

時・平成18年3月2日(木)

於・日本工営(株)本社ビル3階B会議室

平成17年度
谷埋め盛土造成地の危険度評価・安定解析手法
に関する検討業務
第2回委員会速記録

社団法人 日本地すべり学会

平成17年度谷埋め盛土造成地の危険度評価・安定解析手法に関する検討業務

第2回委員会速記録

時・平成18年3月2日(木)

於・日本工営(株)本社ビル3階B会議室

社団法人 日本地すべり学会

目 次

	ページ
1. 開 会	1
1. 開会あいさつ	1
1. 出席者紹介	2
1. 沖村委員長あいさつ	2
1. 議 事	
谷埋め盛土抽出の問題点及び要点について	4
兵庫県南部地震における特異な被災事例の再検証	10
危険度判定手法の汎用性についての検討	12
安定解析手法の再検討結果について	22
動的解析手法の適用性について	45
対策工の種類と適用性について	
対策工の耐久性・維持管理等について	52
調査・解析の流れについて	59
1. 閉 会	61

開 会

○事務局（山崎） それでは、オブザーバーの国交省の方がいらっしゃってないんですが、多分いらっしゃると思いますので、時間となりましたので、ただいまから宅地谷埋め盛土の地震時危険度評価と解析手法検討業務、長い名前なんですけれども、その第2回委員会を開催したいと思います。

開会あいさつ

○事務局（山崎） 申しおくれましたが、事務局の山崎と申します。よろしく申し上げます。開会に当たり、一言ごあいさつを申し上げます。

本日は、大変お忙しい中、先生方には委員会に御出席を賜り、まことにありがとうございます。第1回の委員会は昨年11月末ごろだったと思うんですが、22日でしたか、早いものでもう3カ月たちました。この間に、先生方を初めいろいろ報告書の内容に関して御指摘いただきまして、種々検討したわけなんですけど、特に谷埋め盛土の地震時安定解析手法という、ちょっと新しい手法と申しますか、通常のとつに側方抵抗を入れた解析手法なんですけど、この辺につきましていろいろ御質問等がありましたものですから、ことしの1月12日に委員の先生方3人に参加していただきまして、委員長の沖村先生にも参加していただいたんですが、安定解析手法をいろいろ検討・協議しました。それだけで当然終わらないわけでありまして、その後も委員の先生方、それから幹事の皆さんからいろいろ御提案等ありまして、過去のデータの見直し、兵庫県南部地震のあの当時のデータの見直し、現地確認も一部やっております。それから安定解析手法も、後ほど説明がありますけれども、5つぐらいの安定解析手法を検討いたしまして、それらを今回の報告書に反映したつもりではございます。ただ、いかんせん幹事の皆さん、忙しい業務の中で報告書をつくりましたものですから、いろいろ不備な点が多々あるかと思いますが、その辺はきょうの委員会で先生方の忌憚のない御意見を賜りまして、よい報告書に修正させていただきたいと思っております。

それで、事務局からお願いでございますが、工期が3月14日ですか、あと2週間ぐらいということなので、できれば現時点での最良の結論を出せるような御指導を本日の委員会では先生方から賜りたいというのが事務局の本音でございます。その辺も御配慮いた

きまして本日の委員会の御討議をお願いしたいと思います。どうかよろしくお願ひいたします。

出席者紹介

○事務局（山崎） 次に、皆さん御存じとは思いますが、委員と幹事の紹介を簡単にさせていただきます。

まず、委員の先生方から御紹介したいと思います。神戸大学の沖村先生です。沖村先生には、第1回の委員会で委員長就任をお願いしてありますので、本日の議事進行をよろしくお願ひしたいと思います。続きまして、財団法人ベターリビング筑波建築試験センターの所長をされておられます二木先生でございます。京都大学防災研究所の釜井先生でございます。本日、静岡大学の土屋先生と東北学院大学の宮城先生は、それぞれ所用により欠席ということで、土屋先生の方からは、少し修正意見等も事務局の方には来ておりました。

続きまして、幹事の皆さんの御紹介をさせていただきます。日本大学建築学科の山田先生は、所用により欠席です。太田ジオリサーチの太田幹事でございます。日本工営中央研究所の大角幹事でございます。アドバンテクノロジーの濱崎幹事です。日本工営の笠原幹事です。国土防災の榎田幹事でございます。それから、地すべり学会から上野さんがオブザーバーとして参加しておられます。所属は日本工営、会場の家主さんでございますので、よろしくお願ひしたいと思います。あと、オブザーバーで国交省の都市計画課から本日3名の方が参加されることになっておりましたが、ちょっとおくれしております。廣野補佐は3時半ごろにいらっしゃるといようなお話もお伺いしておりますが、また出席された時点で御紹介したいと思います。

それでは、沖村委員長に本日の議事進行をお願いしたいと思いますので、よろしくお願ひいたします。

沖村委員長あいさつ

○沖村委員長 神戸大学の沖村と申します。第1回の11月24日はちょっと海外に行っておりまして、失礼いたしました。大変申しわけありませんでした。

11月24日に皆さん方のお考えをお伺いしまして、その後、先ほど山崎さんの方から御紹介いただきましたように、1月12日にもう一度ディスカッション、意見を交換いたしました。その間、パブリックコメントというふうな形で国土交通省の方からコメントを求めたところ、非常に数多くのコメントが出てまいりました。その主なものは制度の問題、それから技術的な問題というふうな2つに大別できるかと思えます。

技術的な問題に関しましては、地盤工学会の関東支部の方でもかなり大きな興味を示されまして、急遽検討委員会を立ち上げるというふうなことで、地盤工学会の方としても、このような形に対してどう取り組んだらいいのかというふうなことで取り組みを開始したということを知っております。中身については、詳しくは聞いておりません。そういう意味で、この検討手法というのは非常に多くの方々注目して見ておられるというふうな状況にあるかなというふうに思います。

一方、法律ができ上がりますと、改正になりますと、6カ月間という非常に短い期間で施工ということになるようでありまして、その6カ月間の間に政令あるいは省令等の技術基準を細かく決めていくというふうなスケジュールも1月の末の委員会の方で伺っております。そういう意味では、非常に限られた時間の中で、現在考えられる、ある意味ではだれしもが納得できるような形の技術基準というふうなものをどう提案していくのかということが今ここで課せられている大きな課題かなというふうに思っております。皆様方のお知恵をいただきながら、ベストな解と申しますか、ベターになるかもわかりませんが、出していきたいというふうに思っております。

なお、先ほど事務局の方からございましたように、3月14日というふうなことが工期ということになっております。それはあくまでも一つのものが進んでいく上の一つの過程でありますので、きょうここで問題点がもしも出てくれば、工期とは別にして、また新たな検討を開始していくというふうな姿勢で数多くの御意見をいただく。それとはまた別に、報告書は報告書として御賛同いただくというふうな形の会議の進め方にできればというふうに思っておりますので、皆様方からの積極的な御意見をいただきたいというふうに思っておりますので、どうぞよろしくお願いたします。

谷埋め盛土抽出の問題点及び要点について

○沖村委員長 それでは、私の方で会議を進めるようにということでございますので、そ

この白板にありますように、まず1番目でございます「谷埋め盛土抽出の問題点及び要点」ということにつきまして、これは濱崎さん、よろしくお願いいたします。

○濱崎幹事 では、私、濱崎が御説明したいと思います。私の方で谷埋め盛土の危険度評価にかかわる部分での抽出の単位というか、そういうことに関しての問題点をこれから述べさせてもらいまして、その後を受け継いで笠原幹事の方から、それについての結論としての考え方というのを述べていただくというふうに、順番が少し入れかわるかもしれませんが、そのような手順で話をしていきたいと思えます。

お手元の6ページからですが、見開きで7ページの方に地形図を入れております。この地形図ですが、これは仙台市周辺の造成団地の地形図でございます、これは3,000分の1の古い造成前の地形図と2,500分の1の都市計画図を重ね合わせている図面でございます。これをつくることによって、問題点の幾つかが見えてくるということでございます。仙台の丘陵地は紅葉のように樹枝状に白化してしまっていて、谷底が広くて谷壁が非常に急だと。比高が100m前後の非常に低比高の部分で成り立っております。

それでこのような切り盛り図ができるわけですが、赤が盛土、青が切土ということになります。こういうふうな図をつくることによって、幾つかの抽出にかかわるところでの問題点が出てくるわけですが、大きく言いますと、1、不連続部分の取り扱い。直列の方向での厚さの変化という部分でどういうふうな分け方をするか。2番目として、微少な範囲が島のようにできていくわけですが、その辺をどこまで取り入れていくのか。3番目として、隣接する盛土境界、並列のときのその境界をどこに置くのかというふうな問題。あと、非常にわかりやすいところばかりではございませんで、特に谷の合流部付近の取り合いが非常に難しゅうございます。あと、同じようなことですが、分岐の多い谷についての問題点がある。これについて、8ページから詳しく述べさせてもらいたいと思えます。

問題点1の不連続部分の取り扱いということですが、これは断面図に示すように、直列していても、間に谷底が凸になってくると薄いところが出てきます。その薄いところを境に多分分けるということですが、その分けるというところをどういうふうにルールをつくるかということが問題になるわけです。

次に、問題点2として、微少な範囲の盛土の取り扱いということがあります。特に東北とか多摩とかの丘陵地では、非常に微少な範囲が島のようにいっぱい出てきます。その辺の面積、これもルールなんですけど、面積とか厚さをどうするかということが問題になろうかと思えます。

問題点3として、隣接する部分の取り扱い。これは図2.2.3のところでも示しておりますように、10の部分、11の部分、12の部分というところで、その境界に薄く瀬のようになってくるわけですが、それをどちらに入れるか。ちなみに、この図2.2.3は前ページの図2.2.1の左側のところを拡大した図面ですが、これの腹付盛土ではないかという御意見がちょっと出ていましたので御説明しますと、これは実は団地単位で青の線を引いているわけで、実際はこの谷はもっと樹枝状に、例えば右側の10の谷のように樹枝状に広がっている、多分2次から3次ぐらいの谷が幹のように入っているところでございますので、腹付とはちょっと異なるということをお断りしておきます。

それで、8ページの方にお戻りいただいて、そういうことで、どこに境界を置くかというところの問題点が存在するということが8ページ。

次に、9ページですが、問題点4として、谷の合流部付近ではどのようにくりをすればいいかというふうなところが非常に不明確になりやすいところがございます。これについては、明確なルールが必要だろうと。

あと、問題点5の分岐の多い盛土、これは4に割に近い話がございますけれども、もう1つ、問題1の方の直列型ということも含めて、いろいろ取り合いということがございますけれども、すなわち直列型だと何度を境にして上下を分けるかとか、そういうことも含めて谷の次数に制限を設けるのか。例えばゼロ次は入れないとか、1次はどういう評価にするとか、そういうことが問題になるのであろうというふうに考えているわけです。

以上までは、実は2年前に地すべり学会東北支部で、仙台市近郊の谷埋め造成地区を検討するに当たってどういう問題点があるかというところを取りまとめたものでございます。これは宮城委員のたつての御希望で、この辺の問題点について明らかにする必要があるということで入れさせていただきました。

次に、10ページから13ページまでの説明をいたしたいと思います。地形図の問題で、これも前回、空中写真もしくは地形図の精度の問題とかいろいろ話があって、それについていろいろ宿題のようなことがございましたので、その辺も含めて、その宿題の部分をより明確にするために載せたところでございます。まず、2,500と3,000分の1の地形図を比較した図面として、11、12ページに図面を載せております。これは古い3,000分の1と非常に精度のいい2,500分の1の都市計画図がDMデータとなって、それを差分図にしております。11と12の違いは、2mDMと5mDMの違いなんですけど、いずれにしても大体最大誤差で13mぐらいある、平均でも2.3mぐらいあるということがわかりました。こ

れの平均を出すに当たって、赤い枠のところを一応5mDMで合わせた後、それを比較しているということでございます。

かように、古い地形図というのは、同じ2m等高線のデータなのでございますけれども、やはり人為的な地図製作者の個人的な技量とかその人のセンスでつくっている部分がございます。聞いた話によりますと、谷と尾根をまず決めた後、その間を按分するようなコーナーの引き方を古い地図ではやっている。そういうことをよく知って古い地図を使うということは重要ではなかろうかということがあります。

次に、13ページには、今度1万分の1の1960年代の空中写真と2,500分の1の都市計画図を重ね合わせた図面がございます。これもやはり同じように、旧と空中写真でつくったものとの誤差がかなりあるということを示しているわけですが、少なくとも地形図が手作業でつくられている古い図面というのは、それなりの非常に問題点のある図面であるということを念頭に置く必要があるだろうということをここで明らかにしたわけです。最終的には、空中写真を主要に用いて今後作業をしていくということが一番ベターであろうと考える次第です。

それでは、私の後に、それを受けて笠原さんの方で、順番はちょっと変わりますがけれども……

○榎田幹事 ちょっと資料の内容の紹介を忘れましたけれども、一応今回の検討資料ですけれども、2章が谷埋め盛土の抽出と危険度判定に関する各論的な話で、3章が安定解析に関する各論的な話、4章が安定化対策、いわゆる対策工に関する各論的な話で、それらをまとめという形で要約したものを5章にしております。今後の説明も、まず1章、2章、3章、4章の各論の話をした後に、それに関連するまとめの5章の内容を紹介するという形で進めさせていただきますので、よろしくお願ひします。今のまとめの部分が5章の5.2.3、92ページあたりからありますので、これに関して担当幹事から御説明いたします。

○笠原幹事 それでは、私の方から谷埋め盛土の抽出手法の要点について説明させていただきます。先ほど濱崎幹事の方から述べられたような盛土の評価のブロックの単位の決め方とか、そういう問題点について語ることに、その前に、そもそも盛土を抽出するのにどういう手法がいいのかというところを最初に説明をしてから、ブロックの決定の仕方を述べたいと思います。

お手元の資料85ページを申しわけないですけど開いてください。「谷埋め盛土の抽出手法の要点」として、前回の資料ではGISを用いた手法のみを述べさせていただいたんで

すけれども、パブリックコメントなどを参照してみると、かなり限定された狭い範囲でやる場合とかで、GISを使わなくてもできる手法についても考えた方がいいということがありましたので、それについても検討を行いました。

86 ページに、盛土を抽出して1次スクリーニングのハザードマップを作成するためのフローチャートを書いてあります。大きなフローとしては、1番目に、まず基礎資料を収集すること、その資料を使って盛土のユニットを抽出すること、それを現地で確認をすること、それを危険度評価するという、この4つのステップで1次スクリーニングがなされるというふうになっております。今お話しするのは、そのうちの盛土ユニットを抽出するというところの部分で話を進めさせていただきたいと思います。

次のページに、盛土がどこにあるのかということと、危険度評価1次スクリーニングまでをやるのにどういう資料が必要なのかというものを表に取りまとめております。基本的に必要な資料というものは、前回の資料にもございましたけれども、開発前の地形のデータを作成するもとのデータと、開発後の地形のデータ、地質などの構造を把握することができる資料、地下水の状況が把握することができる資料、それぞれの盛土がいつ造成されたのかということ把握する資料が大きなものとして必要になっております。今回は、特にこの黄色で示している盛土を抽出するための資料についてさらに述べさせていただきます。

まず、非常に重要なのが、開発前の地形をどのようにして再現をするのかということが課題として挙げられます。今回の危険度評価というものは住宅地で行われるため、可能な限り精度を高める必要があると思います。開発前の地形を再現するために必要な資料というものは、主に空中写真や旧版地形図というものが挙げられます。前回はコストの面も考えて、都市計画図など比較的大縮尺の地形図のコンターをトレースすることで過去の地形を再現することがいいのではないのかというふうに御提案差し上げたんですけれども、濱崎幹事からの精度の指摘などもありまして、多少コストがかかっても、求められている精度が非常に高いので、空中写真を用いて過去の地形を再現する手法がよいのではないのかというふうに考えております。

空中写真の方ですけれども、現在、コンピューターの普及によって、写真のスケールにもよりますけれども、基本的に全国同じような精度でデータを得ることができると。したがって、地域によって精度の差のばらつきがより小さくなるということがメリットとして考えられます。もちろん空中写真がどうしても入手不能という場合は、旧版の、なるべ

く大縮尺の地形図を用いた方がいいと思うんですけれども、取り扱うことになりましても、その際には、やはり旧版地形図というものは地図の職人が作成しているため、必ずしも同じ精度が期待できているものではないということと、あと、そもそも地図化されていることで、いろいろ地物の位置も地図記号などで隠れたりとかもありますので、そういうのも誤差として含まれていることに留意して取り扱うことが必要だと考えられます。

一方、開発後の地形資料については、現在、主な自治体さんの方ではデジタルマップというものが基本的に整理されている自治体さんが多いので、恐らくスケールとしては2500分の1程度が基本となるかと思えますけれども、既往資料を使うことでコストを押さえつつも、それなりの精度を得たデータを使用するのがよいかと思えます。

もしもDMデータがない場合は、やはり空中写真とか、現在の地形ですと少々コストはかかりますけれども、レーザープロファイル測量などという手法もございますので、それらを総合的に検討して使用することがよいのではないかと思います。

