

第7回 新石垣空港建設工法検討委員会 議事録

日時：平成15年9月12日（火）14:00～17:00

場所：沖縄レインボーホテル、歓会の間

1. 開会

(事務局) 定刻になりましたので、ただ今から第7回新石垣空港建設工法検討委員会を開催いたします。私は本日の事務局を務めさせていただきます、パンフィックコンサルタンツの竹内と申します。よろしくお願いいたします。開催にあたりまして一つ連絡事項がございます。本日、仲座委員が所用のため欠席となっております。仲座委員につきましては、本日の資料と議事録を後日送らせて頂くということでご了解いただきたいと思います。続きまして本日の資料の確認をさせていただきます。最初に議事次第がございます。同じくA4ですが配布資料一覧。それから資料-1と書いてございます第6回建設工法検討委員会の質疑に対する事務局説明。資料-2 空洞調査報告(対策工)について。資料-3 盛土部の安定解析について。資料-4 施工計画等について。それから委員の方々のみに配布しております、参考資料-1 第6回建設工法検討委員会議事録(案)。参考資料-2 ターミナル地域での水の使用量について。参考資料-3 地盤変形解析及び地盤振動解析。これは資料-2の空洞調査にも同じようなタイトルが入ったものがございますが、その補足資料とご理解していただければと思います。以上の9点でございます。落丁等がございましたらこちらに連絡してください。よろしいですか。それでは議事次第に従いまして事業者を代表して末吉室長より挨拶をお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

2. 事業者挨拶

(室長) 第7回建設工法検討委員会の開催にあたりましてご挨拶申し上げます。先生方には常日頃お世話になっております。今回は石垣市での現地開催の予定でご案内しておりましたが、台風14号等の影響で不都合が生じまして、急遽那覇での開催となりました。ご容赦いただきたいと思います。新石垣空港建設事業の現在の進捗状況でございますが、去る6月9日より、460名いらっしゃる地権者の方々から、建設に対する同意の確認取付け作業に入っております。9月現在で共有地地主359名と、公的機関を除いた96名中80.2%である77名の方々から同意を頂いております。それから方法書に対する知事意見を考慮した現地調査等を実施しております。一部追加する部分については県で補正予算を組み実施する手続きを進めています。事業者と致しましては、地元からの情報によると今日も台風の影響が出ているという石垣空港の現状から、新空港の整備は一日も早くなされる必要があると考えております。整備にあたっては工法等を十分検討し環境への負荷は可能な限り低減を図るよう努めていきたいと考えております。今日の議事の内容は、空洞調査その対策工法の報告、2点目は盛土部の安定解析、3点目は施工計画についてご検討をいただきたいと思います。先生方におかれましては十分に吟味して頂いて、専門分野の立場からご指導ご助言を頂ければと思っておりますのでよろしくご審議をお願いします。

(事務局) どうもありがとうございます。それでは、議事次第に従いまして進行させていただきたいと思ひます。委員長、議事の進行をお願いしします。

(委員長) 台風一過と申しますか、まだまだ余波は残っておりますが、皆さんお集まりいただきましてありがとうございます。今事務局から説明がありましたように、確か前々回も台風に追われるような形でいろいろと動き回ったような気がしますので、やはり台風とは縁があります。たまたまそういう事ですけども、宮古空港でさえ問題が出てきたということで、私達の工法検討委員会はその基盤のところですけども、大変に注意しなくてはなりませんし、もちろんターミナルの問題も今回の宮古の例をとって十分対応しなくてはならないということもござひます。まずはその基盤ということで工法検討ということでござひますが、もう一方、環境問題も必ず出てくることだと思ひます。これは気象条件によるものもあります。いろいろな条件があると思ひますので、別の環境検討委員会も鋭意頑張っておられるようですので、私達の工法検討委員会も可能な限り議論により、ベター、ベストに近づけるような答申をしたいと思ひていますのでよろしくお願ひしします。ただ残念なのは石垣の皆さんがこちらに來られていないということで、本来ならば直に見聞きして参考にしていただくのが望ましいことでしたが残念ながらそうもいきません。ということで、今日は委員と本島の方におられる関係の方々の中でいろいろと論議していきます。ただしそれはまた石垣の方へも事務局を通じて是非状況を報告させていただきたいとお願ひをします。では座らせて頂き議事を進行させていただきます。

