内容	平成20年												平成21年					備考
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月					
新マーケット創出・提案型事業【全地連】																		
事業承認	○																	
参加企業の募集																		
CM研究会																		
準備会	①	②	③															
第1回準備会:スケジュール調整	○																	
第2回準備会:CM方式についての研修		○																
第3回準備会:CM方式についての研修			○															
CM委員会																		
委員会					①	②	③		④				⑤					
地質リスク・地質顧問制度の確認					○	ヒアリング												
会員へのアンケート調査										○	実施・分析							
CMR参画を目指す分野の検討																		
業務仕様書(素案)作成																		
パンフレット作成														○	印刷			
会員に対する研修会														○	セミナー、2月6日			
活動報告書作成															○	発行		

第4章 事業の成果

4.1 地質顧問とCMR

本委員会では地質顧問とCMRの違いを確認した。

公共事業における地質のもつ不確実性に起因した設計変更や事業費の増大は、地質のもつ不確実性を早期に予測し対策を講じることによって、維持管理費を含めた総事業コストの縮減が期待できる。

コスト構造の多くは計画以前の段階で決定されることから、地質技術は早い段階で適用されることが望ましい。この段階は発注者側技術者が判断する段階であり、発注者側に十分な地質技術者が確保されていない場合には、地質技術が早期に適用されない。このような場合には、民間の地質技術者による（地質）技術顧問が有効な担い手となる。また、地質技術を調達段階でのコスト縮減に適用するためには、民間の地質技術者が発注者支援をしていく仕組みが必要である。このような場合にはCMRによる支援が有効な手段である（図-4.1 参照）。

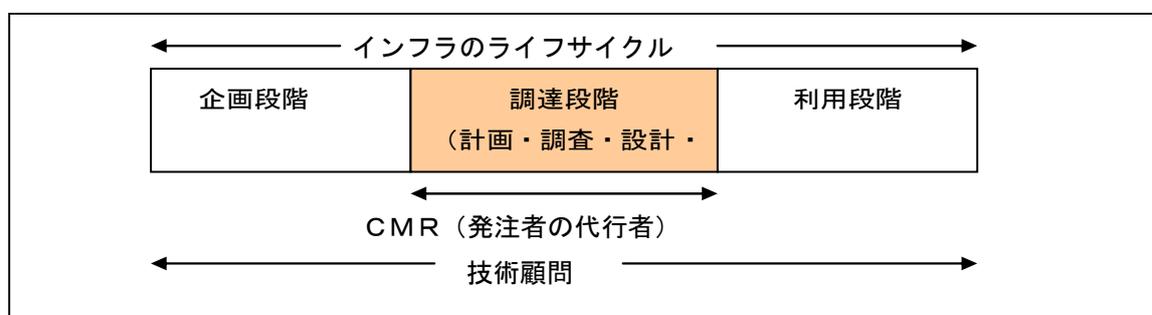


図-4.1 技術顧問とCMRの範囲

4.2 地質技術者が目指すCM方式の適用分野

4.2.1 地質技術者であるCMRの必要性

公共工事におけるリスクのうち、地質に関するリスクは非常に大きい。地質調査の量や結果の分析を怠ることにより、施工中に事故が発生したり設計変更を行う例が後を絶たない。しかし、地質のもつ不確実性を認識している発注者は少ない。

したがって、地質技術者がCMRとなることにより、地質のもつ不確実性を軽減するために必要な地質調査を提案・実施し、その分析結果を設計や工事に活かすことが可能となる。しかし、地質技術者の能力を発揮できる分野には限りがある。本委員会では「地質技術者が活躍できるCM方式の分野」「地質技術者が目指すCM方式の適用分野」を検討した。

4.2.2 地質技術者が目指す分野

CMRは一般に調査・設計・施工監理の専門メンバーで構成されるが、全地連は、①現場技術業務を専業とする会員、②地質コンサルタントを専業とする会員、③建設コンサルタント全般を業とする会員など、さまざまな業態の企業より構成されている。したがって、地質技術者がCMRとなって活躍できる分野の検討を行うことは有意義である。

本委員会では、地質技術者がCMRとなって活躍できる分野を抽出するために、これまで地質技術者が関わってきた建設事業を大区分し、工種ごとにその可能性を評価した。また、今後CM方式の需要が期待される都道府県・市町村あるいは民間が発注する建設事業を対象とした。

検討では、多くの地質技術者が保有していると想定される技術を指標に、期待される役割の観点から、地質技術者がチーフマネジャーとして主導的な立場と成り得るものと、サブマネジャーとして補佐的な立場となるものに区分した。検討結果を表-4.1にまとめた。

その結果、“砂防・治山”に区分した防災関連の分野や“環境”に区分した土壌汚染対策の分野では、地質技術者が地盤（計画・調査）・設計・施工に関する高い技術を保有しており、チーフマネジャーとして成り得る可能性があるとして評価した。