90ページに行きます。盛土の抽出についてですけれども、こちらは前回少し御紹介したので簡単に説明させていただきますと、先ほど集めた資料で開発前と開発後の標高地を平面的に再現して、その差分をとって盛土の位置を把握するというふうになるかと思えます。そのときに、やはりその差分図だけに頼り過ぎることなく、例えば開発前の地形がどういふふうになっていたのかとか、あと、土地利用の状況と現在の地形がどうなっているのかというところも加味して盛土の範囲を決めていく必要があるというふうに考えられます。

次に、91ページに行きます。非常に狭い範囲で、要するにGISを使わないで盛土を抽出する場合の方法として検討を行ってみました。例えば非常に狭い範囲とか、盛土の位置がもう既に把握されている場合というものは、まず、古い地形図と新しい地形図を投射台とかで重ね合わせることで、ある程度盛土の位置というものは把握することができます。そこに、例えば表面波探査など現地で非破壊でできる調査などを用いて盛土の横断面形状を測定して、盛土の範囲と深さなどの形状データを把握することができるのではないかと、いうふうに考えられます。その流れについては、その下のフローチャートに示してあります。

次に、盛土の評価ブロックの区分について説明させていただきたいと思えます。先ほど濱崎幹事の方からもありました仙台の事例などでも、やはり盛土の評価ブロックをどういふふうに分けるのかというものは非常に重要な問題の一つだと思えます。基本的に盛土の評価ブロックの区分というものは、兵庫県南部地震の変動事例を参考にして決定をしてお

ります。兵庫県南部地震のデータというものは、釜井先生の現地調査で確認された変動ブロックがそのもとになっています。なお、変動と判断されたものは、前回沖村先生にお見せしたときは、このクラックの分布が入っていない地図をお渡ししてしまいましたけれども、これのようにクラックの分布で、その応力場、上の方が引っ張りで、側面だと横ずれ、末端の方で圧縮があるような、こういう応力場を考慮してブロックの変動というものを考慮しております。

次のページに行きまして、評価ブロックというものをどういうふうに決めていくのかというルールを御説明していきたいと思えます。基本的に兵庫県南部地震で評価したときに使ったルールに基づいてお話をしていきます。まず、評価ブロックの基本の区分ですけれども、基本的に盛土の評価ブロックの基本というものは、兵庫県南部地震の事例から判断して、地形的な変換点がない限り、谷口から直線的なブロックを想定する。まだ変動実績のないものについては、このように想定をするものとします。

なお、抽出規模についてなんですけれども、前回の資料にも示させていただきましたけれども、空中写真の精度などもございますので、基本的に面積として1,000 m²以上のものが対象になっているというふうに想定しております。

2番目に、谷埋め盛土が屈曲した谷にある場合についてなんですけれども、こちらについては、30°以上屈曲している場合は、下流のブロックと直線性を優先して2つ目のブロックを分割するようにしております。ちょっとわかりづらいんですけれども、谷の出口のところの直線的なブロックを優先的に確保して、曲がっているところで2つ目のところをやる。この30°という数字ですけれども、兵庫県南部地震の事例で、曲がっているところでブロックが区分しているところを測定して、おおむね30°以上のところがブロックが分かれているということで、30°を基準にしております。

次に、谷が分岐する場合について説明させていただきます。谷が分岐する場合は、谷が分岐する地点で盛土を区分することとします。盛土のブロックは、やはりこれも下流側の盛土の直線性を優先的に確保して、それに付随して支流の盛土の範囲を決定していきます。

次に4番目ですけれども、尾根まで埋没した盛土を有している場合。こちらは兵庫県南部地震の事例ではなかったんですけれども、仙台や恐らく横浜などもこのような大規模な谷埋め盛土というものがあるかと思えます。尾根まで埋めてしまっているような場合というものは、開発前の尾根をもとにブロックを区分するものとします。ブロックの区分は、谷が分岐している場合のルールと同じように、分岐している地点で1つのユニットを作成

して、その後に分岐しているものを設定していきます。

5番目に、盛土の中に地形変換点を有している場合として想定しております。開発前の地形の谷が著しく狭くなる場所とか、傾斜が大きい変換点を有する場合というものは、地形が変化する場所で盛土を区分することとします。盛土を区分するときは、谷口に近い方の直線性を有するように確保します。

最後に、連続部分を有する盛土として、仙台の事例でもあった問題点ですけれども、考えられるのは、ひな壇のような不連続部分を有する盛土というものは、1 m以上の盛土ごとにブロックを区分すると。ただし、評価ブロックとして扱うことができる大きさというものを、やはり足切りが必要だと思いますので、1,000 m²ということを目安に設定いたしました。

兵庫県南部地震における特異な被災事例の再検証

○榎田幹事 以上が4.1のところの問題点の抽出ですけれども、ちょっと時間も押していますので、座長、そのまま4.2と4.3、それを受けて兵庫県の被災事例の再検証等をやっていますので、続けて説明するというところで。

○沖村委員長 どうぞ。

○笠原幹事 では、そのまま説明に移らせていただきたいと思います。次は2ページを開いていただきたいと思います。

ここでは、この後御紹介する安定式で、調査結果と不一致の事例というものがどうして不一致だったのかというのを検証するところです。今回不一致だった盛土というものは、全部で11カ所ございました。そのうち主な計算結果と実績が一致しない結果としてまとめているのが、表2.1.2になります。まず、1つ目がデータベースの不備。これは、釜井先生が調査をした結果が、変動となっていたものが非変動というふうになっているものというものが大きな理由です。2つ目が、地形・地質、土地利用などに関する原因。3つ目ですけれども、安定評価式で安全率が1.0ぎりぎりのところでこのようにピックアップされたというもの、大体この3つの原因で説明ができる状況になっています。

まず、1つ目の釜井先生の踏査結果との不一致というところですが、兵庫県南部地震の変動事例というものは、基本的に釜井先生が調査された結果を用いております。ただし、その後2000年に、地元の聞き込み調査などで変動箇所の見直し調査を私が実施して

おります。そのときに、安定式の数値が 1.0 以上を示しているにもかかわらず実績で変動している場所というものは、釜井先生の調査結果というものには一致しているのですが、要するに変動してなかったということですが、地元の聞き込み調査で判断して変動としたものが一致しないと。これは、地元の人が動いたとかそういうふうになっているんですけど、それが必ずしもすべりになっていなかったということも含まれてしまったことが理由の一つではないかというふうに考えられます。

2つ目ですが、これは地形・地質に関することです。盛土の上部にため池があるケースがありました。谷埋め盛土の上にため池がある場合、盛土に対して想定以上の地下水が供給されている可能性があります。したがって、安定式では安全側というふうになっていますけれども、やはり安定式に過剰な地下水の流入というものが想定されていないので、地下水の影響が大きく変動した可能性があります。

4ページに行きまして3つ目ですが、段丘縁部のみが増したというものがあります。こちらは「芦屋 36」という事例のケースですが、基本的に段丘面の縁を盛って、さらにその段丘を切っている谷まで同じトーンで盛土をしているのですが、この場合、段丘面の縁のところだけがクラックが入っていて、その奥の段丘面の上に盛っているところ、こちらの方は変動してなかったのではないかと。こちらは、盛土の区分方法などにこのような地形変換点がある場合は、やはり区分した方がいいということを示しているいい事例だと思います。

4つ目、Dですが、下流側に別の変動ブロックがあったため、安定式では安定となっていましたけれども、実績として変動してしまったのではないかと。これは「湊川 08」というもので発生したケースで、この盛土の下には、さらにまたもう1つ盛土がありまして、その盛土は変動しており、安定式でも変動の結果を得ています。この「湊川 08」というものは、変動式で安全と出ていましたけれども、実際に変動してしまったのは、下流の盛土が動いてしまったことで足元をすくわれてしまって、引きずられるように不安定化してしまったという可能性があります。

最後に、評価式の安全率が 1.0 に非常に近いと。今回、事例として 1.0 以上ということでピックアップしていたため、1.0 に限りなく近い事例として、このような盛土が出てしまったというふうに考えられます。

2番については以上です。

危険度判定手法の汎用性についての検討

○笠原幹事 続きまして、14 ページに行きまして、谷埋め盛土の危険度判定手法の検証として、神戸以外の適用性の検証について御説明差し上げたいと思います。今回、危険度判定手法として、ニューラルネットワークを使用した手法と、兵庫県南部地震の事例から判断した地形量による区分と、2つの方法を考えてきました。ここでは、両手法に対して、神戸以外の地域での適用性について検討を行っています。

まず、手法の概要ですけれども、こちら1回目の資料の再掲というようになりますけれども、簡単に説明させていただきますと、ニューラルネットワークは過去の被災事例、兵庫県南部地震や宮城県沖地震などの変動事例と非変動事例を学習データとして使用して、表 2.3.1 に示してある、誘因となる地震のパラメーターと素因となる盛土の形状や造成年代などにかかわるものを使用して評価する手法です。この手法でやることで、誘因と連動した盛土の危険度の評価をすることが可能です。

もう1つの手法ですけれども、先日、沖村先生に御教示いただいた手法ですけれども、兵庫県南部地震の事例から判断した地形量による区分というものがあります。今回、兵庫県南部地震などの例えば幅、深さ比などのヒストグラムを作成すると、非常に明瞭な幅、深さ比が大きくなるほどすべりやすいという結果が得られています。また、盛土の深さについても、10m以下のものの方が非常によくすべっているという結果が出ています。例えばこれら2つの因子を組み合わせてやるだけでも、十分危険度評価になるのではないかというふうに考えられます。この方法を用いた場合というものは、確かに誘因というものは想定されていませんけれども、防災科研などの公開データを見ると、震度6弱以上の地震というものは全国どこでも起こり得るという意味では、どこでも相対的に変動の起こりやすさというものが評価されているのではないかというふうに考えられます。加えて、やはり非常にシンプルなやり方なため、住民などに説明しやすいというメリットもあるかと思えます。

次に、16 ページに行きまして、神戸以外の場所についての適応について御説明差し上げます。まず、ニューラルネットワークについてなんですけれども、こちらの事例ですと、釜井先生の2004年の論文やその後の学会発表などを通じて、表 2.3.3 のように、他地域への適応事例というものがございます。まず、1つ目が宮城県沖地震というものがありますけれども、こちらは変動、非変動を含めてですけれども27事例ございまして、そのうちの

85%が実際の現象と一致しております。

兵庫県南部地震ですけれども、こちらは学習に使用していないデータを使用して検証をしていますけれども、こちらだと94%当たっています。

2003年に発生した三陸南地震ですけれども、こちらは全く学習データと関係ない事例ですけれども、8事例ございまして、そのうちの7事例が正解しております。

一方、新潟県中越地震ですけれども、こちらは12事例検証しております、そのうちの9事例が正解しております。

ニューラルネットワークの課題というものは、学習に用いた地震数の数が少ないため、他地域への適応性に関して精度の向上を図る必要があるというふうに釜井先生の論文にございますけれども、現在の状況でも、他地域への適応が可能であるというふうに判断できると思います。

一方、事例から判断した地形量による区分ですけれども、こちらは、盛土の抽出ができればどの地域においても評価ができる手法であります。地形量による区分が土質や基盤岩の状況など異なる地域で妥当なものであるかという検証は当然必要であるというふうに考えられますけれども、兵庫県南部地震の事例の多くを占めている大阪層群というものは、日本各地に広く分布する第四紀層であるため、広い範囲で適応ができるものと考えられます。評価を行う前に、例えば傾斜角のヒストグラムを調査対象地で作成したりして、その類似性を検証するなどして適応することが可能であるかどうかをやってみることがいいのではないかというふうに考えます。その事例の一つとして、図2.3.1として神戸の傾斜角の分布と東京地域での傾斜角の分布を示したものです。ちょっと緩いところで、やや神戸の方が事例は少ないんですけれども、おおむねこのヒストグラムは一致するということがよくわかります。

以上です。

○沖村委員長 どうもありがとうございました。

1から3まで御提案いただきました。何からでも結構でございます、御意見をいただきたいと思います。15分ぐらい時間がございますので、どうぞよろしくお願ひします。

○釜井委員 ちょっと小さい質問なんですけど、15ページの地形量を考慮した案件、これは正解率というのはどのくらいあるんですか。

○笠原幹事 これは、まだ具体的にどこかの場所に適応した事例がないんですけれども、ちょっとその辺の検証は必要だと思います。

○沖村委員長 今その議論になっているので、私の方から14ページですが、ニューラルネットワークの特徴が書かれていますが、やはり欠点はちゃんとしっかり書くべきだと思いますので、両方あわせて長所短所をしっかりと羅列しておくことが、学会の立場としては非常に重要であるというふうに思っています。

それから、16ページの神戸以外の適応についてということで、これをあえて行ったことは、実はこれは結果の判断であって、これから予測するときの第2次スクリーニングとしてこれを使うつもりなのか、使わないのか、解析が次に出てきますのでね。図上調査として盛土の場所が選ばれてきて、その盛土の場所に対して、この手法で危険度を判定して、危険度が高いものに対して解析をするという3つのステップを踏むのか踏まないのか、その辺の基本的な考え方はいかがですか。

○笠原幹事 まず、盛土を抽出して、その後に危険度がどのくらい高いのかというところを評価する必要があるかと思います。その評価というところで、ニューラルネットワークという手法と単純な地形量のものというものの2つの手法を今挙げさせていただいております。ここで危険というふうに判断されたものについて、さらに現地でボーリングを掘ったり、調べる必要があるものの調査を行うというようなステップが考えられます。

○沖村委員長 そのときに、ニューラルの手法を使うとすると、地下水の有無をどう判定するのかということが一番大きな問題になると思うんですけども。

○笠原幹事 地下水の有無は、例えば現地ではあったとしても、いつはあったのかとか、どの水位を使うのかというもので非常にばらつきがあるかと思います。そういうことを実際に考えたりすると、とりあえず、水があるのかないのかという単純なものを周りの地質、特に帯水層がある地質とかですと盛土の中に水がたまっているかと思っておりますので、そういうような評価の仕方で行っております。

○沖村委員長 それで、イエス、ノーでいくと、釜井先生が御提案のニューラルネットワークのメソッドが使えるんですか。

○笠原幹事 現在、そういうイエス、ノーだけでやっている手法になっています。

○沖村委員長 それから、最短距離マグニチュードはどうしますか。

○笠原幹事 ちょっとここには書いておりませんが、基本的に中央防災会議とか地震調査推進本部が想定しているようなものを考えております。例えば東京周辺ですと、東京直下地震など推定断層と推定モーメントマグニチュードなどございますので、それらのパラメーターを用いて盛土との相対的な距離、方向、マグニチュードを評価することがで

きると思います。

○沖村委員長 これ、釜井先生にお聞きした方がいいんですけど、誘因を除いたらどのぐらい正解率はあるんですか。正解率はだめになっちゃうんですか。

○釜井委員 だから、これはできるだけ高めようと思って誘因を入れたんですけども、多分誘因を除くと8割弱ぐらいだと思います、阪神。ただ、これはフォウトウとのあれですから、5割は絶対当たるんですね。だから、8割というと高そうに見えるけれども、そんなに高くはない。

○沖村委員長 そうですね。

どうぞ。

○二木委員 3つほどあるんですけど、1つは、まず位置づけね。最終的に対策工をしようとする、どの程度の情報があつて、そこをベースに物は考えるべきなんです、最終的にね。そうすると、ニューラルネットワークを使われて危険な盛土を抽出される、それはいいんだけど、いざ何かしよう、工事までいこうとすると、プラスアルファがあるよね。そうすると、その時点でどの手法をとるかというのは、ここではそういう視点はありますか。

○笠原幹事 ここでは、さらに対策工までにらんだ調査を、優先的にどこをすべきなのかというのを洗い出す手法ですので、ここでは優先順位を決める手法という位置づけです。

○二木委員 僕が言ったのは、情報がそろった時点で、解析も含めて対策工をとにかく打たなきゃいかんわけだから、その時点でどういう手法をとるということは頭にありますか。それと、今回やられているこの手法と区別しているのか、まずそれが1つ。それがあるとないのでは書き方が違うので。それが1つね。

それから、ニューラルネットワークそのもので言うと、確かに強度が盛土の安定に寄与してないなんていうことはあり得ない話なんだから。ただ、これが神戸の地域でほぼ同じであると、ここに少し書かれています、それであればそこを外してみても、第2要因から出てきたもので考えてもいいんだけど、そこが入ってくると、おのずと結果は変わるはずですから、もともと。各地域で、全部その地域で同じ強度だと、だからこの手法が使えますよという考え方はできるかもしれないけど、でも、物すごく高い強度の盛土ばかりだったら、じゃみんな危険って出てきたときに、それは結果としてはおかしいよね。

そういうことを考えると、やはり適応限界はぴしっと書くべきだし、第1が抜けていること——僕は物すごく、ニューラルネットワークあちこちで使っているんですが、ニュー

ラルネットワークで何という言い方が知りませんが、いわゆる第1要因ね、それが抜けたときに、2番目から後というのは意味があるのかと、まず1つ。やっぱりそこはちゃんと書くべきじゃないの？そこをごまかすべきじゃない。

だから、さっき一番初めに言ったことがすべてかもしれないんですが、先ほど、調査のもう一遍洗い出しをされて、2.2 ですかね、原因をそれぞれ言及されていますが、位置づけは何なんですか、こういうことをされたというのは。