3. 議事

1) 第6回建設工法検討委員会の議事録確認

(委員長) お手元の議事次第に従いまして進行していきますが、前回の議事録の確認でござひます。これにつきましては既に皆さんの方に議事録の案としてヒアリング等もしておりますが、お手元の参考資料-1を確認して頂いて、よろしければご了解・ご理解を頂きたいと思ひます。ご意見等ござひましょうか。自分の発言と要旨が違っているという事などがありましたらご指摘を願ひしたいと思ひます。特に発言の多かった福島先生、黒田先生よろしいですか。もしまた後でお気付きの点がござひましたら遠慮無く事務局の方へご指摘修正などをお願ひするようにしていただきまして、ひとまずこの議事録につきましては、ご確認をしていただいたということで先に進ませていただきます。

2) 第6回建設工法検討委員会の質疑に対する事務局説明

(委員長) ここからが本番ということになりますが、その前に第6回の質疑に対する事務局側の説明についてお願ひしたいと思ひます。よろしくお願ひしします。

- (事務局説明、資料-1) -

(委員長) どうもありがとうございました。ただ今の説明についての質疑をお願ひしします。まず、最初にありました水理地質の問題について何かご意見等ありましたらどうぞ。このこと

については黒田先生から前にご指摘いただいたものですけれども、空港の南側ということで今回場合によっては十分に工法検討委員会の対象にはならないかもしれませんが、今後の施工計画あるいは地元の石垣市側の対応といったことも考えて、一応ここでも議題にし、懸念を示して調べていただいたということでございます。轟川への流下と、それから南側ですか、この海岸沿いの流下というようなこともある程度考えられるということで懸念したことでございます。この辺について水理地質的なコメントをいただければと思います。

(委員) 図1-1に水文地質平面図というものがありますけれど、これは従来のもので、今回ボーリング調査によって図1-4のトムル層の分布、琉球石灰岩の分布、それから名蔵礫層の分布が地質上では変わったというように考えてよろしい訳ですよ。

(事務局) はい。

(委員長) 他に何かご意見等ございますか。またこの件については今後の工程計画の中でも懸念とされる部分であり、特に赤土問題とか地下水汚染という問題にも結びつくかもしれませんが、とりあえずそういう状況のようでございます。

(委員) 変な質問なのですが、今のご説明は理解したと思いますが、図1-1で、私は素人なのでわからないのですが、トムル層とそれから完新世とかいう新期の砂丘d sと書いてある緑、あるいはJカラ岳のところ緑のトムル層、この境界線がコンター等そういうものとあまり関係なく直線的になっているのですがこれはどういう理由なのか。直線的に地質が分解されるのはどういうことですか。カラ岳を分断して緑とトムル層がTobですよ、これがこういう形で山を横断しているのか。

(事務局) まずカラ岳の緑、これはトムル層の緑色片岩であります。それで海岸側のグリーンは新期の砂丘砂層、一番新しい地層であります。

(委員) わかり易くいえば山側の方は岩石です。この海にある海砂だと思ったらいいです。

(委員) このラインですね。海側というのは。

(事務局) 先生がおっしゃったのはこのことですよ。

(委員) いえ、このラインです。

(事務局) これはですね、露頭から露頭を見て、この辺では泥質の片岩が見えるということですね、この辺の露頭からそのように判断している訳であります。この辺のカラ岳で露頭しているのは緑色片岩と。露頭の地質状況を観察してその境界線は引いてあります。

(委員) 「えいや」と引きますので、ポイントポイントをチェックして「えいや」と引いていますから。

(委員長) いいですか。これは専門家でも判断の難しいものですけれども、とりあえず「えいや」と決めた事なのでひとつ。表面の地層状況と、もし詳しくやればそれぞれの所で(地質)層序をやるためにそれを調べなくてはなりませんけれども、黒田先生それをわかり易くご説明できますか。

(委員) この境界の地質図というのは古いものが下から、新しいものは比較的境界ゾーンというのがわかり易いのですが、下のトムル層と書いてある緑色のTogとか、茶色のTobと書いてあるのは、そのトムル層が貯まった時の地質構造に基づいて作図をしているために、