また、“建設・建築・農林”に区分した土木設計の分野では、道路事業のうちの切土盛土工事、土地造成工事、ため池堤体工事などの土工事を主体とする工種、トンネル工事などの土及び岩盤を対象とする工種、あるいは水道などの水源開発を主体とする工種では、地質技術者が地盤・設計・施工に関する高い技術を保有しており、チーフマネジャーと成り得る可能性があるとして評価した（一覧表の内、着色した部分に相当）。

一方、建築物やコンクリート・鋼構造物を主体とする工種では、基礎地盤に関する高度な専門技術を有するサブマネジャーとしての補佐的役割が期待されると評価した。

4.3 CM方式に関するアンケート調査

4.3.1 アンケート調査の目的

本委員会では、全地連会員に対しアンケート調査を行った（表－4.2 参照）。目的は、次の2点である。

- ・全地連会員へCM方式の認知度を高めるための広報活動
- ・会員が見聞する地方自治体の持つ悩みがどのようなものかの調査

アンケート調査の対象者は、全地連会員とした。「地方自治体の持つ悩み」を把握するためには、直接地方自治体の担当者に聞くという方法もあるが、担当者の役職や所属部署で悩む内容も異なってくることが予想され、今回の調査では、「全地連会員が見聞する」ものとした。配布会員数と回答を寄せた会員数を以下に示す。

・配布会員数	： 500社
・回答を寄せた会員	： 150社
・回収率	： 30.0%

表－4.2 アンケート調査の企画

大項目	小項目					
①属性	①-1. 本社所在地	都道府県名				
	①-2. 業種(複数回答)	試験・計測	物理探査	地質調査	総合コンサルタント	その他()

大項目	小項目	5段階評価				
		5	4	3	2	1
②CM方式	②-1. 認知	熟知している	よく知っている	概ね知っている	余り知らない	全く知らない
	②-2. 受託実績の有無				受託したことがある	ない
	②-3. 参画の意思	積極的に参画したい	機会があれば参画したい	参画を検討したい	余り興味がない	全く興味がない
	②-4. CMRに参画可能な技術者数				いる	いない
③発注者の悩み	③-1. 職員の技術レベル低下	非常に多い	多い	普通	少ない	全くない
(御社が見聞する発注者の悩み)	③-2. 職員数の減少	非常に多い	多い	普通	少ない	全くない
	③-3. 新技術を勉強する時間がない	非常に多い	多い	普通	少ない	全くない
	③-4. 地質調査内容が理解できない	非常に多い	多い	普通	少ない	全くない
	③-5. 工期厳守の要求が強い	非常に多い	多い	普通	少ない	全くない
	③-6. コスト縮減の要求が強い	非常に多い	多い	普通	少ない	全くない
	③-7. 品質確保の要求が強い	非常に多い	多い	普通	少ない	全くない
	③-8. その他	記述式				
	④CM方式参画に取り組むべきですか				積極的に取り組むべき	できるだけ取り組むべきである
⑤CMセミナーについて				参加したい	できるだけ参加したい	参加しない
⑥自由意見		記述式				

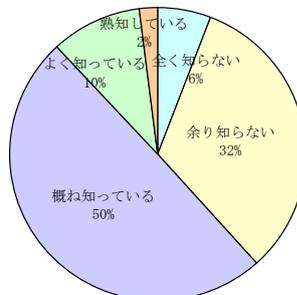
4.3.2 アンケート調査結果

アンケート調査結果を報告書としてまとめた。以下に代表的な回答と考察を示す。

(1) CM方式について

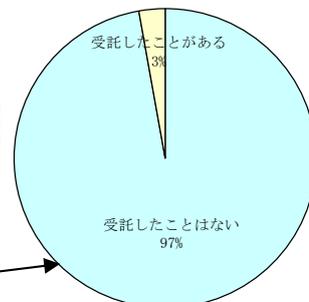
① CM方式の認知

CM方式は概ね認知されているが、知らない会員もまだまだ多い



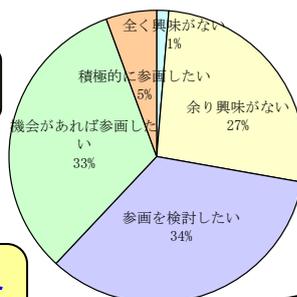
② CM方式の受託実績

受託実績のない会員が圧倒的に多い



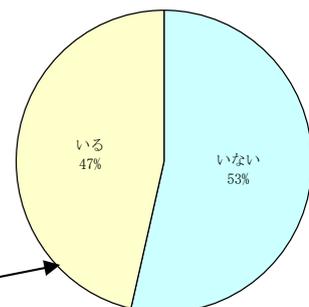
③ CM方式への参画意思

CM方式参画に前向きな会員が多い



④ CMRに参加可能な技術者の有無

CMRに参加可能な技術者がいる会員が半数近い



(2) 回答者が見聞する「発注者の悩み」について

【発注者の悩みについての分析】

「発注者の悩み」7項目について、回答企業が発注者の悩みを見聞することが「全くない」～「非常に多い」を5段階に分け分析した。

各アンケート項目の地区別相関関係を把握するため、各段階に「全くない」＝－1、「少ない」＝－0.5、「普通」＝0、「多い」＝0.5、「非常に多い」＝1の重みを割り付け、アンケート結果を地区毎に得点化した（表4.3参照）。