○笠原幹事 今回、順番が逆になってしまいますけれども、安定式を行って、要するに実際はすべったのに安定というふうに出てきてしまった事例がここに挙げられているんですが、それがどうしてそういうふうになったのかということ、原因を考えるために今回こういう洗い出しを……

○二木委員 それはわかっている、位置づけだよ。何のためのそういうことをしているの。要は、この方法がいいということと言わんがためにしているの。

○榎田幹事 そうですね。検証精度を若干でも上げるとのことですね。ただ、それは安定解析の問題ですから、安定解析のところのあれとしてまた説明させていただきますけれども……

○二木委員 まず、大まかな報告のストーリーをびしっと決めて。

○釜井委員 つまり二木先生がおっしゃっているのは、そういう合う、合わないというのは、解析式が最初に出てきて、それと合わないのはなぜかということで本来書くべきだったんじゃないですかということなんですね。にもかかわらず、それがどうして最初に出てくるのか、おかしいじゃないかと。

○沖村委員長 これは1月12日に私の方から多分お願いしたことに対する回答だと思いますけれども、報告書の中身では、やっぱり解析があつて、それをやってきて、データベースが使われてやられて、そして合わないところに対しては、こういう理由だったので、それを補正するとこうなるということ。

○二木委員 最後の報告書だとすると、第1回目の委員会がどうのこうのという書き方をされているじゃないですか、それは本来最終報告書の書き方だとすると、少し……

○榎田幹事 これは最終の報告書じゃありませんので。これと第1回の委員会のもの、つまり中間報告で出させていただいたものとミックスした形で、あと、きょうの意見を踏まえて合体したものが報告書になります。これはきょうの検討議題です。前回議論したもので、ある程度方向性が出たものについては割愛しております。前回議論した中で、まだ特

に安定解析とか結論が出てないようなもの、あとニューラルネットワークの汎用性とか結論が出てないものを、今回の議題ということで抽出して検討資料にしております。

○沖村委員長 二木さんが一番最初に御指摘になった件、14ページですけれども、例えば断層面からの最短距離とかマグニチュードとか断層面に対する方向というふうなことが、次の解析に全く入ってこないんですね。ですから、そういう意味でこういうデータを一生懸命とって、そのときの解析の例えば0.25に何かするというふうな話なら、もう少しこれとこれとの整合性もとれるんですけども、という意味で、僕は誘因をさっ引くとどのぐらいになるのかということをお伺いした。

○榎田幹事 ただ、全体の解析の流れということで、最後にちょっと説明は太田幹事の方からするという事になってはいるんですが、順番的にあれですけれども、一応今回のこの報告書も含めてこのスタンスは、まず、安定解析等をやる場合には、必ず現地調査が必要になってくると。現地調査にはかなりの費用がかかります。ボーリングを掘るにしても費用がかかりますし、物理探査するにもかなりの費用がかかります。それをある広範囲のところで、そこに100カ所あったりすると、100カ所の調査をするにはかなりの費用がかかりますので、それだけの、例えばこれが1億かかると、1億の費用をかけるのに値するものが分布するかどうかとか、そういうものの調査の必要性みたいなものをまず一次的に、その地域がどれだけ危険な部分があるのか。個別には間違っている部分があっても、ある地域の中で、例えばその調査の必要性があるものかどうかということで、まず現地調査する前の段階の危険度判定というのが一段階あって、その後で、やっぱり調査の必要性があって、そこにそれだけの調査費用をかけて調査をしますということになったときに、その現地調査をして、それをもとにして安定解析なり詳細な動的変形解析などを実施することですので、一番最初から何もないところから、あそこを全部調査してくれということで、それを全国的にやるのか、あるいは一部やるのかですけれども、最初から現地調査ありきだと、かなり費用面では難しい部分があるんじゃないかということで、この会でのスタンスは、現地に入る前の一つの机上調査として手法を提案しているということです。

○沖村委員長 ニューラルネットワークの手法を決して否定するわけではありませんけれども、私たちが今持っている知識しか反映できない。新しいものが幾らでも入ってきたときに、その方法はもっと変わってくるというふうな、そういう手法を行政的にこういうところに使っていいものなのかどうなのかというふうなことは、むしろ地すべり学会から報

告書があった後、そちらの方でお考えいただくことになるのかもわかりませんが。

○榎田幹事 ニューラルネットワークに関しては、安定解析についてはまた説明しますが、これも、これがいわゆるベストな方法で、これしかないという結論は学会としては出しません。ただ、今まで既往の文献を調べた中で、ちゃんと検証されて報告されている中で、谷埋め盛土の危険度評価を既存の調査結果から判断して、これしかありません、あとこういう方法がありますと、その中で正解率がこれぐらいですから、これぐらいの正解率の中で、これが今の現時点で、紹介されている既存の現地調査なしでの危険度判定手法の中で今のところは最善でしょう。ということで、例えば新しいイベントが起こって、また違うものが起これば、そのときにまたニューラルネットワークの学習をさせるとか、それまでに別の研究者にこれよりすばらしいものを出していただければ、それはまたそれを次のステップとして紹介するというように考えていますので……

○沖村委員長 ですから、その辺を長所短所というふうな形で明確に書いておくということが必要かなと思います

それから、机上調査と言われましたが、やっぱり地下水の有無というのは現地に行かれるんですか、ニューラルのとき。

○榎田幹事 これは机上調査で、先ほども言ったように、地形的な特徴とかそういうものからある程度判断してというところのものだと思います。現地調査に入ってからのは、この次に続く……

○沖村委員長 その辺は御提案者としていかがですか。

○笠原幹事 今のとはちょっと、私の考え方はちょっと差があるんですけども、やはり机上調査といっても、全く現地を見ないで、そこが盛土でというふうに判断することは大変危険だと思いますので、現地を見に行くことは必須にしたいというふうに考えております。そのときに、もちろん地形的な状況によって確認できる場所と確認できない場所がありますけれども、例えば擁壁があるところでしたら、水が出ている跡があるのかとか、そういうものは確認事項として絶対入れなきゃいけないというふうに考えております。

○沖村委員長 ということは、踏査という意味ですね。

○笠原幹事 そうです、現地踏査ぐらいですね。

○沖村委員長 あと、気づいた範囲でいきますと、85ページからいきますと、GISと書いていいのか、私は数値地図なのかなと。GISなのかな、定義としてですね。「GIS」という言葉を使っていいのかなと、ちらっと思ったんですけどもね。

○笠原幹事 確かにデータは数値地図、それを使うツールがGISというような位置づけなので、その数値地図を、必ずしもGISを使わなくても加工というものは可能だと思いますので……

○沖村委員長 空中写真だとね。数値地図の世界になりますのでね。

○笠原幹事 はい。

○沖村委員長 どういう表現にしたらいいのかと私もちよっと悩んだんですけど、85ページに「GIS」という言葉が2つ出てきますので、その辺ちよっと定義が要るのかなというふうなこと。

○笠原幹事 ある意味、使用するデータについて言及しておいて、使用するデータをどういうツールを使って加工するのかというのは、その人にお任せするというスタイルがいいのかもしれない。

○沖村委員長 お任せします。

それから、87ページの表5.2.1、これは後からまた細かく出てくるんですけども、できるなら、お勧めの縮尺書けませんか。空中写真、旧版都市計画図。旧版地形図はどちらでもいい。DMも、細密なのか50mメッシュなのか。多分50mは苦しいと思いますので、細密情報でないといけないよとか。それから、レーザープロファイルはいいんですけども、家をさっ引かないといけないとかなんとかになりますので、ここでは余り向かないのかなと思うんですけど。第1次スクリーニングとしてはですね。そこまでお金かける町はないでしょう。

○笠原幹事 逆に、既に何か別の事業で使っているというようなものと助かると思うんですね。

○沖村委員長 そうでしょうね。何か縮尺だけはちよっと気になりましたので。

それでいくと、スクリーニングの方法で90ページと91ページに出てくるわけですけども、地形情報の場合だと表面波探査が2次ですか、どちらになるんだ……

○笠原幹事 もしも広域的にやらないとすれば、1次で表面波探査というイメージです。それは91ページの方の手法です。

○沖村委員長 だから、そこの現地調査というのが、1次と2次の中の位置づけでどんな相対的な位置づけになるのかということです。先ほどの踏査とはまた違う——調査ですからね、これは。

○榎田幹事 84ページにあるのが全体の流れです。

○沖村委員長 ただ、ここだと危険な盛土の抽出ですからね。

○笠原幹事 ちょっと目的が違うところがややこしくしてしまっているの。

○沖村委員長 その辺がわかるようにということ。

それから私のお願いは、93 ページ以降ではブロック分けはしてあるんですけど、側線をどう引くのかという、側線がここ、図に入ってきてませんか。

○笠原幹事 基本的に谷筋が側線……

○沖村委員長 ですから、94 ページの図 5.2.8 だとどっちなんだと、右か左なのかと。左は 30° 以上あるので、多分右の方だろうなというふうには思うんですけど。

○笠原幹事 例えば側線を引くときも、谷の中でもやはりまた一番深いところがちょっとあって、どっちをとるのかという問題もあるかと思うんですけども、今兵庫県南部地震の事例を見ると、浅い方がすべりやすいというふうになっているので、そういう意味ではやはりちょっと浅い、真ん中というような決め方をして、たとえ深いところがもうちょっとあっても、評価すればちょっと安全側に評価することができるんじゃないのかというふうに考えています。

○沖村委員長 解析のところでもまた申し上げたいと思いますが、縦断勾配を例えば 15° 以上と 15° 以下で解析手法を変えてみるとか、何かそういうイメージ。崩壊と変形の解析手法をどうアプローチしているのか。やっぱり変形まで崩壊の解析式でやろうとしているのかどうかというふうなことも、少しまた後から議論になってくる。

表現上としては、94 ページは何か尾根までというのは、平面的に見て尾根までという意味で、95 ページは縦断的に見て尾根というふうな形になるのか。その辺がもう少し、用語が何かちょっとわからない。下流側を第一優先にするというのは私も大賛成ですので、それで結構かなと。

ただ、この図が全部下流開放型の盛土になっているんですけども、下流閉塞型になっていたらどうでしょう。

○笠原幹事 要はこういうパターン、過去 3 番みたいなパターン、もしもこれが全く平らな……

○沖村委員長 いや、これがこういう形で終わっていて、また切土が続くとかね、そんな場合は対象としないのか。ただ解析の方では、円弧、非円弧でどっちにでもなるような解析になっていますからね。盛土下端開放型だけにするのか、盛土下端閉塞型もこの中に入ってくるのかという。

○濱崎幹事 先生のおっしゃっているのは、ボトルネックみたいに……

○沖村委員長 そうです。多分開放下端型の方が危ないとは思いますがね。解析は両方できるようになっているのでね。

ほかにどうぞ。

○二木委員 私は第1番目のところだけ、そこの位置づけだけ。

○釜井委員 さっき1,000平米というお話があったんですが、それは何か根拠があるんですか。

○笠原幹事 これはどちらかと言うと技術的な……

○濱崎幹事 前回、その話出ましたね。大体民家が何戸以上とか、10戸以上とか……

○二木委員 そんな大きくないですよ。1,000平米、300坪弱ですから。だから、普通で240~250、4軒分ぐらいですね。

○沖村委員長 だから、1,000平米というのが新たな御提案なので、あと……

○二木委員 なら、いいということですか。

○沖村委員長 いいかどうか……。

○釜井委員 それはどうすればいいのかという。

○濱崎幹事 とりあえずこの辺になってくると、行政的な部分がどうしても出てくるかと思う……

○釜井委員 将来に影響してきますよね。

○二木委員 要はこのやり方ですと、1戸の単位はどれくらいになりそうかというのは、ある程度めどがつかないんですか。

○笠原幹事 技術的にまず抽出できるのが、一番小さくてもやはり700くらいになると思います。それより小さいものというのは、やはりそこが本当に盛土なのかどうかというのをなかなか判断しにくいというような状況になっていますので、今回1,000というものは、それよりもちょっと上のラインにやっているんですけども、大体それくらいがオーダーなのかなというふうに考えています。

○二木委員 直感的に考えて、1,000平米くらいだとそこに道路も入るわけだよ。道路が入って、それで3宅地でしょう。それで1,000平米ということは、ほとんどないんじゃないかなという気がするんだけど、そんなの多いの？ひな段の危険やっているような感じだぜ。そんなことをやるわけじゃないんだと思うんだよね。だから、そこはもう少し適正な大きさというのは……

○笠原幹事 もうちょっと大きい方がいいという御意見ですね。

○二木委員 せっかく釜井先生がやられた事例もあるんだし、先生のやられたやつだと大体最低幾らぐらいとか出てきそうな気もするし……

○笠原幹事 それだと、ちょうど変動している単位が大体 1,000 くらいになるんです。

○釜井委員 そんなものだった？もっと大きかったような気がするけど、まあいいです。

○沖村委員長 法律は、連たん制とか相隣関係で解決し得ないということなので、数は多い方がいいですよ。5戸以上とか、もっと 10戸ぐらいある方が法律の背景としてはいいのかなと思うんです。

○笠原幹事 グラフをつくってございますので、ちょっと今回これに載っかっていないんですけれども、示させてもらいたいと思います。

○釜井委員 もう1つ、16ページの表 2.3.3の三陸南地震、これは三陸南地震プラス……

○笠原幹事 北部地震。連続地震ですね。

○二木委員 これもちょっと気になったんですけど、ベースはどれぐらいなんですか。ランダムにサンプリングしてということなんですか。釜井先生のは一応悉皆調査でしょう。全部見られたということですよ。ところが、これは、ランダムにサンプリングしてやってみたらこうだったという意味ですか、この辺ちょっとよく意味がわからない。

○釜井委員 これはちょっと違います。三陸南地震の場合とか宮城県北部地震の場合、これはそもそもそんなにないんですよ、谷埋め盛土で動いたという事例がですね。大体これぐらい……

○二木委員 動いた事例ですね。動いた事例なんだけど、ランダムなんですか、それとも全部なんですか。その辺の、これはデータだから、どういう位置づけのデータなのかをちゃんと書かれた方がいいかなという気がしますけど。

○沖村委員長 まだおありでしょうが、ちょっとスケジュール的に、5分の休憩を飛ばしまして次に行きたいと思います。トイレに行きたい人はどうぞ行ってください。

安定解析手法の再検証結果について

○榎田幹事 それでは、引き続きまして、安定解析手法の再検証結果について説明させていただきます。資料はお手元の 17ページからになります。

前回の第1回委員会から含めて、これまでに検証したモデルがこの表 3.1.1にあります。

大きく4つのモデルを検証しております。1つは通常の2次元安定解析モデルというものと、2次元安定解析に側方抵抗のD/W比に関する係数を単に足しただけというようなもの。それと、もう1つ側方抵抗モデルということで、箱型の簡易3次元モデルといいますが、一応3次元形状として体積を求めるという側方モデル。それと、3次元の安定解析モデルでHovland法、移動土塊の形状を簡便にしたものということです。2次元安定解析のそれぞれモデルごとに、平面すべり対応の安定解析手法と複合すべり安定解析、それぞれ2つ設けております。本来なら谷埋め盛土の場合は複合すべり的な縦断面形をすることが多いので、複合すべり面の対応式でいいんですが、今回用いた(釜井ほか2004)などのデータに関しては、縦断面形の形状を把握するだけの十分なデータがないということで、平板すべり的に検証していると。そのための平板すべりの検証用に平面すべり対応式というものも使っております。

簡単に18ページから式を説明させていただきますと、18ページにあるのはいわゆる通常の2次元安定解析モデルです。(1)が、いわゆるデータ量が少ない平板すべりに対して安定解析をした場合の平板すべりの2次元安定解析ですし、(2)は、いわゆる複合すべり、頭部と末端に円弧を有して、その間が直線だという昔からよく使われている複合すべり対応の安定解析式です。もちろんヤンプ法とかそういうものでもいいんですけど、そういうものだと繰り返し計算が必要になってきますので、繰り返し計算がなく、かつ、ある理論的な整合性があるということでこの式を採用しております。

19ページが、側方抵抗を考慮した2次元安定解析モデルで表現しているものですが、先ほど18ページで説明したそれぞれの2次元安定解析、平面すべり対応と複合すべり対応の式があります。式番号ですけれども、先ほどの18ページはA-1式、A-2式という形で、Aという式番号をつけております。19ページはB-1式とB-2式ですけど、B-1式に関しては、先ほどの18ページと見比べていただくとわかると思いますが、分子項のところにD/Wに関係する係数として $\xi a \times W_t$ 、 W_t は土塊の単位幅当たりの重量ですけれども、それに ξa という係数を掛けて、この部分を側方抵抗の成分だということで、この部分を単純に2次元安定解析に足しただけというようなものであります。

下の複合すべりのものは、同じように見た目は普通の2次元安定解析なんですが、そのところの下の方の R_1 、 R_2 、 R_3 、つまりそれぞれの円弧部分と直線部分のせん断抵抗のところ、よく見ていただくと、 $c \cdot L$ の部分と $\tan \phi \cdot$ の部分と ξa の部分というのが入ってくる。これはスライスごとですので、スライスの高さとの比という形で ξa を掛