本当は現在の地形の侵食状況からしますと、コンターと地層の境界というのはある程度似たような形を示さないとおかしいはずなのですが、浸食を受けた時代が違う為にこのようになっている。あとは断層というようなものもあるから直線で引かざるを得ないということです。厳密に追っかけていくと、実際はこんなにまっすぐストレートになっていないかも知れないのですが、地質図学の手法でもって、この上には原生の表層の堆積物や畑の耕作物等が載っておりなかなか見えないものですから、地質図学に頼って作図する以外ないのでこのようになっているという意味です。このトムル層の表面のところに、トムル層の上に、例えばTs層とかいうものは全く新しい段丘堆積物ですし、それからトムル層のこの緑色のところでも実際には風化した土壌が覆っている訳ですので、土壌を剥がないと厳密にいうと、このTogとかと書いてあるような地層は見えません。よって、いちいち全部を剥いでやるわけにいかないの、何ヶ所か何ヶ所かを見て、あとは作図により、何mのコンターのところには出てくるはずだということで、図を書くためにこういう形になるというように理解してください。

(委員長) エレベーションのどこで切るか、上の方だけ、農場だったら農地に関係ある土壌だけを切れればいいのですが。

(委員) 名蔵礫層とかわりとあたらしい地層はコンターとかに沿ってできるのですが、トムル層というのは新しい土壌の下にある。だけど表層の方は無視して地質図というのは書かれている為に、実際にトムル層というのは本当に表面はトムル層かということ、精密にいうと1~2m掘ればトムル層には達するのですが、実際には耕作土壌だとか植生が覆ったりして、1~2mくらいは普通の土壌があるので下のトムル層は肉眼でなかなかはっきり見られない。見えるような場所というのは崖のようなところなので、そういう崖のデータを基にして作図しているからこういう形になると。

(委員長) 下の方を切れれば上の方がないはずで、もう少し上の方に行くと今度は下の方がないはずで、これを上手く見やすいように合成したのがこの平面図。報道の方々もいらっしやるので説明しました。次の淡水塩水の調査について何かありますか。

塩淡境界と略語のように書いてありますが塩水と淡水のせめぎ合いの部分です。何かありませんか。それではひとまず淡水ゾーンとそれから塩水ゾーンとの、その中間の淡水から塩水あるいは塩水から淡水への漸移していく部分、こういったものが陸側で調べるとこのようになりますよというのが断面として9ページにある訳でございます。その辺についてはまた、今後の調査でもし追加されるようであればいろいろ詳しくなっていくのではないかと思います。ひとまず前回の宿題についてのご報告をここで終わりにさせていただきます。

3) 空洞調査報告(対策工)について

(委員長) 資料-2の空洞問題についての報告をお願いしたいと思います。

(委員長) 御苦労様でした。専門的になりまして、何かと委員側も十分対応出来ない部分もありますけれど、ちょっと解説を加えますと、琉球石灰岩、琉球層群という所は空洞があったり砂礫層があったりと、これは珊瑚礁のなれの果てですから、そのようないろいろ空洞があります。この問題は前にコウモリの話から出て、空洞がいろいろとあるのではないかと、それは空港を作る上で大丈夫かということからこのような解析まで発展してきた訳です。これは沖縄本島でも普天間飛行場・嘉手納飛行場などいくらでもあります。そのような事でいろいろと大変な地層なのですけれども、そういうところで空港を作ることの難しさ、それをやらなくてはならないエンジニアの苦労というのもご理解いただけたらと思います。その中にいろいろモール・クロンとか、弾塑性解析とかいろいろな術語用語が書かれておりますけれど、これについては専門家しか説明できないと思いますのでその辺を説明していただいて、地盤の問題、岩盤の問題といったことについては何も沖縄だけ石垣の空港だけでなく、いろいろなところでそういう問題を解析するのにFEM解析とか弾塑性解析と、そういったようなことをいろいろやって安全性を見えています。また、必ずしも空洞だけでなく、トンネルを掘る時にトンネルの上の地盤状況が大丈夫かと、これは空港自動車道が空港まで伸ばされる南風原、豊見城まで今いっていますが、その先は地下にトンネルを通すと、こういうことも考えていますと、その上の地盤は大丈夫か、建物は大丈夫かといった事を解析する場合もですね、このトンネルの上、トンネルを掘ることによる上の地盤の安全性を、もちろん上は交通荷重も道路荷重も走りますので、そのような発想は皆同じでございます。そういった考え方に基いてこれらの解析がなされておりますけれど、結果としては、現在の岩盤力学・地盤力学の解析結果からすると、心配されたことは一応無いであろうという結果になっております。何か質問・意見等いただけたらと思います。