発注者の悩みが平均30点以上と高い項目、すなわち、発注者の悩みが多いと推定される項目は、以下の通りである。

- ・地質調査の理解
- ・コスト縮減
- ・品質確保

地域別に見れば、

- ・北海道
- ・四国

で多い結果となっている。特に、「地質調査の理解」については、ほぼ全国的な悩みもしくは課題となっていることが見て取れ、地質技術者の役割の重要性を認識できる。

表-4.3 発注者の悩みの得点化

評価点	技術レベル低下	職員数減少	新技術の勉強時間	地質調査の理解	工期厳守	コスト縮減	品質確保	平均
北海道	46.5	28.5	18	42.5	21.5	39.5	46.5	34.7
東北	-3.5	25.5	18.5	21.5	18.5	16.5	30	18.1
関東	30	7	1.5	38.5	27	25	24.5	21.9
中部	20	5	15	35	25	25	15	20.0
近畿	17	21.5	12	33.5	-8	33.5	29	19.8
中国	26	9	18	28	26	28	29	23.4
四国	50	36	20	45	32	59	54.5	42.4
九州	18.5	14.5	36	15.5	32.5	44	46.5	29.6
平均	25.6	18.4	17.4	32.4	21.8	33.8	34.4	26.3

凡例 : 30点以上の項目

(3) アンケート結果の考察

今回のアンケート調査結果より、多くの会員がCMRに積極的な興味を抱いていること、発注者の悩みとして職員数減少・新技術や地質技術の理解・習得の必要性・コスト縮減・工期厳守が焦眉の急となりつつあることが伺えた。

4.4 パンフレットの作成

団塊の世代の退職などにより技術職員の不足が顕在化する地方自治体にとって、CM方式は課題を解決するための有効な方式と考えるが、CM方式の認知度は低い。また、全地連会員各社へのアンケート結果にあるように、CM方式はある程度認知されているが、回答を寄せなかった会員も多く、CM方式知らない会員はまだ多い状況である。そのため、会員や地方自治体などの発注者への啓発のために、本委員会では「地質技術者によるCM方式」のパンフレットを作成した。その際、右に示すロゴマークも作成した。





地質技術者によるCM(コンストラクション・マネジメント)方式

初版発行：平成21年4月1日
 発行機関：CM委員会（幹事会社：株式会社エイトコンサルタント）
 協力：社団法人 全国地質調査業協会連合会
 JAPAN GEOTECHNICAL CONSULTANTS ASSOCIATION

地質技術者による CM(コンストラクション・マネジメント)方式

—地質のもつ不確実性の把握・民間活力の有効利用・よりよい社会資本整備のために—

市民からは低廉で質の高い公共事業の実施が望まれています。しかし、自然である地質は変化に富み、多様な不確実性が存在し、しばしばその評価不足やミスにより施工中や施工後に大きなトラブルが発生しています。

そこで、こうしたトラブルを防ぎ、合理的かつ安全に、公共事業を行うための方策のひとつが地質のスペシャリストを利用した「地質技術者によるCM方式」です。



地質によるトラブル

ダム・トンネル・橋梁その他の公共事業においては、地質に関する調査を行います。その内容や量は限られています。そのため、地下の地質事象における不確実性に起因する施工中の事故や事業費の増大などが発生する場合があります。



新しい公共事業方式 CM(コンストラクション・マネジメント)方式

CM方式とは...

CM方式は、1970年代初期、アメリカにおいて発達した建設事業のマネジメント方式です。この方式は、発注者が事業を実施するにあたり、CMR(コンストラクション・マネジャー)にそのマネジメントを委託する方式です。

ここで、CMRとは、発注者の代行者として調査・設計・施工をマネジメントする優秀なマネジャー(チーム)のことを指します。

企業	調査	設計	施工	維持管理
発注者	CM			
調査業者		設計業者	施工業者	施工業者

Good Information

地質技術者によるCM方式の導入の利点

- 地質に精通した技術者が地質状況を把握しながら事業を進めることで、地質によるトラブルをなくすることができます。
- CMRは調査・設計・施工をマネジメントする専門家チームであり、地質リスクを把握し、任意で良質な社会資本を整備することができます。
- CMRはマネジャーとしての活躍ばかりではなくアドバイザーでもあります。地方自治体の技術力向上に貢献します。地方自治体に優秀なアドバイザーがいることは、地域競争力を高める有効な方法となります。
- 計画に対するリスクを軽減するための各プロセスの透明性を確保できます。
- 地方自治体は、委託する業務内容を選択してCMRに委託(発注)することができます。