ける形になっております。

20 ページですけれども、今度は側方抵抗モデル。19 ページの先ほどの B-1、B-2 と違うのは、B-1、B-2 はあくまでも単位幅当たりの重量に対して計算をするものですが、20 はいわゆる 3 次元形状に対して体積を求めて、体積から重量を求めていく。そのかわりに、側面でのせん断抵抗を考慮しているという形になっております。

21 ページが、その平面すべり対応式ですけれども、これは第 1 回の委員会でも提案したそのものであります。表現を変えていますけど、結局第 1 回委員会の場合、常時と地震時を分けて書いておりますけれども、1 つの式にしております。側方抵抗の部分は R_s ですけれども、これが P という側面に作用する土圧を考慮した式になっています。土圧は、基本的には地震時も常時も同じで区別しておりません。

22 ページは、その複合すべり対応です。複合すべりの C-2 の式ですけれども、形的には全く 2 次元のものと同じですけれども、ここでの W_t がいわゆる単位幅当たりのものじゃなくて、3 次元的な体積に対する重量だという考え方になっております。ここに R_1 、 R_2 、 R_3 という抵抗成分がありますが、その中に R_s という、いわゆる側面抵抗の成分が入っておりまして、それが下の方にありますように、 P という側方土圧に関連したものになっているということで、一見すると普通の 2 次元安定解析式と同じだと。ただ、そこに側面抵抗の成分が入ってくると、3 次元形状として重量を出すということになります。

23 ページが、通常地すべりの安定解析でよく検証に使われています Hovland 法という、一番単純な 3 次元安定解析です。Hovland 法は、基本的には Fellenius 法を拡張したものですけれども、それを修正 Fellenius の式と同じような間隙水圧の扱い方、浮力的な間隙水圧の扱い方にしております。ただし、その簡易 Hovland 法としたのは、これは（釜井ほか 2004）のデータを検証するためのものなんですけど、3 次元形状に関する詳細なデータがないということで、あるのが谷中央部での深さと 4 分の 1 地点での深さということで、基本的には、23 ページにあるこのようなデータしかない、その中でどれだけ評価できるかということを試算しております。

24 ページからが、第 1 回の委員会でも提示させていただきました（釜井ほか 2004）の調査結果の再検証したものであります。といいますのは、その中でいろいろとおかしなデータがあった。これは解析対象に不向きじゃないかというものがありましたので、解析対象に不向きなものとか、あるいは判定そのものが間違っていたものを修正しました。1 つ

は、この表 3.2.1 にありますように、谷埋め盛土じゃなくて池埋め盛土であったところ。池埋め盛土で除外したところが甲山地区、西宮と湊川、こういうふうにあります。あと、腹付盛土あるいは片盛土だったものを解析の対象から除外しております。あと、湊川の 19 というのは、震災直後の踏査が不十分で、実は変動がよくわかってないというところがありますので、これは解析対象外にしました。あと、先ほど笠原幹事の説明にありましたように、釜井先生の地震直後の踏査では一応亀裂の状態から変動になっていたものが、後で非変動に——その当時は非変動になっていたんですけども、笠原幹事の後の聞き込み調査等で変動扱いになって、前回の委員会するときには変動として取り扱っていたものが、実はそれは非変動でしたということで、前回変動として取り扱っていたものを、いろいろと検証しまして、実は非変動でしたということで変更したものがこれだけあります。あと、逆に第 1 回の委員会で非変動としていたものが、実は直後の調査結果では変動となっていましたということで変更したものがこれです。ということで、除外したものと変動、非変動の区分を変更したものが以上であります。

これを受けまして、24 ページの下の図は、それぞれデータのただの傾向を調べたものなんですけど、今回表現を工夫しましたのは、凡例を見ていただければわかるんですが、変動の横に 5° 未満とか $5\sim 10$ とかって書いてある。これは旧谷地形の傾斜角です。三角が変動、口が非変動事例ですけども、薄い方が傾斜角が緩いもので、濃いものが傾斜角がきついものだというふうに考えていただければいいと思います。こういう傾向にあります。

例えば 24 ページの b の図は、 D/W 比と旧谷地形の傾斜角を調べたものですけども、こういうふうな形になっています。当然ですけども、傾斜角で色分けしていますので、傾斜角が低いものが下の方に来ております。こういう感じになっております。

24 ページの下からですけども、今回の検証は 3 つの方法でやっております。1 つは、すべり面のいわゆる底面のせん断強度パラメーターを同一値だと仮定して検証する方法。もう 1 つは、25 ページにありますけれども、常時の安全率を 2 なり 1.5 なりに仮定して、 c を何らかの方法で、 0 なり h なりと推定して ϕ を逆算する方法。同じように、常時の安全率は仮定するんですけど、 ϕ を仮定して c を逆算する方法。この 3 つの方法で検証しています。その結果は、第 1 回の委員会するときにも報告しておりますし、中間報告の中でも、それぞれ 3 つの方法でやったときの試算結果を表現しております。

結果として、余り大きな傾向の変化は出てきませんでした。ということですので、今回は、①の方法を中心に試算結果を示しております。では、①はどういうことかといいます

と、①の意味としましては、特に神戸地域ですから、ある程度地質の差はあったとしても、統計的に見ると平均値があって、平均値の周りにある分散、そんなに大きな分散じゃないところで土質強度がばらついているだろうと。ということであれば、ある一定値に仮定することによって、それで全事例に適用してみると、いわゆる土質強度の推定誤差というのは、非変動の場合も変動の場合もどちらも同じように出てくると。ということは、その推定誤差はどっちにも誤差としてあらわれるはずなので、ある程度の検証はできるでしょうという仮説に立っております。

26 ページから実際のことを説明しますと、これは通常の2次元安定解析を行っている。つまり平板すべりですね、この場合A-1式です。そうしますと、これは第1回、中間と同じですけれども、(a)は常時のときで、それに地震力だけを考慮しますと(b)のようになります。この場合は非変動の場合も変動の場合も、あるものは安全率1より小さくなるし、あるものは安全率1より高いと。この傾向は非変動、変動どちらも大体同じですけれども、この条件の場合は、逆に非変動のものの方がより安全率が小さくなる。地震時、いわゆる K_h を0.25与えただけの場合は。条件によってももちろん変わりますが、この条件によってはこうなりますと。これに対して、この場合だと、過剰間隙水圧をプラス水圧高さで1.5mぐらいを考慮しますと、(c)にありますけれども、△の事例のほとんどが1より下回ります。そうしますと、変動事例のほとんども、今度は1より下回るというような形になります。

27 ページからは、今度は側方抵抗を考慮した、いわゆるB-1の安定解析式について試算した例です。この27ページは、B-1のところには ξa という側方抵抗に関する係数がありますので、その ξa はどれくらいが適切かということ、地震時安全率、 $K_h=0.25$ を考慮したときの安全率が1になるためには、どれだけの ξa が必要かというのを逆算したのが27ページの(a)(b)(c)(d)の図ですけれども、これがそれぞれ違うのは、そのときの過剰間隙水圧の高さを何mにするかによって、同じ1でも違ってくると。非変動事例のものが、どれだけの ξa があれば、これより大きければ地震時安全率が1より大きくなりますということですね。見ていただくと、明瞭な傾向はありません。ただ、包絡線的なことを考えると、 D/W 比が小さいものの方が、包絡線はちょっと高くなっていくというような緩やかな傾向があるということでもあります。

28 ページは、それに関して底面の c' 、 ϕ' とか、あるいは側方抵抗係数 ξa とか、いろいろと各種変えまして、どれくらいにしたときがいわゆる(釜井ほか2004)の調査の非

変動、変動と一致するのか。それをここでは正答率というような、正解の割合ということでそれぞれあらわしていますけれども、どの組み合わせのものが一番高いのかということで比較計算しまして、一応採用値をやっています。この場合だと、全体の正答率が90.9%、91%ぐらいになるということです。これはあくまでも c 、 ϕ を一つの仮定したときですから、あるところではらつきがありますので実際には違いますけれども、こうした場合でもこれぐらいの正答率がありますよということです。

29 ページがそのときのグラフの一例ですけれども、採用した部分ですね。一番上が常時のときの安全率の分布で、地震時、 K_h だけを与えると若干下がりますけれども、まだほとんどのものが1より高い状態になります。それに過剰間隙水圧、2mぐらいでもいいんですけど、3mぐらいを考慮しますと、変動の事例はほとんど1より小さくなって、非変動のほとんどは1より大きくなるというような形の結果になっております。

30 ページは、同様にして側方抵抗モデル、C-1についてどれぐらいの側面の粘着力あるいは摩擦角、あるいは底面の c 、 ϕ 等がどれぐらいあれば、一番変動、非変動の正答率が高いかということをやっていきますと、この採用値の表になってくると。下の方に採用値を載せております。その場合で、これも全体の正答率が90.9%ということになります。

31 ページには、その採用値の場合のグラフを載せております。これも同じです。一番上が常時の安全率の分布で、真ん中のところが、それに K_h のみを考慮した場合のもので、一番下のものが、それにその採用値の過剰間隙水圧3mというのを加味したものです。

32 ページからは、今度は簡易 Hovland 法でやりました。この場合は、32 ページにありますように、常時の安全率に対して地震時、 K_h を与えた場合は、このモデルでこの定数の場合は、逆に非変動の方が、安全率が若干高くなる傾向になってきます。それに過剰間隙水圧をレベルとして与えました。レベルとして上昇するんだということで与えますと、このような(c)の図のような形になって、1.5mぐらいにすると、変動事例のほとんどが1を下回りますけれども、2次元の場合と大体傾向は似ていまして、ブルーの方もかなりの部分が1より小さくなっていくということでもあります。

以上が、第1回委員会で提出しましたものをもう一度再確認したということですが、33 ページからは新しいデータに対して検証した結果です。33 ページは、当時、国土交通省が被災事例について調査をしております。その中で、谷埋め盛土に関する被災事例の調査結果、ボーリング等の調査をやっておりまして、24 事例がありました。報告書の中

で各地層ごとの土質強度等が記載されているのが、33 ページの表の中のオレンジで地点名を記載しています番号 27 a と番号 30 b と 40、49、50、この 5カ所が、報告書の中にいわゆる土質パラメーターの調査結果がありましたので、この 5 つについて検証してみました。ちなみに、この番号は（釜井ほか 2004）の調査地点の番号とはまた異なります。この報告書の中の番号です。

34 ページはその結果ですけれども、これは通常の 2次元安定解析、いわゆる A-2、複合すべり等を実施したときの式ですけれども、35 ページと 36 ページに断面図と各地層ごとの土質パラメーターがあります。これは報告書に記載されているそのものです。それを使いまして複合すべりで計算してみました。そうすると、常時安全率が 3~5 くらいになります。それに対して過剰間隙水圧が 0 m で地震時の地震力を 0.25 と、水平震度を与えますと、この表 3.3.1 ですけれども、安全率は左から 3 列目のようになります。そうすると、過剰間隙水圧を考慮しない場合はナンバー 49 だけは 1 より下回りますけれども、そのほかのものは 1 より大きくなってしまいます。それで、過剰間隙 3 m を考慮した場合でも、5 地点のうち 3 地点は安全率 1 より小さくなりますが、2 地点はそれでもまだ 1 より大きいと。じゃ、その 1 より大きい 2 地点について、どれぐらいの過剰間隙水圧を考えれば地震時安全率 1 を下回るかということ、27 a だと 4.71m の過剰間隙水圧が働くと大丈夫です。40 番だと 9 m ということになります。文章の中にありますけれども、番号 27 a は土層深さが 12m です、12m に対して 4.71m の過剰間隙水圧が発生しないと、地震時安全率が 1 より下回らない。ナンバー 40 の地点に関しては、10m の土層厚さに対して 9 m の過剰間隙水圧が発生しないと、通常の 2次元安定解析ではすべらないということになります。

一番右にありますのは、報告書の中に記載してありました限界水平震度といまして、結局、過剰間隙水圧 0 m のところでどれだけの水平震度を採用すれば 1 を下回るのかということ、0.42 とか 0.43、これぐらいの水平震度が作用しないと 1 を下回らないということになります。これだと全然説明ができないということになる。つまり、 K_h を 0.25 とした段階で、これは説明ができないということになってしまいます。

ここでは仮に、前回から後の指摘もありましたけれども、地下水より下のすべり面に関しては、粘着力は有効応力で 0 としてもいいということがありましたので、すべり面の粘着力成分だけは報告書の値じゃなくて全部 0 として計算したものが、次の 38 ページの表 3.3.2 です。そうすると、 c' を 0 とした段階で 2次元安全率はほとんど、過剰間隙水圧が 0 でも水平震度の 0.25 が作用しただけで 0.97 とか 0.64 とか、もうその段階で 1 を下回

ってしまいます。ほとんどのものがすべる。それでも、30b というのはまだ1より上回るんですけども、過剰間隙水圧3mを考慮するとこういうふうな形になります。

それに対して側方抵抗モデルと先ほどの側方抵抗を考慮した2次元安定解析、いわゆるC-2式とB-2式を適用したものであります。これも粘着力を0とした場合はこういうふうになりまして、(釜井ほか 2004)と同じように過剰間隙水圧3mとした場合の値が真ん中あたりに載っております。そうすることによって、先ほどのナンバー40という特異なもの以外は、水平震度0.25で過剰間隙水圧3mを考慮すると、地震時安全率が0より下回るというような結果になっております。

3.3.4、側方抵抗を考慮した2次元安定解析、B-2式によりますと、 K_h を0.25にして過剰間隙水圧は3mとしても、5地点のうち3地点はまだ1より大きい状態で、49と50の2地点だけは1より下回るというような結果になっております。

ということで、この場合は、調査結果にあるパラメーターをそのまま使っただけでは、普通の2次元安定解析でも地震時の谷埋め盛土の安全率を表現できませんでした。それに加えて粘着力を0という操作をすることによって、地震時安全率は1を下回ることになりましたけれども、その場合だとかなり小さな安全率になります。0にするという操作をやりますと、側方抵抗モデルでもある程度の地震時安全率を再現することができるということがわかりました。

40ページに行きます。40ページは、今度は三陸南地震の被災事例に関する検証であります。これも釜井先生の2003年の調査結果に基づくものであります。40ページの写真を見ていただければわかりますように、真ん中の谷埋め盛土だけが被災していて、そこを調査していきますと、実は両サイドにも谷埋め盛土が存在したと。41ページにもその地形図の新旧を比較しておりますけれども、ありました。残っている。この写真で言うと右側の地層厚8m、水位がGL-2mという、これに関して動的貫入試験をしておりますけれども、8mまでのN値はほとんど1~2、すごくずたずたの状態、8m以降N値が上がっている。つまり、ここまでは盛土だということですけども、このようなすごく弱い谷埋め盛土が隣にあったにもかかわらず、隣はすべってなくて、真ん中だけがすべっている、左端もすべってない。あと同様に、対岸にも、同地区に谷埋め盛土が4つ確認されたんですけども、それを41ページ、①、②、③としています。その中で②だけがすべっているということでありまして、この4つの事例について検証を行いました。

貫入試験がやられていますけど、42ページに一応貫入試験のN値、すべり面付近のN値

から ϕ を推定しました。対岸のものだけ地下水がすべり面より以下にあったんですね。そのほか3つ並んでいる方は、地下水がかなり上にあるということで、 $c' = 0$ としました。 ϕ だけを大崎の式で一応N値から換算したという形になります。そういうことで、 ϕ' が19から26° くらいの換算式になっています。これをもとにして試算を行いました。

そうすると、43ページの表3.3.7ですけれども、この条件でやりますと、まずこれは普通の2次元安定解析、平面すべりの式ですね、これをしますと、地震時の K_h を考慮した段階で、いわゆる過剰間隙水圧0の段階でTuki 1から3の地点全部0.6くらいになってしまいます。対岸のかなり強度が高かったものだけは1.5で、つまりこれが正解。一番右のところの整合性が×というのは現象に合っていないということで、○が現象に合っているということです。これは対岸のかなり硬かったナンバー4の地点だけは合っているんですが、そのほかの地点は、すべっているところもすべっていないところもすべて、地震時安全率は1より大幅に下回るという結果になりました。

これに対して、側方抵抗を考慮したものと側方抵抗モデルの整合性は、その3.3.8、3.3.9のとおりですけど、側方抵抗モデルは全部合いました。全部正解です。B-1式はですね。C-1式は、3番目の地点だけが過剰間隙水圧を1m考慮すると、ここはすべっていないにもかかわらずすべったということになるんですけども、ここに関しては実は貫入試験が実施されてなかったので、多分ナンバー1の地点とほとんど同じだろうということで、ナンバー1の地点のN値をそのまま採用しているんですけども、この採用したN値が実は2じゃなかったという可能性もありますけれども、少なくともこの1カ所は外れました。

44ページで、今度は宮城県北部地震の被災例です。44ページにありますけれども、この同一地点に4つの谷埋め盛土が確認されまして、その中のナンバー1とナンバー3が変動していると。ナンバー2とナンバー4は変動していないというものであります。それを1、2、3、4と4つの地点についてしました。