(委員) この岩盤の変形解析の中で、物性値として地盤物性値一覧というのが2-3ページに載っていると思います。この中で計算された方は良くご存知だと思いますが地盤の強度に関係のあるパラメータというか変数はなんでしょうか。安全性に一番関係あるのは、ポアソン比、弾性係数、粘着力、内部摩擦角、引張り強度とか書いてありますけれど、それとそれ以外に単位体積重量と書いてありますけれど、この中で計算していく上で一番気をつけなくてはならないパラメータというのは、たとえば強度に対してはこのパラメータの中でどれが一番効いてくるのですか。

(事務局) 強度に関係するパラメータとしては、粘着力、内部摩擦角、引張り強度の3つになります。今回の場合は特に空洞周辺の強度ということで、琉球石灰岩に着目点がある訳ですけれども、これにつきましては土質試験、岩質試験を実施して、強度を試験の方から設定しています。

(委員) その中で、例えば粘着力というのは砂のようなものは0(ゼロ)になるわけですよね。だから、砂礫状というのは0(ゼロ)にしている訳ですよね。同じく名蔵礫層というのが180と書いてあるのですけれども、名蔵礫層というのはどういうものを想定されているのですか。普通の名蔵礫層というのは確か泥が混ざってよく締まった状態で固結度があるよう

- なものなら、それは180というのはそうかも知れませんが、露頭にあるような名蔵礫層というのは、普通の砂礫層が0(ゼロ)で名蔵礫層が180というのは何か・・・。
- (事務局) 名蔵礫層につきましては、土質試験が実施されていませんので、この強度につきましてはN値と粘着力、内部摩擦角の相関式からの推定値として設定しております。今回の場合、空洞周辺の破壊ということ考えた時には名蔵礫層自体は琉球石灰岩の下になりますので、全体の破壊強度から考えればそれほど大きな要素ではないのではと思っております。
- (委員) ということ、本来ならば砂礫層のようなものには粘着力はなく、内部摩擦角といいますがこちらで普通はやるのですが、特殊な事情でわかってやられているのなら結構です。それから、引張り強度というのも空洞の位置をどこに想定するのかということ、与えた方が都合はいいのではと思いますが、良くやられているから間違いはないと思いますが、より安全性に見た与え方と、より危険性に見た与え方でチェックされていたらよろしいかと思えます。普通このデータ等を見て、何も説明を聞かなかった人がみたら、砂礫層が粘着力0(ゼロ)というのは理解できますが、名蔵礫層にこのように大きな値が使われているというのが、ましてやそれがN値から推定したといたら、それはおかしいのではといわれるような気がします。
- (委員長) 何かそれについてありますか。
- (事務局) 先ほどお答えしましたけれど、名蔵礫層については試験が実施されていませんので推定値ということで設定しております。全体の挙動からすれば、琉球石灰岩の下層になりますので、結果としてそんなに大きく効いてこないと考えております。
- (委員長) 推定でしょうけど、似たような本土での事例、あるいは周辺でのそういったこともあって今黒田先生がおっしゃったように、一番悪い条件と良い条件と、我々は普通安全性とかという場合には、その上下の間でこの範囲に納まるだろうという事などでよく使いますが。
- (事務局) 強度調査につきましては名蔵礫層もそうですが、琉球石灰岩とかについて土質試験から求めた部分等について、実際には試験値よりかなり低減させて安全側の値で設定しております。参考資料にもありますけれど、更にそれを低減させた時にどうかというところまで求めておまして全体的には安全性は確認しております。
- (委員) 空洞の形状がきちんと出られて、滑走路面より明らかに下という事が確認できれば強度上この計算でやってよろしいと思います。ただ、空洞の位置の把握がまずくて、ほんのすれすれ2~3cm掘れば穴があくような場合には、この計算でやると問題があるかなと思います。
- (事務局) そうですね。土被りが薄い場合にはその辺はかなり効いてくると思います。
- (委員) 普通のあれでしたら下の方ですから名蔵礫層の粘着力を軒並み180位与えていますが大勢には計算上は影響ないと思います。だけど、常識的なレベルでしたら礫層などに対する粘着力は普通あまり与えないで、内部摩擦角の方で測定するのが普通の地質の安定解析、教科書的にはそうしている。
- (委員長) 出来たら名蔵礫層のほうも過去のデータは無いのですか。