CM委員会からの提案

地質技術者は、地質に関する豊富な知見と事業を進めるマネジメント能力を持っています。

CM委員会では、地質技術者が活躍できる主な分野を提案しています。下表に示します。

事業区分	地質技術者が活躍できる工種
道路	堤土、掘削、切土、法面防災
トンネル	掘削、法面防災
水害対策	水源開発、水源保全
土地開発	切土、掘削、埋立
橋脚	橋脚
ダム	掘削、切土、掘削、土石留
砂防	掘削、掘削、掘削
治水	掘削、掘削、掘削
掘削	掘削、掘削
掘削	掘削、掘削

CM方式の必要性

地方自治体の財政は厳しく、自治体職員(技術者)を増やすことが難しい中、良質な社会資本整備を行うために、民間活力を利用するという考えが生まれました。CM方式はこの考えに基づくものです。

CM方式を導入することにより、建設マネジメントの専門家チームであるCMRが、多岐に亘る地質リスクを把握し、かつ発注者の代行者として質の高い建設事業を円滑に行うことが可能となります。

公共事業を取り巻く社会情勢

市民は良質な社会資本整備を求め、それに応じる「公共工場の品質確保の促進に関する法律」(品質法)を施行しました。また、アカウンタビリティ(説明責任)の重要性、低廉な工事費、環境保全等に対する期待は強くなっています。しかし、発注者側の技術者は不足しつつあり、公共事業を取り巻く社会状況は厳しさを増しています。

地質技術者によるCM(コンストラクション・マネジメント)方式

CM委員会

CM委員会の事業活動は、(社)全国地質調査業協会連合会の平成20年度の「第一アンケートの抽出・採集」のテーマ事業に依頼し、事業チーム1つとして委託されました。地質のもつ不確実性の把握・民間活力の有効利用・よりよい社会資本整備のための活動をしています。CM委員会の各社担当者へお問い合わせください。

委員会の構成	問合せ先
(株)エイトコンサルタント [幹事会社] 担当: 松澤 勇希	〒700-8817 岡山県北津島郡三丁1-2-1 TEL (086) 252-4917, FAX (086) 252-4919
(株)宮谷建設コンサルタント 担当: 外山 孝一	〒730-0831 広島市中区江波一丁目3-5 TEL (082) 258-4482, FAX (082) 258-5481
(株)ウエストコ 担当: 鳥居 隆	〒700-0033 岡山県北津島郡三丁5-35 TEL (086) 254-2480, FAX (086) 254-2573
基礎建設コンサルタント(株) 担当: 吉澤 竜二	〒731-1013 広島市安芸南区東長門1-3-25 TEL (082) 238-2272, FAX (082) 238-7849
(株)ダイヤコンサルタント 担当: 尾石 康樹	〒730-0542 広島市中区東区南一丁目3-25 デルビル TEL (082) 248-1925, FAX (082) 248-4284
中央建設(株) 担当: 岡山 博隆	〒730-0814 広島市中区東区南2-2-2 第一ツクリビル TEL (082) 244-1114, FAX (082) 244-3022
岡山工科大学 社会システム工学科 教授: 原田 健二	〒782-8502 岡山県美作市土山田山字宮ノ口1-8-9

4.5 CM方式セミナー開催

本委員会では、全地連会員に対し、CM方式の啓発と本委員会の活動状況を報告するため、平成21年2月6日（金）に広島YMCA小ホールにおいて「地質技術者のためのCM方式セミナー」を開催した。このセミナーは、中国地質調査業協会との共催、日本応用地質学会中四国支部の後援を得た。参加者は中国地方のみならず、関西地方や遠くは名古屋市からの参加もあり、総勢40名程度となった。

セミナーの主なプログラムは下表の通りである。

表-4.4 CMセミナープログラム

13:40～14:00	CM方式とCM委員会の活動状況 CM委員会委員 与那城 稔
14:00～15:00	【事例紹介】 国内の事例紹介（知見八鹿線道路整備事業） CM委員会委員長 松澤 秀泰 海外の事例紹介（シンガポールでの事例） CM委員会副委員長 折原 敬二
15:10～16:40	講演 「我が国におけるCM契約の実態と今後の展望について」 高知工科大学社会システム工学科教授 草柳 俊二
16:40～17:00	質疑応答

第5章 まとめ

私たちがCM方式に参画するためには、工程、コスト、契約管理などのマネジメントについての知識習得と能力の向上が欠かせない。事業の種類や規模によっては、異なる専門知識・能力を有した企業が人材の不足する分野を補完して共同で取り組むことが不可欠である。このようにCM方式への参画は、ビジネスチャンスであるばかりでなく、個人レベルでは一段階上位の技術者への道を開き、企業としては建設業界のイニシアティブや企業間提携の可能性に繋がるものとする。