ここでは地下水位、これはちょっと修正していませんで、地下水位2mとしているんですけど、地下水位ははかっていませんので、このように改正の地下水位は、25ページで説明しましたように、25ページのグラフにあります釜井・守随の調査結果の谷の傾斜角と地下水位の関係、この関係式から推定しています。2m、これはうそです。実際には関係式から解析しています。これで解析しました。

45ページにありますけれども、ここでは貫入試験がありませんので、45ページの表3.3.11ですけれども、表面波探査のS波速度からN値を換算して、それから同じ大崎の式

で ϕ を換算したということで、大体 25° とか 26° とか、それくらいの値になっております。

それをしますと、46 ページ、これも結論から言いますと、46 ページの一番上は通常の 2 次元安定解析なんですけれども、すべったところもすべってないところもすべてすべるといって結果になっております、通常の 2 次元安定解析を実施しますと。そうすると、側方抵抗モデル、C-1 モデルだとすべて、すべったところとすべってないところとすべて正解。B-1 のモデルだと、地点 1 だけ正解ということになりました。

そういうことをまとめまして、一応安定解析手法のまとめということで 64 ページに記載しております。64 ページの表 3.5.1 は、(釜井ほか 2004) の検証結果です。それぞれのモデルの正答率がこれくらいだったということで、2 次元安定解析の場合、正答率は 48%、50%未満でした。簡易 3 次元も 50%強、そのほかが 91%ということで、この結果をもとにすると、整合性の判定としましては 2 次元モデル×、簡易 3 次元モデルもこの意味では×、側方抵抗モデルと側方抵抗を考慮した 2 次元安定解析は、一部外れていますので良という形にしました。これを検証 A としています。

検証 B というのは、先ほど紹介しました国交省の調査結果に関してですけれども、これに関しては、いわゆる調査結果の土質データを使うと検証できないというのは 2 次元安定解析も全部一緒でした。ただ正解率という意味では、65 ページにありますように、通常の 2 次元安定解析と側方抵抗モデルのものを Δ 、これは全部変動事例ですので、何とかある程度説明できたということと、側方抵抗モデル B-2 の式は×、適応性はよくなかったという評価にしています。

3 番目の検証 C、三陸南地震に関する適応性に関しては、2 次元安定解析に関しては 1 例だけ非変動、あと 2 例は非変動も変動としてしまいましたので Δ 、B-1 の式の方が全部正解でしたので \odot 。側方抵抗モデルは、1 つ推定ミスがありましたので \circ 、という形の評価をしております。

66 ページ、宮城県北部地震に関しては、通常の 2 次元安定解析は基本的には非変動事例も全部変動するという結果になりましたので×。側方抵抗 B-1 の式には、1 つ間違いがありましたので \circ 。側方抵抗モデルは全問前回正解でしたので \odot というような評価をしています。

それをまとめたものが 66 ページの下ですけれども、検証 A、B、C、D でそれぞれの検証結果の優劣を優、良、可、不可ということで、総合判定は、基本的には側方抵抗モデルが 4 つの検証の中では適応性が一番よかったと。2 次元安定解析に関しては、どの事例も

そうですけれども、非変動に関してはほとんど適応性が悪いと。変動に関しては、かなり適応性はいいということですが、そういう意味では、安全率が非変動の場合でも安全率1より小さくなるということは、その安全率そのものの信頼性が低いということで考えますと、検証結果は×ということになります。

ということで、それらのものをまとめて、要約としまして5章にまとめてあります。98ページにその辺をまとめてあります。5.4.1は、先ほどの総合判定の×、△、○、そこだけを並記したものです。

総合評価ですけれども、5.4.2にありますけれども、通常の2次元安定解析の中の総合評価ですけれども、今回の一連の検証の中では、非変動事例に関しては有効性がほとんど示されなかったということで、変動事例についてはほとんど1より小さくなりますけれども、非変動事例についても1より小さくなるということで、つまり安全率そのものが本当に1より小さいのか、そうなのかという、すべてがそうになってしまうということで、安全率そのものの信頼性が極めて低いと。この4つの検証結果からそういうことになりました。

2次元安定解析に単に側方抵抗の係数だけを入れたものというのは、検証Bについて余りいい結果でなかったんですが、そのほかの検証についてはよい結果を得ております。この4つの検証の中では、実用的なレベルで地震時安定性評価が可能であると判断します。側方抵抗モデルに関しては、今回の4つの検証の中で最もよい結果となりました。ということで、実用的なレベルで地震時安全率の評価ができると考えております。

簡易3次元モデルですけれども、今回は調査データの質といいますか種類が少なく、本当にこれの有効性を検証するだけのデータがありませんでしたので、簡易3次元安定解析に関しては十分な検証ができなかったということで、これは評価を保留という形にしてあります。

その表の下のところを書いておりますけれども、今回の表5.4.2というのは、この4つの検証の範囲内だけでの判断であります。これで十分な検証ができたということを断定することはできません。ただし、この4つの安定解析手法の地震時の安全率の評価の有効性は、どれが高いのか低いのかの相対的なものはある程度現時点で評価できて、この現時点の4つの検証の中でいうと、最善のモデルが側方抵抗モデルであると。この段階で最善です。これ以上のモデルがあれば、もちろん採用しますし、これ以外の検証をやっていく中で不適合の部分が出てくるかもしれませんが、今回の4つの検証の中ではそういう結果になっております。

以上です。

○沖村委員長 どうもありがとうございました。

ちょっとメモが回ってきまして、休憩をとった方がいいということですので、休憩をとりましてから質疑に入りたいというふうに思いますので、4時から再開ということで、10分休憩をとらせていただきます。

休 憩
再 開

○沖村委員長 かなり議論もありますが、ディスカッションを始めたいと思うんですけども。やっぱり私の質問は、30ページの例えば側面の30kPa、40°、これが本当に受け入れられないと思うんですよね。これを別の形で解釈すると、剛体モデルがあつて、すべり土塊が物すごく硬いものと仮定して、それで c' が0ですから、すべりなしね、粘着力なし。物すごく硬いものが側方でガンととめているわけですよ、30kPa、40°ですから。それに U_s を与えて、とめているものに無理やりに U_s の3mを与えてすべらせるということになっちゃっている、計算上では。これは現実ではないと思うんです、形として。剛体モデルを仮定してやりますので、こういう計算は。剛体モデルを仮定してやるんですけども、宅地盛土で余りにも変形を起こすのがあるのに、形としてはお弁当箱モデルでもそのモデルでもいいんですけども、お弁当の形は全く変わらない。それで、側面に物すごく力を与えて、すべらないように一生懸命しているわけですね。それをすべらすためにということで、グググ過剰間隙水圧を与えて3mでやっとなすべりようになりましたということは、よくわかるんです。それはこういう形になるんですけども、ただ現実にはその数値、 U_s の3mという数値は何の意味を持つんでしょうかということをもう少しよく、それぞれで感度分析をおやりになった数値でそれが一番よく合うというのは、それはそのとおりのんですけども、それは二木さん言われるみたいに、数の一種のお遊びになっちゃっている可能性もなきにしもあらずだということなんです。

したがって、この側面を30kPa、40°というのが、何か一つ、これを私見せてもらったときに、さっき言った表現で、四角いものがあつて、横を一生懸命壊れないようにとめていますと、それを壊すためにとつぶんと水を与えていって、やっとな3mになったらぽんと壊れましたと、片や壊れませんというのになつた。そういう計算結果ですね、イメージとしては。そうなる現実の物理量、現実にはそこにある土の物理量との絡みが、ちょっと説明がづらいなと思うんですけども。

○二木委員 ほかに適用するときにつらくなるということ。

○榎田幹事 これが実際に、個別には違いますので、個別としては多分いろいろと違ってくると思うんですね。ただ、これは単なる感度分析として、先ほどの底面の c' 、 ϕ' も、これは結局 0° 、 30° ってかなり大きな ϕ' になっていますけれども、これくらいを平均値とすると、これだけ合ってきますよと。つまり、特に非変動事例がすべらなくなるというものです。底面の c' 、 ϕ' を変える。実際に個別に計測してみれば、 c' 、 ϕ' がもうちょっと違ってくる。そうすると側面の摩擦抵抗もある程度計測できれば、それを入れればいいわけです。これは、そういうことをこれで決めましょうということではなくて、これをするとこの現象が合いますよと。実際は調査した値を入れてくださいということが原則です。

○沖村委員長 調査した値の我々がとり得る普通のオーダーというのがあるわけでしょう。そのオーダーを超えているじゃないですか。過剰間隙水圧の3mというのは物すごく大きな値だと思うんですよ。

○二木委員 5mしかないんだからね、盛土。

○沖村委員長 それをどう説明するのかということになると、やっぱり側面でがちがちにとめちゃっているから、3mぐらい……

○榎田幹事 いいですよ、別にこれは。とにかく正答率が高いところを採用しているんですけど、現実には例えば2mしか過剰間隙水圧が発生しませんよといったら、そういうところまで下げると正答率が80何%になる、それくらいの話ですから、別にこれじゃなきゃいけないというんじゃないんです。

○沖村委員長 ですから、そういう議論を経て、最終的に総合評価になっちゃうわけですね。

○榎田幹事 これに関しては、これ以上の調査データがないので議論をしてもしょうがなく、これくらいにしたらこれくらいになりますよということで、もう少し軽く考えていただきたいんです、固定するわけじゃありません。検証Bでもわかりますように、検証Bでは D/W 比が10より小さいものに対しても適応して、すべるところはすべるということになっていて、すべらないところはすべらないという結果になるわけです。それにより詳細なデータを入れれば、側面抵抗を考えてもすべるところはすべる、すべらないところはすべらない。 D/W 比が小さくてもですね、ということになります。三陸沖の地震は、この中で唯一貫入試験もありますので、かなり信憑性が高いんですけれども、その

中でも、側面抵抗を入れると入れないのというのでどれだけ違うかというのをやってきているわけですが、実際には側面抵抗の有無もできるだけはかって c' 、 ϕ' を入れるということが原則で、この値をそのまま入れましょうという話ではありません。

○沖村委員長 よくわかるんですけども、メソッドとして総合評価をしちゃうんでしょう。総合評価をしちゃうということは、この仮定のもとで総合評価なんですよね。おっしゃるように正答率とかなんとかということで。そこの正答率に至るプロセスの仮定が、 $U_s 3m$ が僕は納得できないと。

○榎田幹事 この4つの検証の中で、そのほかにどういう検証方法が……

○沖村委員長 違うんですよ。合わせることに目的じゃなくて、現象を説明するためには入力の値もおおよそ我々が納得できる、 $\phi' = 30^\circ$ 、これ納得とかね。そういう形のもので整理されていて、そしてまだアンノウンのものがいっぱい出てきておると、わかりませんと……

○榎田幹事 じゃ沖村先生は、側面の摩擦抵抗は最大幾らまでとっていいということ。そうすれば、そこで切ります。

○沖村委員長 一つの事例では、隔柱の側面の計算では3分の2 ϕ ぐらいをとっている。仮想壁面のときには3分の2 ϕ ぐらいをとる、内部摩擦角。ですから、本来 30° であるならば、仮想壁面に作用するのは3分の2ぐらいであるというふうなこと。3分の1から——最大、どうせ ϕ までですからね、 ϕ を超えることはない。

○二木委員 前言っておられたような谷の分力でいいじゃないですか。別に谷の分力分を加えてやっておけば、その程度のことでいいんじゃないですか、簡単にされるなら。

よくわからないんだけど、僕もう一遍戻るよ。一番最初に言ったのは、いろんな条件がわかったときにでも、これを使われるんですかという意味。そういう視点に立ってまとめの方がいいんじゃないですかという意味。何もなくて、データが何かよくわからんときは、こういうやり方で神戸もやられている、それはわかりますけど……

○榎田幹事 何もないときでもこれでやろうということ……

○二木委員 いや、今度何かあるわけでしょう。

○榎田幹事 少なくとも従来の2次元安定解析だけで、今のこの4つの検証の中では、三陸南でもある程度サンプリングというかサウンディングをやっていますけれども、2次元安定解析が非変動の事例に計算ができるという結果が出てないということもあります。その中では、この側方抵抗モデルが一番最善だという結論になっている。

○沖村委員長 だから最善だと言い切ると、また皆が、仮定がおかしいじゃないかとなるんですよ。

○二木委員 仮定が間違っているんだから、何ぼ議論したって——論理学の単純なことですよ。仮定が間違っているのに、何ぼ議論してもそこから出てくる結論は偽ですよ。よろしいですか。論理というのはそういうものですよ。仮定が偽であれば、幾ら議論しても結論は偽なんです。肝心な話ですよ。

○榎田幹事 仮定というか、今回は現象に合っているか合っていないか……

○二木委員 仮定がわからないんだもの。だって、下がすべりますとか……

○沖村委員長 だから、現象に合っている、合っていないかというときに、アンノウンパラメーターが2つ以上あるわけですよ。ですから、やっぱりそれを解決するために感度分析をおやりになっているということになっちゃっているんですけども、感度分析で出てきた答えが、現実に我々が持っている、我々が思っている物理量と大体同じようなものがないと、えっ、何か変なところでこの数値が大きくなっちゃっているな、ということになりかねないのかなということですね。

○榎田幹事 それは十分可能ですので、先ほどの ϕ の3分の2と。でも、 ϕ というのもちよっとよくわからないんですが、こういうときの ϕ を 40° と見ていいのか 30° と見ていいのか。先ほどの国土交通省の平成8年の調査結果の中でいいますと、現地でいろいろ調査された結果の中で ϕ の範囲があるわけですね。でも、これは各地層の ϕ ですから、これを採用して、これを上限とするということも考えられる。この平均値的なものですね。

○沖村委員長 でも、今2次元であれ 30° をおとりになっているわけですね、 ϕ を。だから 30° ぐらいなら、このぐらいかなとかなんとか思うんですけどね、摩擦度でよく使われる。もっと大きな場合もありますけれど、まあ 30° 、ざっとアバウトなものでは。

○榎田幹事 35ページから37ページの中で、一番大きなのが 35° というのが出てきますけれども、あとは 30° とか 15° とか 25° ということになりますので、側面の摩擦抵抗と c 、 ϕ をこの値にいわゆる固定して、あとの部分の感度分析をするということでも大丈夫です。感度分析ですから、別にこれにこだわっているわけじゃありませんので。

○二木委員 そういうことじゃなくて、性格というか、今まで土質力学でやっているんだとすると、非排水せん断強度、いわゆる動的強度を使って安定解析をするのが普通じゃないですか。ところが ϕ ということを決めてしまったら、じゃ過剰間隙水圧、正に出るのか負に出るのか含めて、実際のかかっている拘束圧はわからんわけでしょう。その中の ϕ

の意味でしょう。でも、 ϕ がわかったから強度がわかるわけじゃないですか。そういうことを前提にこれやっているんだよ。太田さん一生懸命計算されたんだろうから。結局そういうことでしょう。たまたま神戸の場合は、どうも強度が落ちる。過剰間隙水圧など、液状化に近いことが起きているのかもしれない。ということは、ほとんど強度がない現象でモデル化をされているんですよ。それはよくわかります、これで説明できるのは。でも、片やこれを外へ持っていったときにどこまで言えるかという話というのは、今度は調査をかけて個人のお金が入るわけでしょう。そうしたときに、こういうモデルでやっていますという話で説明つきますか。僕らが気にしているのはその話も含めてさ。

○榎田幹事 その適応性がどこまであるかというのを今回は……

○二木委員 でも、あなたはぱっさり、2次元は使えませんということを言っているわけですよ。

○榎田幹事 三陸南の事例と宮城県北部の事例にも適応してみたわけですね。その範囲の中でこうだったということです。

○釜井委員 三陸南の場合は多分液状化しているから、物すごく強度ががっと下がっている。埋めてるものが三陸南の場合は軽石なんですよ。だから、多分ほとんどゼロに近い。

○二木委員 ということは、水があって液状化——液状化と言ったらおかしいけどね。強度が落ちないような対策をなさいと一言言ったら、盛土全部が危ないですよと、こういう話なんだよね。そうでしょう、この前提は。本当にそうですか。

○榎田幹事 通常の2次元安定解析と側方抵抗モデルと4つのものを比較して、比較論なんですよ。そうすると、その今回の検証範囲の中では、通常の2次元安定解析よりは少なくとも成績がよかったわけです。表現の仕方は、言われるように表現しますし、例えば使っている c 、 ϕ も上限を設けて検証し直すということは可能ですけれども、相対的にこの4つの事例の中で、2次元安定解析が側方抵抗モデルよりも結果がよかったですよということは、どれもなかった。

○二木委員 それは一般的に言われているじゃないですか、3次元の効果を入れた方がいいよというのは。

○榎田幹事 それを改めて確認したということです。

○二木委員 別に3次元効果を入れるのは、僕ら反対じゃないし、当たり前の話だから、入れられれば入れた方が。ただ2次元の方が、普通考えれば、安全側と言うとおかしいけど、余計安全な余裕がある側の計算結果になるというのは一般的だよな。

○榎田幹事 そのために非変動事例も変動するということになるわけですね。そういう意味で、2次元安定解析は非変動事例も変動するという答え。今回の4つの検証ではそういうふうになってくるので、相対的に2次元安定解析よりも、この4つの検証の中では側方抵抗モデルの方がより現象は表現することができる。可能性を示したわけです。この安全率が正しいということを行っているわけではなくて、可能性として。例えば c 、 ϕ を1つに仮定したのは、これはある平均値がその周りにばらついていると仮定するとこうなりますよということで、可能性を示したわけですね。