- (事務局)ただこれは単位がkPaスルですので、数字的にはかなり小さいと考えていますけれども。
- (委員長)トンネルなどの場合は、豊見城東トンネル予定の所などは、2~3m、数m、間があるので大変厳しいのですが、今黒田先生がいわれたように空洞があるのだけれども土被り厚との関係があって、まあどう転んでも大丈夫ではないかと思うのですが、やはり長くみた時に少しということもありますから、その辺の説得根拠を持ってほしいと思います。よろしいですか。
- (委員)結果としては、これは将来的には埋め戻すという可能性がどのくらい予想されるのか。あるいは、埋め戻す必要のある所はあるという話でしたか、空洞を埋め戻す可能性があるという事なのか、あるいは強度的にはその必要は無いということなのですか。というのは、空洞の位置についてはかなり確定的で大体こういう分布をしているだろうということで調査結果が出ていますけれど、これは空洞があると、それに対して強度はどうかという論理ですよね。実質は長期的に考えると、この層の中で現在あるところから推定すると、コンターとか地質とか地下の条件によって、逆に地下水系が発生するようなところを予想してこれで十分かどうかとか、あるいは、あるところを確認してその強度がどうかとか逆の方もあってはならないかという感じもします。要するに地質全体の中で、ある程度予想できる水系等で洞窟が発生するというような可能性が他に無いのかということ。というのは、その次は例えば埋め戻すなり、何かそういうことになる場合に、水系がそれによって変化する。埋め戻すことによって将来的に他に洞窟が成長するとか、そういうことが予想されないかとかいうことではないのかなというのが私の考えなので、そういうことで少し心配のところですよ。それから流れの構造、建築の方だと短期の構造、繰り返しか長期荷重ということに対してどのくらい対応するか。これは空港の耐用年数とかということですね、それがかかってくると思うのですが、そのあたりの対応がどうなっているのかということ、出来れば空洞は残して十分に長期的な荷重に耐えられるのであれば、事例も戦後50年もあるわけですから、そういうものとの比較、事例研究とかですね、そういうことも必要かなという気持ちもします。少し不明なのでお願いします。
- (事務局)空洞を埋め戻すという件については、今回対象となってくるのはC洞窟あたりだと思いますが、これについては、計画上は大部分が切土で切り取られてなくなってしまうということで、その部分については施工時に現地盤と同程度のもので埋戻しが出てくると考えています。もうひとつの長期的な強度といった点については、参考資料の方で添付していますが、どのくらいのタイムスパンでどの程度強度が落ちるといったようなことは明らかになっていませんが、強度が半分に落ちた状態を想定しまして検討をしています。その場合でも、塑性限界を越えなくて破壊はしないという結果は得ていますので、長期的にも十分問題ないと考えています。
- (委員長)ありがとうございました。時間が気になるころですが、参考資料-3に今の地盤変形解析、これの説明はこの委員会では時間が無いので説明いたしませんけれど一つご覧頂きたいと思います。地盤振動解析のあり方とかについてもご意見がもしありましたら後日ひとつお寄せいただきまして、ひとまず空洞対策、これは特に沖縄には、先程話したよ

うに空洞があちこちにあるという地盤状況でありますけれど、いまだかつてこの問題を空港を作る時に、久米島やあちこちの空港ではあまりそこまでやっていなかったことを、今回、私どもは大変関心がありまして、専門の立場から十分良くやって頂いていますが、一般の方にはなかなか理解しにくい解析方法その他ということです。今の福島委員の話もありましたように、今後の実施設計や施工の時に、十分にこの辺も考慮に入れた調査や施工の方法といったことをして頂いて、現場でも常にそういったことに対する監視体制をもって対応していただきたいと、事業者の方に要望したいと思います。ひとまずここで皆さんお疲れでしょうから休憩をはさみます。