本事業の運営においては、全地連事務局をはじめ、多くの皆様のご支援・協力をいただきました。厚く御礼申し上げます。また、本事業は平成21年度も継続するため、引き続きご指導、ご鞭撻をよろしくお願いいたします。

【問い合わせ先】

〒700-8617 岡山市北区津島京町三丁目1-21

(株)エイト日本技術開発 都市・マネジメント事業部

松澤 秀泰 (副事業部長)

TEL:086-252-8943 FAX:086-252-8919

事業テーマ③「土工工事の危険度に応じた安全管理方法の目安作成」「土工工事安全監視マニュアル（案）作成事業」活動報告

幹事会社：（株）藤井基礎設計事務所

1. 背景・目的

- ① 工事中の斜面崩壊で人災になるケースが今でも多い。
- ② ところが、危険な現場において、施工業者が計測器を使ったシステムを提案しても、なかなか採用されないのが実情である。
- ③ 発注者側も危険なので安全管理をしたいという気持ちはあるが、「必要性の説明理由」が明確にできないという面がある。
- ④ 現在は朝朝礼での、斜面崩壊安全に関する意識付けを行う程度の対応がほとんどである。
- ⑤ そのような中で、建設業労働災害防止規定が H20 年 4 月から改正され、労働災害防止規定の順守義務が生じることとなり、掘削作業の安全管理手順を決めて、実行する必要性が生じてくる。
- ⑥ そこで、「土工工事安全監視マニュアル（案）」を作成し、「土工工事の危険度に応じた安全管理方法の目安」とすることで、以下の効果を狙う。
 - a) 発注者・施工業者に安全管理の目安を与える。
 - b) 安全管理を行う場合、安全管理のコンサルティングが必要になるため、全地連会員の市場が広がる。
 - c) 安全管理関連の製品開発（伸縮計など）を行っている会員も、全地連会員に多くいるので、そちらの市場も広がる。
- ⑦ 「土工工事安全監視マニュアル（案）」を、全地連を通じて、国土交通省、労働省労働基準局へコマーシャルしていただいて、広く普及するようにする。

2. 事業内容

- ① 「土工工事安全監視マニュアル（案）」の作成
- ② 「土工工事安全監視マニュアル（案）」概要
 - a) 工事中に人災が発生したケースの事例集積
 - b) 問題点の整理
 - c) 土工工事の危険度の定義 A、B、C の 3 ランク程度
 - d) 危険度に応じた安全管理方法の整理
危険度 A リアルタイム計測＋警報（携帯メール、現場パトランプ、現場サイレン）
危険度 B 警報発令システム
危険度 C 目視監視、（通常の伸縮計、抜き丁張）
 - e) 現行の計測システムの整理
危険度毎に、現在あるシステムを紹介する。
 - f) 保険との連携についても検討する可能性あり。

3. 組織・事業費

- ① 組織
 - a) 応用地質・藤井基礎が中心となり、全体 5 社程度でマニュアル案をまとめる。

b) アドバイザーとして、労働安全衛生総合研究所高木氏、大学教授 1 名程度を考えている。

② 事業費

- a) 関係企業で 10 万円を拠出し、運営費とする。
- b) ただし、状況に応じ追加拠出の可能性はある。
- c) 運営費は、原則的にはアドバイザー謝礼のみとする。
- d) マニュアル作成は、各社の協力で手弁当で行う。
- e) 会議は全地連にて行う。
- f) その他の連絡・打合わせはメールにて行う。

4. 会議回数

- ① 3 回（初回、中間、最終）
- ② アドバイザーは初回、中間にお願いし、最終はメールにて確認してもらう。

⇒次ページ以降に、今回の事業で作成したガイドラインの抜粋を掲載する。

安全管理レベル判定ガイドライン（法面掘削工事編）

目 次

1	はじめに	1
2	本ガイドラインの利用方法	2
3	安全管理レベル判定の基本的な考え方	3
4	安全管理レベル判定チェックシート	4
5	安全管理レベル毎の安全管理方法	5
6	安全管理のためのチェックシートなど	6
	③ 安全管理レベル判定チェックシート	7
	④ 法面掘削工事の安全管理に関する施工計画書(案)	8
	⑤ 法面目視観察シート	9
	⑥ 異常時対応シート	10
	⑦ 専門家が法面観察を行う際の標準歩掛り	11
	資料編	12
1	土砂崩壊関連の労働災害データ	13
2	切土法面の土砂崩壊防止に関する規則	17
3	法面掘削工事の安全管理に関する施工計画書見本	20
4	具体的な崩壊事例	39
5	崩壊の予兆現象の整理	41
6	安全管理事例	42
	① 安全管理レベル A の運用事例(現場内警報)	
	② 安全管理レベル A の運用事例(現場内警報+インターネット)	
7	法面の安全管理に用いる計測器・計測システム例	46
8	床掘工事における安全管理方法の例	48
9	本ガイドラインの適用範囲の決定に関する協議資料	52