○沖村委員長 その平均値が、我々がアグリーできるような平均値なのかどうかということですね。

○榎田幹事 結果としては、さっき二木委員も言われたように、感覚の中で2次元安定解析よりも3次元効果が大きいということはわかっている、2次元安定解析じゃそれが表現できないとわかっているわけですね。私たちが思っているそのものが出た。相対的に2次元安定解析だと非変動事例……

○沖村委員長 出たかどうかがわからないという、その仮定のもとで出ているだけであってということなんです。

○榎田幹事 この仮定のもとでということですね。この仮定で、この手法の検証をやったレベルではそうでしたよということですね。

○沖村委員長 その仮定のもとでという形で……

○榎田幹事 そういうふうに限定条件をつけて説明します。

○沖村委員長 そうならないとおかしい。

側方抵抗モデルで21ページ、また細かいところを少し言いますが、 A_b を出すときの A_t 、「ここに」から4行目の A_t と、下から8行目の A とは違うんですか。

○榎田幹事 同じこともあるでしょうけれども……

○沖村委員長 鏡映面積なのか斜距離の実面積なのか。

○榎田幹事 どれでも、別にこだわっていません。

○沖村委員長 そんな、式で言ったらこんなまずいですよ。これを御推薦されようとしているのに、論理がおかしかったら全然これは合わない。一撃のもとに皆さんに否定されちゃいますよ。

○榎田幹事 C-1式は普通では使いませんから。これは平面对応の式ですから。普通に使うのはC-2式です。

○沖村委員長 C-1式も検証されていたでしょう。

○榎田幹事 これは(釜井ほか2004)の調査データが、主断面形に関する形状のデータがないために、検証用に平面すべりで検証してみた。検証用式です。

○沖村委員長 それなら、それでもいい。

○榎田幹事 C-2が実際に使う式です。

○沖村委員長 学会から出される以上は、論理はしっかりしておかないといけないということです。したがって、 A_t と A との区別ははっきりしておかなければならない。体積もWLDでしょう。WLDで、 D は鉛直深さだと思うんですけども、 L が斜距離なのか水平距離なのか。水平距離でいくとこれでいいのかもわかりませんが……

○榎田幹事 L は水平距離です、水平長さ。

○釜井委員 水平長さとしてある。

○沖村委員長 その辺でまだ、僕は2次元のときはかなり細かいことも言いましたけれども、ここもやっぱり斜距離か水平長さかの定義がその場その場で変わってきている。だから、この2つの A とか A_t とかいうものが出ちゃうんだよ。

○榎田幹事 解説は、説明はもう少し詳しくしますけれども、例えば移動体の体積とありますけれども、ここに2つ「または」と入れているのは、どっちも試算してみたということです。これは試算用のモデルですから、どっちが合うか……

○沖村委員長 その2つを言っているのじゃなくて、定義を厳密にしておいていただきたいということですから。それだけの話です。

○榎田幹事 わかりました。

○沖村委員長 これはやっぱりだれも皆見ますので、これでおかしいとなったら、もうこれが全然信用なくするということですので。

それから、 P の K に関しては、例えば矢板掘削の場合の地震時の主働土圧係数というのは幾らだったですかね。0.5だったですか。

○榎田幹事 これは全部静止土圧を使っていますけれども。

○沖村委員長 矢板掘削で地震時の静止土圧係数というのが定義されていますね、マニュアルで。

○榎田幹事 そうですか、それはちょっと。

○沖村委員長 その辺との整合性もやっぱりとっていただいた方がいいような気がします。

あと、こっちの方の P もやっぱり同じ形で出てくるわけですね、22ページの方も。側方

土圧係数と高さとあれですからね。

○榎田幹事 22 ページ、この複合すべりの対応式というのは、一般に使いましょうという提案式という形です。

○沖村委員長 基本的な考え方が、その R_s をどう出すのかということだと思っただけですね。

○二木委員 基本的には簡単な式だから。

○沖村委員長 これ、太田委員長が別途、僕がちょっと式を出すよと言って、演算を進められているという話をちらっと聞いたんですけども。

○榎田幹事 あれは試算結果を太田先生にも出してあります。あれは修正 Fellenius と同じです。

○沖村委員長 太田先生が提案された式というのは？

○榎田幹事 そうです。式はちょっと表現を変えてありますけれども、内容的には修正 Fellenius 式と同じです。

○沖村委員長 ここの 2 次元の側方を考慮しないという形ですね。

○榎田幹事 通常の 2 次元安定解析の平板すべりと同じ結果になります。

○沖村委員長 それから 19 ページで、私も何か言ったんですけど、この D/W の話、これで ξa とかなんとかというふうな形で入ってくるんですけども、これはやっぱり式の中で入れちゃう必要があるんでしょうか。私は、式は式で出しておいて、後から 3 次元効果として安全率にプラスアルファしていくというふうな形で……

○榎田幹事 ここも R_s という形にしてもいいですけども……

○沖村委員長 いっちゃった方が、何か……。そのときに 27 ページを見ていくわけですね。27 ページは、実際には壊れてない方なので、拘束力を出したいということなんですけれども、 U_s が大きくなればなるほど、実は上から持ち上げようとするので拘束力を大きくしないともたないということで、当然ながら縦軸が上がっていくわけです。ですから、 $U_s = 3m$ の場合は、 $U_s = 0$ の場合から比べて分布が 0 よりも高くなっている。これはまさにぐんと上げているから、もたねばならないと思って頑張るから、もつ抵抗係数を大きくしていかなばならないという結果になっているわけですね。でも、これで見ていると、ほとんど定数と違うかなと思うので、定数でわかるのかな。

○榎田幹事 定数にしてしまうと、どこから定数を代入するかによって違って来るんですね。それが例えば 10 だとすると、じゃ 9.9 は定数じゃなくて、10.01、10.001 はどうです

かと。

○沖村委員長 でも、ここでの御提案はまさにそうなのでしょう。10で変わりますよという。

○榎田幹事 違います。安定解析は10以下でも、側方抵抗の摩擦係数を、せん断抵抗を入れているだけですから、10以下でもすべきはすべります。それがこの試算結果ですから、検証Bでもそうですし、C、DでもD/Wが10より小さくなっても、その調査結果のc、 ϕ を入れると……

○沖村委員長 平成8年のは5ぐらいかなというような気がしたんですけどね。

○榎田幹事 とりあえず（釜井ほか2004）のデータは10を境界値に見えますけれども、全部がそうとは限りませんので、実際にやってみて、ある地域はその閾値が7になるかもしれないし、ある地域は11になるかもしれない。

○沖村委員長 どのような形でこれをさせていただきますでしょうか。こういう仮定のもとで進めるとこうなるという話しか……

○榎田幹事 仮定を追加します。この仮定で検証した結果というのはこうですよという仮定を、そのレベルでしか表現しません。これは万能ですよと言うつもりは全然ありませんので、この仮定のもとで、この検証の範囲でこういう結果が出ましたという、その仮定のもとではこれが比較論としてという話。

○沖村委員長 それで、その仮定に対する妥当性のコメントは事務局側で書けますか。

○榎田幹事 一応試算を書きますので、それを先生にまた……

○沖村委員長 底面の $c' = 0$ kPa、 $\phi = 30^\circ$ 、側面の $c' = 30$ kPa、 $\phi' = 40^\circ$ 、結果としての U_s が3m、それに対するコメントが入ってくるか入ってこないか。ただ仮定のしっ放しじゃなくてね。

○榎田幹事 それは例えば先ほど言われたように、どっかに上限を設けるということであれば、上限を求めて、そこに縛った形でいわゆる採用値をそこまで絞り込む、下げるということもできます。

○沖村委員長 いろんな場合の計算をおやりになっていますので、なぜここに至ったか、3mに至ったかというのは、先ほど御説明伺ったんですけども、だからといって3mで走りますよとなっちゃうと、やっぱりおかしくなっちゃうという。

○榎田幹事 そのために検証B、C、Dでは、そのほかのところも全部、3mに限ったわけじゃありません。どれくらいいったら現象が説明できるか。1mも計算している、2m

も全部示してありますので、3 mに決めつけるわけじゃなくて、これくらいだと検証B、三陸南に関しても説明できますという話をしているだけです。

○沖村委員長 ただ、そのときの結果が総合評価になっちゃっていますので、やっぱりその辺の表現は気をつけていただければというふうに思いますし、数値で1 mの仮定って四角で囲ってある文言で、45ページの③ですけれども、これは「1 m程度であると仮定する」って、これは2 mと違うんですか。表 3.3.13あるいは表 3.3.14を見ても、1 mではまだ1を切らないんですよ。

○榎田幹事 そうですね。

○沖村委員長 2 mに変えないと文言がおかしくなる。

○榎田幹事 2 mですね。

○二木委員 何という言い方をしたらいいのかわからないけど、縦軸と横軸で、縦軸は通常のやり方で、横軸はあなた方のやり方で、ある条件を仮定して、ぴたっと合えば安全率45°だよ。それが条件を変えていくと、これが変わってくるわけね。これは3次元効果を入れているから、45°の直線から3次元効果があるんだから、当然ある程度……

○沖村委員長 安全率が大きくなるから。

○二木委員 大きい方の傾向が出てくるよね。ところが水圧を、どんどこどんどこ条件を変えていくと、どこかからずれるわけだよ。その方がわかりやすい。そういう絵をかくと、なぜずれるかを考えていくと、皆さんここで議論したことが何なのかよく見えてくるから。一生懸命言われているけど、ここで議論しているというのは、3次元効果を入れた方が現象を説明しやすいよという話。下がすべるから2次元は使えませんよ、そういう話だけです。

○榎田幹事 そういうことです。

○二木委員 それだけのことを言うのに、人が誤解するようなデータで合うとか合わないとか、僕は言わない方がいいと思う。で、一番最初に私が言ったことに戻りますが、要は条件がいろいろわかってきたときに、やはりあなたの言われたこのやり方の方が、ほかのものよりも本当に優秀なんだと、適応性が高いんだと言えますか。だって、条件わかっていくんだから、今度は。

○榎田幹事 最後のまとめでもありましたけれども、今回の検証の範囲での比較論として出しているわけで、これに汎用性があるという……

○二木委員 でも、この報告書の意味は、皆さんこの方法でお金を出して調査をして、危

険だと言われたことの宅地の対策まで入れるわけだよね。そこをちゃんと説明できる道具はどうあるべきかということを行っているだけです。そこが一番のこの目的じゃないですか。そこを忘れたらだめだと。

○榎田幹事 ただこの範囲では、通常の2次元安定解析よりはこっちの3次元効果を考慮したものの方が、この範囲ではよりよいですよという結果が出たということですね。

○沖村委員長 その表現はいいんです。ただ、その中で、4つの手法で○、×、△がつくのがね。

○釜井委員 例えば、将来もう少し詳細なデータがとれると思うんですけども、そうになると、本当の3次元形状が扱えるようになってくるんじゃないかと思うんですよ。そのときに、今ここで3次元安定解析が余り考慮されない……

○榎田幹事 保留というか評価できないということ。

○釜井委員 例えばそういうことが結局出てくるんじゃないかと思うんだけど、そういうふうに、そういう道をつくったこと……

○榎田幹事 特に今の3次元安定解析は鶴飼先生の方法も、本当にコラム間力のつり合いはきちんと解いてないので、それが解けるようなものができてくれば、かなりいいものができてくると思います。実は2次元に関しては、M&P法、スペンサー法だとか私も何回も解いたことがありますけれども、きちんとそこら辺は解いていますので、そういう意味ではかなり2次元安定解析やっていますのでいいんですけど、3次元に関してはそこら辺がないので……

○沖村委員長 どうも済みません、そろそろ解析の結論を出したいと思いますので。

やはり2次元では無理であるということも我々の一致した見解。そこに3次元効果がぜひとも必要であるということだと思います。ただ、3次元効果をどのような形で取り入れるのかということに関しては、幾つかの方法を試みてみましたということ。そのときに、ある仮定のもとで行った、この条件で行った場合に限りということで、その仮定条件は再掲です。絶対四角の中に再掲してください。その再掲の条件で行ったときに限りこんなことでしたというふうなことで、優劣順位よりも、3次元効果を考慮した方が2次元よりもいい結果が出ましたということだけで、○、×、△はやめておいた方がいいような気がするんですが、いかがでしょうか。かなりあいまいな、いいかげんなことになってしまいますが。ですから、ほら見てごらん、3次元効果を考えた方がよくなったでしょうというふうな形で言っておいて、手法についてはあれだし、結果についても、幾つかの仮定が入っているので

ここでは断言できないけれども、少なくとも3次元効果を考えた方が現象を説明し得ることになりましたという表現では、いいかげん過ぎますか。

○事務局（山崎） ただ、都市計画課の今の取り組みがどのようになっているかという問題もあると思うんですけれども、先ほどちょっとお聞きすると6カ月以内という、いろいろ技術基準取り組んでいかなきゃならないというときに、あと6カ月かけて検討するという……

○沖村委員長 しなければならぬと私は思っています。

○事務局（山崎） ということになりますけれども、そういうことでいいのかどうかというあたりなんですけれども……

○廣野課長補佐 本工事までにいろいろ決まっていけないんですけれども、一方では、皆さんが納得できなければ、きょう提案してこれで決まりましたということもできない。実際どういう式になるか別としまして、説明する式は、100%あらわせばそれに越したことはないんですけれども、最大公約数的なものを当初出さざるを得ないんじゃないかなど。その後、知見が積み重なって確実に一步前進していくという事はあり得ると思っただけなんですけれども、今の段階でこれしかありませんというような出し方は、実際に難しいかなというふうに思っています。

○沖村委員長 ですから、私、きょう一番最初に申し上げたように、きょうで地すべり学会の結果はなかなかうまく出るかもわかりませんが、これから6カ月間一生懸命考えていく中で、よりいい方法ができれば、それが地すべり学会の結論になってもいいのじゃないのかなというふうには思っています……

○事務局（山崎） それについては全く否定するつもりはなくて、後の方でいろいろ文章のところ、要するにこれに固定しないというか、もっといい方法があれば、またそれを採用するにやぶさかでないというような表現がどこかに書いてあったと思うんですけれども、スタンスはそういうことだと思いますので、その辺はおっしゃるとおり。ただ、私としては、時期があと6カ月あるのか、実際には3カ月しかないかという問題があると思うんですけれども……

○廣野課長補佐 実際に6カ月は無いんですけれども……

○沖村委員長 やっぱりこれからこの結果を太田委員長にも見ていただきながら、皆さんが納得できる方法というのはやっぱり考えていかなきゃならないと。そのうちの提案でできるワン・オブ・ゼムだという形にはならざるを得ないというふうに思っています。そん

なことでもよろしいでしょうか。

○榎田幹事 あと、動的解析手法と対策工ということで。

○沖村委員長 解析手法はそんなことでもよろしいでしょうか。いいかげんなことになるかもわかりません。

動的解析手法の適用性について

○沖村委員長 それでは、残っている部分について。

○大角幹事 それでは、47 ページの動的解析手法の適用に関する検討でございます。これに関しては、谷埋め盛土に適應した解析を示しているものではございません、ごく一般的なもので、実施するに当たっての必要条件、それから解析モデルの問題点とか、何を選択するかによってどうなってくるかということでございます。委員の先生方に関しては、このことに関してはほとんど御存じのことと思いますが、一応一般の方も含めて説明という意味でこの章をつけさせていただきました。

まず、この動的解析を行うには、やはり入力地震動の設定というのが必要でございます。48 ページにありますように、その地点で神戸のような大きな地震動がとれているとか、あるいは内閣府で想定地震が得られているとか、そういうことであればそういった解析、入力地震動が使えますが、その地点、地点において、土木学会の第2次提言、第3次提言にありますように、断層モデルによる地震動を策定しなければならないようなケースも生じてくると思います。そのような場合は、48 ページにありますように断層の震源特性、電波特性、サイトの附属特性、それを考えたものを行わなくてははいけません。震源特性というのは、断層によってどのような破壊が起きたか、電波に関しては生じた地震動がどのように伝わってきたか、サイト特性はその地点における地場よっての増幅でございます。

その入力地震動をつくる手法ですが、49 ページ表 3.4.1 にあります理論的手法。昔よく津波の入力に使われたような手法で、これはむしろ超周期的な波に関してこういった手法が使われております。今現在も、十勝沖のようなああいっただ深部地下構造を考えた場合は理論的手法。

それから、入倉の手法という京都大学の入倉先生がよく提唱しておりますグリーン関数法、経験的グリーン関数法と統計的グリーン関数法。観測された小地震を用いてそれを重ね合わせていく方法、小地震がない場合は人工的につくる方法、そういったことがござい

ます。それから経験的手法、いろんな呼び方がありますが、最大値予測、距離減衰式を用いた方法でございまして、例えばそういったものでスペクトルをつくる。原子力ではよくやられる方法ですが、そういったスペクトルをつくって、もし入力地震動ですと、ある地震動からそのスペクトルに適合した波をつくって行っているのが動的解析の現状でございます。

50 ページからは地盤の動的解析手法でございまして、大きく分けて逐次積分法と周波数領域での2つの方法がございまして、前者は YUSAYUSA とか FLIP とか LIQCA という、特に液状化を対象とした解析コード、後者は SHAKE とか FLUSH とか、そういったもので周波数応答解析を行ったものでございます。応力-ひずみの履歴において骨格曲線と有効ひずみとそれに対する応力を線形という形で評価できるような応答を求めることによって、材料の非線形を考慮するというところで等価線手法が行われております。一方で、逐次非線形はその非線形を考慮して、あと、先ほどの間隙水圧を考慮する場合は逐次非線形手法という、どちらを優先するかということでございます。

51 ページの真ん中の図でございまして、地盤のひずみレベルでこういった等価線形、逐次非線形解析ということで分けて使います。 10^{-3} ぐらいでしたら線形解析でいいんですが、等価線形手法は大体 10^{-3} レベル。それから 10^{-2} レベル以上になってきますと、どうしても逐次非線形が必要になっております。兵庫県南部地震以前は、そんなに大きなひずみを設計で考えませんでしたので等価線形手法で行っていましたが、それ以降ですと、特に土木ですと非常に大きな地震動を考慮した設計を用いますので、非線形解析、有効応力解析というようなことがメインになっております。私自身も、兵庫県南部地震以前はスーパーラッシュとかそういうのを盛んに使っていたんですが、それ以降は設計の場ではほとんど非線形解析、有効応力解析という以外は使っておりません。

52 ページの2つの図でございまして、上の図が静岡県で得られたものでございます。下の図が兵庫県南部地震のポートアイランドの観測波に基づくものでございまして、こちらに等価線形手法——等価線形手法もちょっと指標を変えたものを2つ、実線と短い点線のもの、それからラングルグ・オズグット、そういう非線形を考慮したものを比較しています。簡単に申しますと、加速度では等価線形手法が大きくなって、ひずみレベルとかそういうのですと、そういった非線形を考慮した方が大きくなってくる。それが上の図も下の図も同じでございまして。

54 ページからはすべり解析でございまして、一般すべり解析としてはそういったものが

ありますが、Newmark の方法。この動的解析を適用した例としては、全応力解析としては馬場・渡辺法という方法。これはフィルダムの解析に関してよく使われる手法でございます。その手法に対して、有効応力解析に関しては過剰間隙の水圧の上昇あるいは消散を考慮できる手法でございます。それぞれに対して何を対象にするかでいろいろ選択肢が生まれるのではないかと考えております。

まず、馬場・渡辺法でございますが、これは全応力解析。例えば先ほど言いました FLUSH、SUPER FLUSH、そういったもので動的解析を行って、応力状態によってすべりの安全率あるいは沈下を考える手法でございます。55 ページにフロー図がありますように、静的解析、動的解析がございまして、応力の重ね合わせを行いまして、局所安全率が 1 を下回る地点、時刻、要するに動的解析のそれぞれの時刻断面、メッシュの要素に対してそれぞれすべり面がありますが、それを絞り込んでいくのに、まず局所安全率の時刻を絞り込んで、それで円弧あるいは複合すべりでもいいんですが、そういったすべり面を仮定して、その円弧をつくるのにモビライズドプレーンという破壊面、要素の一個一個の破壊面を c 、 ϕ で設定して、それを連ねるような形ですべり面を仮定して、それを積分する。等価瞬間加速度というんですけど、そういった積分をしていって、安全率を出したり、その円弧自体がどの程度変形するかを解析する手法でございます。

56 ページの真ん中の図 3.4.8 が、要素一個一個に対してできた破壊面を重ね合わせてモビライズドプレーン、すべりを出していって、それを結んでいくような手法を使っております。これで円弧を連ねて、それで要素 1 個が壊れてもその破壊には至りませんので、そういった面で、時刻に対してすべりが生じるかどうかを検証するという例でございます。

58 ページからは有効応力解析でございまして、特に砂のような粒状体では、弾性定数や強度は粒子間の摩擦力と密着に関係しているということで、これらの力学特性は粒子間に作用している力、ないしはそういう要素について積分した値で有効応力に大きく依存するという方法です。代表的なコードとしては、昔の港湾技研が開発しました FLIP というもの、それから京都大学の岡先生が開発しました LIQCA というものがよく使われています。FLIP H の場合ですと、非排水による解析で過剰間隙上昇までは算定できますが、LIQCA ですとその消散までを追跡できる。

59 ページにありますような、これは前回の資料にさせていただいたものでございますが、これは東北大学の渦岡先生がやった解析でございますが、宮城県北部地震の地震、0 時の地震、7 時の地震、そういった 2 つの地震を考慮して、そういった解析までできるという

例でございます。

61 ページからでございますが、谷埋め盛土に対しての適用性の検討といたしまして、こういったモデル化をするのに、先ほどから出てきました2次元、3次元、そういった選択肢がございますが、2次元の場合ですと横断面、縦断面でモデル化するというので、例えば杭をモデル化した場合は、杭間のすり抜けとか、そういったことはできないということでございます。3次元は理想的でございますが、膨大な計算時間を要し、解析目的をよく考えて使う必要がございます。それから、非線形の検証を行った事例もありません。3次元の非線形解析を検証した事例がありませんので、3次元の特に有効応力に対する検証はまだ研究段階でございます。

解析手法の選定といたしまして、先ほど言いました全応力解析、有効応力解析がございまして、FLUSH に代表されるようなものは、兵庫県南部地震以前は非常によく使われていたんですが、全応力においても3次元のプログラムは実在いたしますが、検証とかそういったものに対してはまだ不十分ではないか。

有効応力解析に関しましては、岡先生の LIQCA では過剰間隙の上昇、消散まで考慮できるんですが、3次元にした場合はまだ研究段階で未公開でございます。

それに対する解析物性でございますが、最大ひずみが0.1程度であるのに対して、その影響を考慮したモデル化を要求されるが、現在のレベルに関する課題を残すということ。それから液状化強度に関しても一定加振、載荷加振でございますのでランダム加振、そういった違いがどう影響してくるかという問題があるという、これは吉田さんの後につけている論文の中に書かれたものでございます。

62 ページが、解析物性で解析するに對してどういった試験が必要であるか、ボーリング・PS、密度、圧密試験、せん断試験、動的変形試験、液状化強度試験、透水試験、そういったものが有効応力解析でも必要なんですが、実際には、谷埋め盛土に適用した場合はどういう条件がそろるかという問題がございます。

それから、液状化による変形が生じる時刻でございますが、例えば新潟地震の昭和大橋では、通過してから上部工がバタバタ倒れていく現象がわかったり、あるいは宮城県北部地震では、その近くの西猿田の斜面崩壊を見ますと、やはり地震が起きてから1分か2分たった後にこういった現象が出てくる。そういった面では過剰間隙上昇を考えなきゃいけないので、有効応力解析が重要となるということでございます。

それから、連続体モデルと離散モデルに関しましてちょっと書かせていただきまして、

先ほどから3次元的な側方抵抗とかそういったことが議論されておりましたが、どうしても連続体ですと、そういった面をどうモデル化するのかというのが、実際には側方が破壊したときには、やはりぎざぎざというかそういったものも自然界にはあると思いますので、そういったことに関してモデルまで考えるようでしたら、個別要素法という方法も利用しなければならないということでございます。

以上です。

○沖村委員長 どうもありがとうございました。

御質問、御意見。

今までの議論を聞いていただいていたと思いますが、解析手法で1と2。要は過剰間隙水圧をどう動的解析で評価するかということが問題であって、地震波の伝わり方がどうかどうかということ、余り我々の宿題ではないような気がしているということが1つ。

それから、まさに破壊の問題であっても、いわゆるすべり解析というふうなものも必要なかわかりませんが、実は動的な解析の中で過剰間隙水圧が発生するメカニズムみたいなものが、ある意味ではここの中で出てくるのか、出てこないのかという可能性とか、そういうものが実は動的解析に求められる役割なのではないのかなという気がちょっとしたんですけども。

もう1つは、62ページで物性の試験がありますけれども、繰り返し三軸を入れていくとか、物性値の中で動的な特性を取り入れていく。そして、この動的な特性を取り入れた中で、静的な解析にどう使っていく可能性が出てくるのかとか、先ほどの2の解析の問題の中で、物性値に動的な特性をどう活用していくのかというふうなこともちょっとコメントいただくと、実はもう少しわかりやすくなるのかなという気がします、いかがですか。

○二木委員 おっしゃるとおり、前から一言。動的強度を使えばいいんです。その中には液状化も入るし、もしも粘性土で液状化で——液状化というか、動的強度が落ちるやつがありますね、通常は軟弱地盤を含めてフラットですから、せん断変形はするんだけど地盤としては安定しているのもあれば、でも傾斜地であれば、それが過大な変形になるわけでしょう。そのときに使うのは動的強度でしょう。でも、液状化だけに目をとられると、その現象は今回あったのかないか知りませんが、神戸にはないかもしれないけど仙台にあるかもしれない。液状化という現象じゃなくてね。どうですか、凝灰質の粘土が風化して下にたまっているようなのがもしもあったとして、地盤調査しましたと。液状化試験

したら、液状化はしませんと。じゃ、地震動の話はどうなるのといったときに、余り優ばかり話して、それは過剰間隙水圧でいいんだから、そういうのを含めて動的な特性の話でしょう。だから、一言で済むんですよ。そういう特性をちゃんと入れなさいと。

それは当たり前の話で、建築物でも同じなんだけど、破壊現象を扱うレベルのひずみなり荷重の話ですから、そここのところに入っていくとできないんだよね。今回特に一番難しいことに踏み込んでしまったものだから、面的な対策をとるわけですね。そのときに、やっぱり僕は変形のことを入れざるを得ないと個人的には思っている。だって、どこにどう集中的に対策するんだと。万遍なくやれば、費用がそれだけ潤沢であれば構わないかもしれないけど、ある予算の中でやらざるを得ないわけだから、そこはどう住民さんに説明して——そうすると、やっぱり解析精度に頼らざるを得ないじゃないですか。きっと最終的に事業を展開していく中では、そういう工事をどういう場所に集中的に入れるんだという議論をしないと、恐らくなかなか納得しないというか、単に公共工事じゃありませんから、住民さんがやるわけですから。国は補助金出すだけですからね。そうすると、住民の方というか町内会長、町内さんでまとまられて、そこに専門家がついていろんな議論されて、うちは入れやすいのか入れにくいのか含めて、いろんなことを気にされますから。それで大丈夫なんですねと、こういうことを念を押されるわけですよ。それに対して、ちゃんとやっぱり答えられるようなレベルにしておかないと。最終的なアウトプットはそこだと思います。それをイメージして、少しこの辺のストーリーづくりをしていただくといいのかなという気はしますので。

○榎田幹事 今回のでも4の中に、実は動的解析の話は余りメインで本当はないんですけども、やっぱり現時点でどうなのかという評価だけは入れておこうということで書いています。

○沖村委員長 ですから、レビューならレビューでいいと思います。ただ、我々が今課せられている課題は、さっき二木さん言われたように変形解析なんですよね、ある意味では。破壊解析ではなくて変形解析をどのような形で、動的解析でアプローチする手段があるかと。LIQCAがある、あるいはFLIPがある、それから最近、何か安田先生と吉田望さんと規矩さんが3人で開発されたやつがありますね、その辺の手法もちょっと勉強していただいて。

○榎田幹事 あと、この全体的なところでまだ課題がいっぱい残っているということで、この研究レベルでの課題の部分も大分まだありますよね。実際に設計に使う場合には、研

究レベルを卒業して、設計者が使える設計レベルに演繹的な方法でパラメーターを決めて、モデルを決めて、供試データがないところで推定して、それがどれだけ信憑性があるかという研究をまだどんどんやっていかなきゃいけない。

○沖村委員長 ただメソッドとしては、動的解析で変位が出てくるとするならば、許容変位量みたいなものがあったり、それが先ほど議論があった解析の安全率の議論とどう結びつくのかというようなことも、学会ならばやっぱりその展望を少し持つておくというふうな形で、実は変形の問題と破壊の問題をもう少しクリアにしておいた方がいいのかなというふうな気はするんですけどもね。

○事務局（山崎） 変形については、例えばこういう対策をやったら全く変形しませんというように住民に対して完全に説明できるかというのと、やっぱり不等沈下とかいろいろあるんですよ。その辺はやはり我々の報告書にも書いておかなきゃだめだろうと。大きくすべり出すことはないけれども、多少のそういう変形はどうしてもあるというのは、ページは忘れましたけど、どっかに書いてあります。その辺はやっぱりきちっと……

○沖村委員長 ですから、要は建物にとってダメージを受けるような変形というふうな問題と、その辺はやっぱり区別しておかないといけない。

莫大な量書いていただいておりますので、これはこれでいいと思うんですけども、前の部分とのつながりが、これだけが何か独立してあるような感じになるので。宅地の1,000平米ぐらいなので、こんなことやるはず絶対ないので、だれもこんなのしないと思うので。そうすると、動的な解析の役割としてはどんな役割を持たせるべきかとかという視点も……

○榎田幹事 簡易的な解析法として2次元安定解析とか3次元、さっきのモデルがあつて、それをより詳細な方法として動的解析を位置づけてあるんですけども、その具体的ところは今回の業務範囲外ですので、とりあえずレビューまでにおさめておくということです。

○沖村委員長 レビューならレビューという形で取り扱われた方がいいと思います。

ほかに御意見ございませんでしょうか。

30分延長させていただいてよろしいでしょうか、会場はいいということですので。5時半にはできるだけ終わりたいと思いますので。

対策工の種類と適用性について

対策工の耐久性・維持管理等について

○沖村委員長 それでは、続きまして対策工のお話を。

○太田幹事 それでは、私から対策工の話をお説明させていただきます。67ページをごらんください。

安定化対策としまして、まず対策対象となる地震時谷埋め盛土の地盤の変状として、変状としては4つ今考えております。1つは盛土の側方流動。2番目としまして盛土の変形、これは側方流動による変形という意味です。3番目として、盛土の変形ですけど側方流動によらないもの。4番目としまして、盛土の不同沈下という、この4つを考えております。

対策につきましては、3番、4番については今回の安定化対策には含めないものとするとして最初に書いているんですが、これについて実は二木さんの御意見をぜひお伺いしたいなと思ったんですが、その理由は、今回、個人の宅地という財産ではなくて、側方流動によってその周辺に影響を及ぼすというところが問題なのでこの事業をしますということですので、本当はこの3番、4番も非常に重要な問題なんですけれども、あえてここからは今外しますという書き方をしています。

2番目としまして、減災対策が必要だということで、真ん中辺に書いていますけれども、土質力学的にメーカーに説明できるまでには、まだこの安定問題というのは至っていないと。ただ、宅地谷埋め盛土の材料の多様性や不均質性などから考えて、それができるようになるためには非常にたくさんのデータ収集が必要になるだろうと。その前に減災対策をしなくちゃいけないだろうということで考えております。

済みません、二木さんにぜひ御意見をいただきたいところでちょうど出られたので、ちょっと繰り返します。変状として今4つのものを考えております。左上の方ですが、盛土の側方流動、それと側方流動による変形、それと側方流動によらない変形、それと不同沈下というのを考えているんですが、この3番、4番について、今回の安定化対策には含めないものとするというふうに今ここでは言っているんです。その宅地にとっては非常に重要な問題なんですけど、今回の事業が、それが側方流動することによって周辺域に影響を及ぼすことを防止するという目的だということなので、あえてそう書いているんですけれども、その辺の御意見を後でお伺いしたいと思いますので、よろしくお願いたします。

その減災対策を終わりました、対策工に必要とされる機能。これは前回と同じなんです

が、震度6弱から6強の地震で側方流動をしないということが必要条件ということで書いております。

次のページは、繰り返しになりますので省略しますが、対策工として通常の地すべりと異なって留意しなくちゃいけない点というのは、要するに側方流動による盛土の変形というものが生じるということで、69ページですけれども、末端で強くとめても、その上の盛土は変形してしまいますということで、それに対する配慮が必要ですよということを書いております。

次に、70ページの対策工の種類と適用条件ですが、地震時の宅地谷埋め盛土の側方流動防止、法律上は滑動崩落防止というような名称を使っていたと思いますが、これに対して、これまで実際に対策が行われた事例は、私の知る限りそれほどないと思います。このため、対策工としては既存の地すべり等の対策技術のみならず、今後の技術開発による新工法まで視野に入れる必要があるということで、ただ書けるのは今あるものしか書けませんが、そういうことを書いております。

対策の方法としましては、過剰間隙水圧が発生することを抑制すること、滑動に対するせん断抵抗の付加をすること、谷埋め盛土の補強による変形を抑制すること、これは側方流動に対する変形という意味です。幅深さ比を小さくすること、これは側部効果を強く出すというようなことが考えられるではないかということを書いております。

その真ん中は飛ばしまして、もう1つまた議論していただきたい点があるんですが、先ほどの安定計算法のところ、安全率1を境界にしてすべる、すべらないという議論をしていましたけれども、当然それから漏れるものが恐らく出てきますが、それをどの程度安全側にシフトして考えるかということです。前回の第1回委員会のときに、濱崎委員の方から、ばらつきによる不確実性について検討されたものがありましたけれども、今回はデータが若干修正されていますので、バックデータとしてはつけていませんけれども、そのときの結果として、30%未満の破壊確率となる安全率は1.2程度でしょうと。それから、10%未満となるのは1.5程度でしょうということですので、現段階では、暫定的に計画安全率は1.5程度と設定するのが適切ではないかというふうに書いております。