1. はじめに

- ① 法面掘削工事中の崩壊事故は、毎年多く発生している。資料編1では 2008 年の崩壊による労災死亡事故者は 45 名となっている(土砂崩壊だけではない)。法面掘削工事中の崩壊が人災になるケースは非常に多いことがわかる。労災死亡者数から察して、怪我をしている人はさらに多いことが予想される。
- ② そのような中で、改正労働安全衛生法が H18 年 4 月 1 日から、施行され、第 28 条の 2 で、「労働災害の事前対応として、リスクアセスメントを行い、その結果に基づき必要な措置を実施する努力義務が必要」とされている。
- ③ 近年多く採用されている、総合評価方式の技術提案にも、「工事中の安全管理」が評価項目として提示されるようになってきている。また、工事成績評定においても安全対策が評価項目となっていたり、工事中に事故を起した場合には会社の評価が下がることになっている。
- ④ このように工事中の安全管理が重要視されてきているものの、法面掘削工事中の安全管理は目視観察による経験的判断で行われることが多い。その一方で、熟練労働者は高齢化が進み、経験的判断ができる労働者が減少しているという現実がある。
- ⑤ 国土交通省は掘削工事について、土木工事共通仕様書の中(第 4 節道路土工 4-4-2 掘削工)で次のように記述している。

3. **請負業者は、掘削工の施工中に、自然に崩壊、地すべり等が生じた場合、あるいはそれを生ずるおそれがあるときは、その処理方法について監督職員と協議しなければならない。**ただし、緊急やむを得ない事情がある場合には、災害防止のための措置をとった後、そのとった措置をすみやかに監督職員に報告しなければならない。

第 3 節 河川土工・海岸土工・砂防土工 4-3-2 掘削工(切土工)も同じ規定。

- ⑥ この中の、「掘削工の施工中の崩壊・地すべり等が生ずるおそれの程度」を、本ガイドラインで定めたのと、「おそれの程度」に対応した処理方法について、「現場での計測や目視観察の方法の目安」を提示した。
- ⑦ 施工業者がこの目安に従い、「適切な安全管理」を行うことで、「安全な工事」ができることになる。その結果、法面掘削工事中の崩壊・地すべり等による事故が少なくなることを目指すものである。

2. 本ガイドラインの利用方法

① 対象工事

- a) 主として公共工事の法面掘削工事に適用する。
- b) 主な工事区分として、以下がある。
 - 急傾斜崩壊危険対策工事（法面工事、落石対策工事）
 - 砂防、地すべり防止工事（土石流、地すべり対策工事）
 - 工業団地、農地造成工事（大規模切土、法面工事）
 - 道路道建設工事（法面工事）および道路法面崩壊対策工事（落石対策工事）
 - 法面関係の災害復旧工事

② 利用対象者

- a) 主として施工業者（施工を管理する立場の発注者も対象となる）

③ 利用目的

- a) 法面掘削工事中の崩壊・地すべりなどから、作業者の安全を確保することを、このガイドラインの目的とする。

④ 安全管理の手順と本ガイドラインの利用方法

a) 安全管理レベル判定

現地の状況を、ガイドラインに照らし合わせ、「安全管理レベル」「現場計測や目視観察などの安全管理方法」を定める。決定に際して発注者と十分に打ち合わせを行う。

安全管理レベル B

通常 of 安全管理を行なう。

安全管理レベル A

通常 of 目視観察に加えて、専門家の定期診断・法面の安全性をセンサーにて計測し、基準を超える変動があれば、現地で警報が出るようにする。

b) 施工計画書作成

上記で決定した内容を、施工計画書に明記する。

6章にて、法面掘削工事の安全管理に関する施工計画書(案)を示す。

これを参考にして、現場の状況に応じた施工計画書を作成する。

c) 施工途中(平常時)

5章で示す、安全管理レベル A、B に応じた、施工管理を行う。

施工作业毎の安全管理チェックシート(6章)にてチェックを行なう。

法面・仮設切土面については、法面目視観察シート(6章)にて日々の確認を行なう。

安全管理レベル A の場合は、専門家の定期診断、法面の安全性をセンサーにて計測し、基準を超える変動があれば、現地で警報がでるようにする。

d) 施工途中(異常時)

異常が見られたら、異常時対応シート(6章)に従い対応する。

異常時対応シートに従い、関係者と協議し、今後の方針を決定する。

ケース1 暫く様子を見て、安全が確認できたら、施工を続行する

ケース2 安全管理レベル判定を行い、施工時の安全計画作成(専門家の判断必要)

ケース3 計画そのものを変更する(専門家の判断必要)