対策工としましては、次の表にまとめておきました。1番、2番、3番、4番というのは、先ほどの対策の機能に対応するもので、集水ボーリング工、打ち込み式排水パイプ工、横方向と縦方向、それから滑動に対するせん断抵抗の付加ということで抑止杭工、鋼管杭や鉄筋と生石灰杭工、これはケミコパイルですけれども、それからグラウンドアンカー工、

鉄筋挿入工、打ち込み式排水パイプ工、これは縦方向の場合です。集水ボーリング工、これは強い材料を使った場合ということです。

次のページに行きまして、谷埋め盛土の補強による変形の抑制ということで地盤改良工、鉄筋挿入工プラス地盤改良工、これは鉄道で使っているラディッシュアンカーというようなものをイメージしております。それから鉄筋挿入工、打ち込み式排水パイプ工。4番目として、幅/深さ比改善をするために抑止杭工、これは縦断方向に配置するという意味で杭工が中心になります。

それぞれの適用条件や課題というものをここに書き出しております。これは行われた事例が実際あるわけではないものですから、これからさらに検討をしていく必要があるものだと思っております。中心になる対策が恐らく地下水排除ということになると思っていますので、それがどの程度機能を維持できるかということは、主に地すべりなどでは目詰まりの対策ということで議論されております。

それは73ページに書いておりますけれども、地下水排除工というのは、施工した後に徐々に目詰まりを起こして機能低下をするということがもう既に知られております。その機能低下の原因としては4つ、やっている人によって数は違うんですが、大きく分けて4つということで考えられております。1番目としまして、土砂等によるストレーナーの目詰まり。2番目として材料による腐食、これは黒皮の鉄管の場合です。それから破損、植物の根の侵入、孔口付近や孔内のスライム付着というものがああります。

その対策を一覧表にして書いてあります。土砂等によるストレーナーの目詰まりといたしますのは、見開きですと次のページの絵が対応するんですが、高圧洗浄による洗浄という方法が今地すべりでは使われております。材料による腐食や破損につきましては、黒皮のSGP管や塩ビ管などの強度の弱いものの破損ということが起きておりますので、強度が強くて腐食しないものを使うというような解決策があるかと思えます。

3番目としまして植物の根の侵入。根の侵入といたしますのは、土被りの浅いところ、もしくは管内にたまった土の中に出てくるわけですが、これに関してはさや管を入れるとか、孔口付近だけですので、定期的にかき出すなどの処置が可能かと思えます。

4番目としまして、孔口付近や孔内のスライム付着というものがあありますが、これは写真の右下につけているような、こういう鉄バクテリアによるバイオマットができることが地すべり地ではよくあります。ただ、この場合には、水質に鉄イオンなどが含まれている場合に起きるものですが、場所によっては起こるでしょうけれども、そういう鉄イオンが

盛土の中の水というものにはそうそうたくさんは含まれないだろうということで、余り発生しないものと考えております。ただ、発生した場合には、また同じように高圧洗浄という方法があるかと思えます。

次のページで76ページの対策工の耐久性に関する検討ですが、地震に対する対策工は地震の再来周期が長いということもありますので、長寿命であればあるほどいいということになります。ただ、永久構造物といっても永久のものがないのと同じように、その年数をどの程度で決めるのかということに関しては、なかなか難しいかと思えます。

参考までに、78ページに減価償却期間、これは省令で定められたものですが、鉄筋コンクリートづくりの場合には47年、木造の場合には22年というものがあります。一つの目安としてこういうものがあるということですが、そういうものを考えて、当然建物ですから建てかえが発生します。その建てかえが発生するときに、更地でやりやすい対策工法とかそういうものを考えていくというような必要があるのではないかと思えます。

それと鉄材の耐用年数ですが、これも土中の中に入れられる鉄材の耐用年数というものも余りはっきり明確に書かれたものはないんですが、過去に黒皮の鉄管が土中に埋め込まれて20数年たって、引き抜いてみたものを見ますと、まだそれほど腐食は進んでいないということで、土中の場合には案外長くいくんだらうということは考えられますが、それでもその倍まではいかないだろうと思えます。それで、メッキをした鉄管を使うというようなことがあって、最近、数社からそういう高耐食性メッキというのが出てきております。こういうものを使えば、80年とか100年とかというようなものになります。これは亜鉛が流れ出てしまう時間ということが耐食の期間になります。

79ページにコンクリートの耐久性ということで書いてありますけれども、これはいよいよ難しい話なんです、グラウンドアンカー工に関しましては、施工管理として強度で管理はされておりますけれども、耐用年数に関する規定はありません。抑止杭工に関しましても、空隙を充填することになっておりますが、これに関しても、今の指針でそういう耐久年数に関する規定はありません。

それから、生石灰による改良土の耐久性、生石灰杭工法を使った場合に関しても、耐久性というのがどれだけもつのかということがあるかと思えますが、ちょっと私、これは余り専門でないので詳しくはないんですが、調べた限りにおいて、耐久性に関しての規定はありませんでした。

以上のように、耐久性が数値として存在するものは、現時点では鉄材によるもののみで

した。地震対策は長い再来周期に対して備えをするものであるため、計画的な維持更新が必要となるため、今後コンクリート系の材料の耐久性についても検討していく必要があるということで、結論はわかりません。

80 ページに「対策工の維持管理手法に関する検討」ということで、これも既存の基準で書かれているものを探したんですが、唯一「グラウンドアンカー工の設計指針」、これは地盤工学会が出しているものですが、維持管理手法として総論と点検項目、点検の期間と頻度、点検などの結果の評価及び対応、それから記録、そういうものをちゃんとやるようにということは書かれております。その中で、だれがやるのかということは、責任技術者がやりなさいというふうに書かれております。

ただ、今回の宅地谷埋め盛土の対策の場合に、責任技術者というのをどうとらえるのかというのがとても難しく、恐らく数十年に及ぶスパンの場合に、なかなかそれは難しいのではなかろうかというふうに思いますので、その受益者側が管理組合的な組織をつくってやるのが唯一可能な方法ではないだろうかというふうに書いております。

対策工のところは以上です。

○沖村委員長 どうもありがとうございました。

御質問、御意見お願いいたします。

○二木委員 先ほどの御質問ですけど、今の段階で言うのはかなり難しい。結局我々の頭にあるのは、この辺のところを住民さんにどう説明していくのかだと思っただけですね。受け取る側にしてみれば、対策やったじゃないかと言われますから。ここのところは、やっぱり個別、個別で違うような気がするんだよね。この変形は対策では入っていませんでしたと言ってみても、それで家が壊れれば、住民さんは黙ってないよね。だからそのところは、こういう事業を始める以上は未知の世界に踏み込むから、それはちょっと大変かなという気はしますよ。だから、今まで足を踏み入れなかったんだから。難しいというのは、技術論というよりも、やっぱり住民というか民間が入ると、そのところは、また、1人じゃないとなればなかなか難しい。そっちの方が難しいとは思いますがね。

こうやって書きたいという意図は、やはり側方流動以外の大きなすべり以外は、ここでは学会としては見ていませんよということだろうと思うのね。そういう意味だったら、今回の事例で対策工をにらんで言えば、神戸の地震を見ると、盛土の被害というのはほとんど、「液状化」という言葉は適切じゃないかもしれない、いわゆる地震動でかなり強度が緩むような、強度が落ちるような盛土に限って対策をするよという言い方をすれば、さっき

いろいろ私も言いましたけど、太田さんが言われているようなこういう手法も使えるわけですね。それは先生が言われた前提条件のこと。書き方は、細かい数値を前提条件で書くんじゃなくて、盛土全体が動的強度としてかなり小さくなった状態での議論だよと、液状化含めてね。それを拾いましょうという方向だったら、こんな形でもいいような気がします。その中で今の変形の話も持ってくれば、大きいやつだけはとめるよと。そういうのを打ち出して、実際工事に行くときに、減震という言葉で逃げられるかどうかね。もっと対策せいということになるのか、あるいは基礎対応せいと、住宅ならね。細かいのは、住宅は基礎対応でもいいと思うんだけど、結局そういうコンポジットな形で対応していかないと、現実問題難しいんだと思うんだよね。全体にはそんなふうに感じますけど。

○太田幹事 実際にやる場合には住民合意が当然必要で、その中に、先ほどおっしゃったような不同沈下とか変形まで含めてやってくれという話が出てきたときに、住民合意でちゃんとやりなさいというのを、学会の報告書の中にそこまで書くかどうかということなんですけどね。

○沖村委員長 それは仕組みの問題だから。

○廣野課長補佐 技術的なところ、対策工はどのような対策ができるのか、そういうところは詰めていただきたいんですけども、住民が合意するとかしないとかという話は、学会のところでそう詰めていかなくて……

○太田幹事 そう思ったので、あえてこういう書き方にさせていただいたんですが。

○廣野課長補佐 ただ、実際に対策工法と考えるのは、盛土の変形、側方流動によるものとよらないものに対して、対策工法って明確に何か違いが出てくる……

○太田幹事 兼用するものは当然あると思います。兼用はできると思いますが、大丈夫ですよと言い切れないんですね。特に不同沈下のようなものに対しては、大丈夫ですよというのはとても言いにくい問題ですので、その辺は書き切れないかなというふうには思います。

○廣野課長補佐 不同沈下の対策まですべて網羅して、ここまでやれば大丈夫ですよという書き方は難しいと。

○太田幹事 難しいと思います。

○二木委員 含めないじゃなくて、変形の話はこの解析ではできませんという書き方をしておいてもいいですよ。含めるか含めないかは……。

○太田幹事 含めないじゃなくて、こっちだけをしますということですね。

○二木委員 わからないんだもの。そんなことまで言わなくてもいいとは思いますが。

○沖村委員長 また側方流動とここで初めて出てきますから、今まで全く出てこない。側方流動とはどんな現象なのかと、何かやっておかないと……

○榎田幹事 それば第1回の続きですので書かなかったんですけど、それは報告書にも…

○沖村委員長 ちゃんと入れておいていただければ。

対策工、どうせ盛土なので、道路いっぱいあるので、掘削して砂を入れるのはできませんか。要は過剰間隙水圧押さえたいんでしょう。

○二木委員 それは提案だから、これでもいいと思うんですけど。ここで書いてなかったら使えないわけじゃないので。

○沖村委員長 はい、それなら結構です。基本的な考え方だけですから。

○二木委員 ただ、79 ページに生石灰、これは建築じゃ使えないんだよ。ただ、これは何工事なのか僕もよくわかりませんが、グレーゾーンですね。一つは環境の問題と、扱う技術者によっては安全性の問題と、設計されるんだとすると、どこの基準を使うかだけど、建築にはないんですよ、一応ね。そういう対象になるかどうかわかりませんが、基準法のかなり外のところであることは確かなんですが、地盤改良で使えるのは今セメント系のものだけです。そうじゃないと、土木工事だと言われれば細かく言われなくてもいいけど、ただ住民の民地に入っていったときに、そのところは、いわゆる住宅地での実績があるのかと。黙って使っているのはちょっと別ですよ。黙って使っているのは、それはその人の責任で。工事としてこれをやれるんだという言い方をすると、それはそれなりの。

○沖村委員長 地すべりは規格あるんですか。

○太田幹事 生石灰はありません。セメント系もありません。力的にとってもたないので。

○二木委員 セメント系だと六価クロムのこともあるし。この石灰の場合は何もないのかもしれないけど、耐久性、あと何ですか、pHはかなり変わりますね。だから、そういうものを含めて、下には田んぼが一個あると、それはそれなりに気にはしないといけないんだらうと思うんですけど。

調査・解析の流れについて

○沖村委員長 それでは、5 番目、まとめですか。それがまとめと違うんですか。84 ペー

ジですか、それとも 81 ページから？

○太田幹事 81 ページから 83 ページまで、実は第 1 回のもので基本的に同じなんです。どういういきさつで始まったかということと、どういうモデルで考えるということが提案されているかということが書かれているだけです。

フローチャートにつきましては 84 ページに書いてあります。これは前回の第 1 回委員会で御指摘を受けた点を修正しているという形にしてあります。1 次スクリーニングをやって 1 次ハザードマップをつくり、2 次スクリーニングのときに現地調査をして、サウンディングあるいは物理探査をして、安定性の評価をそこで計算によってする。その後、情報公開をすると。それで対策工をやっていくというような流れです。

○釜井委員 さっきちょっと出ていたけど、主要踏査は？

○太田幹事 1 次スクリーニングの中に主要踏査を入れておくということですね。

○釜井委員 わかりました。

○沖村委員長 2 次ですべり発生確率、確率評価ですか。

○太田幹事 可能性ですね。確率としては評価しませんので。

○沖村委員長 確率の話は出てこなかったですね。

○太田幹事 発生可能性大というような、可能性にします。

○廣野課長補佐 大体こんなところだと思うんですけども、細かいところはいいと思うんですけども、実際は 2 次スクリーニングの安定度評価、安定計算の中に不安定な場合の対策量算定ってありますけれども、恐らくこのスクリーニングの段階で対策量までは多分出せなくて、対策工事をやる直前のところまで出てこないんじゃないかと思うんです。実際、個々の地盤調査も全部やらないと。

その下の「優先的な対策が必要」、「対策が必要」の下に「情報公開（公開用ハザードマップ）」と書いてありますけれども、ここはまだ決まってないんですが、ハザードマップはどこから出す話と、ここはどちらかと言うともう地域指定とか勧告とかというイメージに近いので、それは造成宅地、防災区域の指定とか既存の宅造区域の中でしたら勧告というようなイメージになるのかなど。そこは非常に細かいところなので、余りここで……

○沖村委員長 行政側の判断で。

○太田幹事 それはここに入れられない方がいいですよ。この公開用のハザードマップという話、前回もあったと思うんですが、これは地すべり学会の報告書としてこのタイミングで出すのがいいんじゃないんですかということなんですけど、この報告書に書かれて

いることはそういうことなんです、ここまで書いた方がいいのか、書かない方がいいのかということなんです。

○廣野課長補佐 要するに公開するのは間違いないので、書いていただいても。ただ、ちょっと公開、実際どうするかというときに、何とか市の中全部同じように公開をば一っと出すのか、区域、区域に説明して指定していくのか、その辺はまだ自治体の実運用をどうしようか決まっていなものですから明言できないんですけども、とりあえずここでこう書いていただくことで。

○沖村委員長 動的解析はどこへ入れるんですか。動的変形解析をやりますよと言われてたら。

○太田幹事 動的変形解析をやるよと言われてたら、対策工の設計・施工のところになるんじゃないでしょうか。

○濱崎幹事 やっぱり設計・施工にかかわる重大な要件として総合の解析評価。

○沖村委員長 いや、どこに入るのかはそちらでお考えいただいたらいいんですが、抜けていると違いますかという指摘だけです。

○榎田幹事 実際に対策をするということが決まった段階では、しっかりやらなきゃいけないんじゃないかという。

○太田幹事 その一番下の大きな四角括弧の中ですね。

○二木委員 土木の単価は無理でしょう。

○濱崎幹事 するかしないかも含めて、やるならその辺という。

○二木委員 それはそんな世界じゃないもの。

○沖村委員長 地盤工学会なんか、多分2次スクリーニングで動態解析って言うてるかもわからない。提案してくる。多分無理だと思う。

○太田幹事 括弧書きで「各種解析等」ということで書いておく。動的解析だけではないと思いますので。

○沖村委員長 その辺、これはずっと流れていきますので、その総括になりますので、抜けがないようにだけは気をつけていただきたい。

ちょっと時間をオーバーにしましたが、全体を通して何か御意見、御質問。

あとは、参考資料としてはこんなものが入ってくるということですね。

○太田幹事 参考資料は具体的な計算例とか試算例ですね、そういうものを。これは前回のものをそのままつけております。

○沖村委員長　というふうなことで、皆さんから非常に多くの御意見をいただきました。一番最初に事務局の方から言われました、変更がないようにということで、できるだけそれに沿ったつもりではありますけれども、実際に親委員会の方ではそれぞれまた検討されることだと思いますし、そのときにも、実はこの学会の方からもまた御協力いただきたいというふうなこともきっと出てくるかと思えます。そういうことも含めまして、一応そのような形で、きょう御意見いただいたような形で委員会提出というふうな形で御了解いただけますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、そのような形にさせていただきます。最後まとめになったかどうかわかりませんが、以上をもって事務局の方にマイクをお返しします。

○事務局（山崎）　それでは、3時間半という長時間にわたって本音でいろいろ議論していただきまして、事務局としては非常にありがたいことだったというように思っております。

冒頭に申しましたように、工期が大変迫っておりますので、幹事の皆さん方には2週間以内に一応第1回と第2回の委員会報告をまとめていただいて、でき上がった段階で、やはり委員長の沖村先生に一度見ていただく必要があるだろうと思えますので、そういう機会をつくれるように幹事の皆さんには頑張ってくださいというぐあいに思います。

本日は、本当に長い間御参加いただきまして、ありがとうございました。またよろしくお願いたします。

閉　　会