3. 安全管理レベル判定の基本的な考え方

① 安全管理レベル判定に用いるチェックシート

- a) 安全管理レベルを高くする条件は、工事中の斜面の安定度である。
- b) 斜面の安定度は、切土直高・切土勾配・地盤状況などの要因により変化する。
- c) 斜面の安定度に関わる要因を、もっとも整理された形にしたものとして、「道路防災総点検要領の安定度調査表」がある。
- d) 調査表は、「落石・崩壊」、「岩石崩壊」、「地すべり」、「雪崩」、「土石流」、「盛土」、「擁壁」、「橋梁基礎洗掘」、「地吹雪」の、それぞれで作成されている。
- e) このうち、法面切土の安定に関わるものは、「落石・崩壊」、「岩石崩壊」、「地すべり」である。
- f) 「岩石崩壊」、「地すべり」は特殊な状況であるため、この場合は、専門のコンサルタントなどの判断を仰ぐ必要がある。
- g) 工事の安全管理レベル判定をする時には、「落石・崩壊」の「のり面」の安定度調査表を用いるのが、最も適用範囲が広いと考えられる。
- h) 従って、安全管理レベル判定を行う際は、「道路防災総点検要領 P45 の安定度調査表(落石・崩壊)の「のり面」の点検表を用いる。

② チェックシート記入にあたっての注意事項

- a) 上の点検表に従い、評点を行う。
- b) この点検表には、要因・対策工・履歴の3つの評価項目がある。
- c) 法面掘削工事では、対策工は未実施であり、履歴も通常はないため、要因からの評点のみを計算するものとする。
- d) 要因からの評点を行う際は、道路防災総点検要領 P33～43 の記入要領を参考にされたい。

③ 安全管理レベルの判定

- a) まず、チェックシートにて、評点を計算する。
 - b) この点から、安全管理レベルを、次を目安に定める。
 - c) この点はあくまでも目安で、最終的には発注者と施工業者で協議の上、決定する。
- レベル A -- 安全管理に注意が必要 ----- 50 点以上(目安)
- レベル B -- 通常の安全管理を行なう ----- 50 点未満(目安)

4. 安全管理レベル判定チェックシート

3章を参考に、以下のチェックシートの評点をつける。

[要因] (Ai)

項目	要因	のり面			
		評点区分	配点	評点	
地形 崩壊 性を 要持 因つ 地形 形	G1: 崖錐地形 G2: 崩壊跡地 遷急線明瞭 G3: 台地の裾部, 脚部浸食, オハ [○] ソク [*] , 集水型斜面, 土石流跡地など G4: 尾根先端など凸型斜面, オハ [○] ソク [*]	G1に該当する	3	3 (6)	
		G1に該当せず	①		
		G2, 3の内 複数地形該当	③		
		G2, 3の内 1地形該当	2		
		G2, 3には 該当なし	0		
土質 ・ 地質 ・ 構造 性	崩壊土質 性質 [浸食に弱い土質 水を含むと強度低下しやすい土質 その他]	顕著	8	4 (8)	
		やや顕著	④		
		該当せず	0		
崩壊 岩質 ・ 構造 性	崩壊岩質 性質 [割れ目や弱層の密度が高い 浸食に弱い軟岩 風化が速い岩質 その他]	顕著	12	12 (12)	
		やや顕著	6		
		該当せず	0		
崩壊 構造 性	崩壊構造 性 [流れ盤 (層理面, 弱線) 不透水性基盤上の土砂 上部が硬質/脚部が脆弱な岩 その他]	該当する	⑧	12 (14)	
		該当せず	0		
		顕著	6		
表 層 の 状 況	表土及び浮石・転石の状況	不安定	12	12 (12)	
		やや不安定	6		
		安定	0		
	湧水状況	浮石・転石が不安定 ~ やや不安定	該当する	(12)	
表 面 の 被 覆 状 況	表面の被覆状況	湧水あり	8	0 (8)	
		しみ出し程度	4		
		なし	①		
形 状	勾配 (i) , 高さ	裸地~植生主体	5	1 (5)	
		複合(植生・構造物)	3		
		構造物主体	①		
		土 砂 岩	H > 30m	18	12 (18)
			H ≤ 30, i > 標準	15	
			i ≤ 標準, 15 ≤ H < 30	10	
			i ≤ 標準, H < 15	5	
H ≥ 50m	18				
30 ≤ H < 50m	16				
15 ≤ H < 30m	⑫				
H < 15m	10				
変 状	当該のり面斜面の変状 (肌落ち・小落石・ ・ガリ浸食・洗掘・パイピング孔・陥没・はらみ出し・ 根曲り・倒木・亀裂・開口亀裂・その他対策工の変状)	複数該当・明瞭なものあり	⑫	5 (12)	
		あり・不明瞭なもの	8		
		なし	0		
	隣接するのり面・斜面等の変状 (落石・崩壊・亀裂・はらみ出し・その他の変状)	複数該当・明瞭なものあり	⑤	12 (5)	
あり・不明瞭なもの	3				
なし	0				
合計		のり面 :	73	点 (A1)	

注) () は各項目の満点を示す。

該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。

不明な場合は中間的な値を採用する。

5. 安全管理レベル毎の安全管理方法

① 安全管理レベル毎にすべき内容

a) レベル B

通常の安全管理を行なう。

ただし、現状の方式では法面観察の記録が残らないため、

「法面目視観察シート」(6章)にて記録するものとする。

法面に異常が見られた時には、「異常時対応シート」(6章)に記入し、処置をする。

b) レベル A

通常の見視観察に加えて、専門家の定期診断・法面の安全性をセンサーにて計測し、基準を超える変動があれば、現地で警報が出るようにする。

●通常の見視観察

レベル B と同様である。

●専門家の定期診断

法面の切土途中で、専門家による法面観察を行なう。

専門家が「見視観察報告書」を作成し、関係者が報告を受ける。

このときの標準歩掛を 6 章⑤に示す。

見視観察のタイミングは、法面 2 段(直高 7m*2 段=14m 程度)に 1 回を目安とする。

●現地での警報

工事毎に計測方法は異なるが、センサーで異常を精度良く把握し、現地で警報が出るシステムを採用する。

●関係者全体に警報が望ましいケース(レベル AA)

崩壊が生じると被害が大きい場合(供用中の道路、法面下での多くの作業者がいる場合など)は、センサーで異常を精度良く把握し、関係者(施工業者・発注者など)に警報が出るシステムを採用する。

一般的には、インターネットなどに計測結果を公開し、関係者で計測結果を共有できるようにする。警報発令時には関係者で速やかに協議し、計測結果を見ながら対応方法を早期判断する。

●法面に異常が見られたときの対応

以下の場合には、「異常時対応シート」(6章)に記入し、処置をする。

見視観察による異常が見られた場合

警報が発令された場合

センサーで変動が連続して見られた場合

6. 安全管理のためのチェックシートなど

安全管理のための、チェックシート等を以下に示す。

2章の本ガイドラインの利用方法に対応するものである。

- ① 安全管理レベル判定チェックシート
- ② 法面掘削工事の安全管理に関する施工計画書(案)
- ③ 法面目視観察シート
- ④ 異常時対応シート
- ⑤ 専門家が法面観察を行う際の標準歩掛り

① 安全管理レベル判定チェックシート

[要因] (Ai)

項目	要因	のり面			
		評点区分	配点	評点	
地形 崩壊 性を 要持 因つ 地形 形	G1: 崖錐地形 G2: 崩壊跡地 遷急線明瞭 G3: 台地の裾部, 脚部浸食, オハ [○] ハツク [*] , 集水型斜面, 土石流跡地など G4: 尾根先端など凸型斜面, オハ [○] ハツク [*]	G1に該当する	3	3 (6)	
		G1に該当せず	①		
		G2, 3の内 複数地形該当	③		
		G2, 3の内 1地形該当	2		
		G2, 3には 該当なし	0		
土質 ・ 地質 ・ 構造	崩の 壊土 性質 性質 崩の 壊岩 性質 崩 壊 性 の 構 造	浸食に弱い土質 水を含むと強度低下しやすい土質 その他	顕著 やや顕著 該当せず	8 ④ 0	4 (8)
		割れ目や弱層の密度が高い 浸食に弱い軟岩 風化が速い岩質 その他	顕著 やや顕著 該当せず	12 6 0	12 (12)
		流れ盤(層理面, 弱線) 不透水性基盤上の土砂 上部が硬質/脚部が脆弱な岩 その他	該当する 該当せず 顕著 やや顕著 該当せず	⑧ 0 6 ④ 0	12 (14)
表 層 の 状 況	表土及び浮石・転石の状況 湧水状況 表面の被覆状況	不安定 やや不安定 安定	⑫ 6 0	12	
		浮石・転石が不安定 ~ やや不安定	該当する	(12)	
		湧水あり しみ出し程度 なし	8 4 ①	0 (8)	
		裸地~植生主体 複合(植生・構造物) 構造物主体	5 3 ①	1 (5)	
形 状	勾配(i), 高さ	H > 30m	18	12 (18)	
		H ≤ 30, i > 標準	15		
		i ≤ 標準, 15 ≤ H < 30	10		
		i ≤ 標準, H < 15	5		
		H ≥ 50m	18		
		30 ≤ H < 50m 15 ≤ H < 30m H < 15m	16 ⑫ 10		
変 状	当該のり面斜面の変状 (肌落ち・小落石・ ・ガリ浸食・洗掘・パイピング孔・陥没・はらみ出し・ 根曲り・倒木・亀裂・開口亀裂・その他対策工の変状)	複数該当・明瞭なものあり	⑫	5 (12)	
		あり・不明瞭なもの なし	8 0		
	隣接するのり面・斜面等の変状 (落石・崩壊・亀裂・はらみ出し・その他の変状)	複数該当・明瞭なものあり	⑤	12 (5)	
		あり・不明瞭なもの なし	3 0		
合計		のり面 :	73	点 (A1)	

注) () は各項目の満点を示す。

該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。

不明な場合は中間的な値を採用する。