(事務局) それでは、3時15分から再開ということでよろしくをお願いします。

4) 盛土部の安定解析について

(事務局) 時間になりましたので議事を再開します。

(委員長) 再開いたします。盛土の安定解析についての説明をお願いします。

- (事務局説明、資料-3) -

(委員長) ありがとうございます。長い説明でしたので聞く方も大変でしたが、話す方も大変だったと思います。この章も何かと専門的な用語が入っておりますので、ますます疲れるであろうとお察し申し上げますが、まずは資料-3の盛土構造安定、このケースについては盛土にするという前々回にありました切り盛土ということでありましたので、盛土で大丈夫かということ、そしてそれらのゾーニングの問題といったようなことが、大変気になる場所であったので、専門上すべり崩壊の問題、安定問題というのはそういうことですが、崩壊、崩れないかということと、それに使う安全率、これはまた専門用語ですが、崩壊、崩れないかということと、それに使う安全率、これはまた専門用語ですが、崩壊、崩れないかということと、それに使う安全率、これはまた専門用語ですが、崩壊、崩れないかということと、それに使う安全率、これはまた専門用語ですけれどもなかなか大変な言葉でございます。更にドレーン層材料というのがあります。これは地元の琉球石灰岩等々を使いますので、これが今追加説明がありましたように50年以上の話が出てきましたです。その間大丈夫かといったような長期安定の問題といったようなことがあります。このクラッシャーランや品質管理の問題もありますけれど、現場でされる時は当然、次の工法検討の時も注文をつける所ですけれども、やはり材料の選定ということも念頭においてこの問題についてのご理解を頂くということでございます。何か特に専門の立場から、特にゾーニングの問題でいろいろあれされました石山委員とか、黒田委員、何かご指摘はありますか。

(委員) では私から。円弧すべりによる計算の時の定数、特に名蔵礫層が気になるのですが、同じものを使われた方がよしいかと思えます。断面解析をやっている時は、Cの値を180とか、片一方では0(ゼロ)にするとか、それからその角度もそれぞれで違うというのは結果から申し上げると、両方共に安全側になっているので問題ないのですが、報告書として出す場合は訂正された方がよいと思えます。以上です。

(委員長) 他に何か。

(委員)今の黒田先生の話で私が気付いたところも黒田先生と同じだと思いますが、この1-5の盛土安定解析土質条件一覧表というのですか、そこで先程話題になった粘着力とかいろいろございますよね。これがさっきの地盤の物性値のところではいろいろな一覧があり、これと違うわけですね。今この話を黒田先生はおっしゃったわけですね。同じ物を使った方が良いと。私もそう思います。この場合はこれを使って、しかも推定値だというよりは、このN値から出した後の方で説明したのも、これはN値から出したのですよね。先生。後の方のものは。どうですか。今の資料-3のところでは使っている物性値です。

(委員長)1-6とですね。

(委員)この資料-3のところですね。基本的には同じ数値を使って、資料-3の1-5ですね。例えばさっき話題になりました名蔵礫層のところとかトムル層とか琉球石灰岩とかの粘着力とか内部摩擦角、そういうところも備考にあるように測定したものを根拠にしたものもありますし、先程の話では推定値でしたし、その辺は統一して、測定値であれば測定値から、やはり数値を使うとか揃えるべきではないですか。

(委員長)わかりやすく説明をお願いします。

(事務局)まず2つありまして、実はもともとの空洞解析の方と対比がそろっておりません。その辺をきちんと修正させていただきたいと思います。それと今いわれました、内部摩擦角及び粘着力の設定値につきましても、特にこの盛土安定解析のほうが若干安全側で考えておりますので、その辺も空洞の安定解析と同じ物性値で極力安全側でという形でもう一度整理したいと思います。

(委員長)はいどうぞ。

(委員)あと一点は、今日の説明でドレーン層の場所ですね、さっきの話でいきますと琉球石灰岩層の上にだけドレーン層があるという絵でしたよね。14番ですか。ドレーン層が誘導路側にあり、しかもこれ地質的には石灰岩層の上ですよね。ここにだけドレーン層があるということでしょうか。これは全体には無いのかなと思ったのですが全体には入らないのですかね。

(事務局)これがまずありまして、それから全体の地質図を見ていただきますと、こちらですね、今ドレーン層を設置する箇所ということで、基本的には雨水が浸透する可能性といえますか、雨水が浸透できる基礎地盤ということで、琉球石灰岩それから名蔵礫層、沖積層という分布で、今こちらに浸透する、ここの部分とここの部分にドレーン層を設置するという形で考えております。逆にこちらはトムル層になりまして、トムル層は基本的には難透水の地盤でございますので、ここにドレーン層そのものを設置いたしましても、地下に浸透してから、更に下の地盤に浸透することが出来なくてアップアップになってしまうということが想定されますので、基本的には下の地下の基礎地盤が浸透可能な透水性を有する地層の上にドレーン層を設置する方針で考えております。

(委員)そうしますと、その不透水層のところの水はどうするのですか。同じように雨が降る訳ですよね。その説明はどうなるのですか。

(事務局)不透水層のゾーンの所に降る雨については基本的には表面排水で空港の前回議論しました浸透ゾーンというところに導きまして、そこで浸透させるとということ考えており

ます。

(委員)わかりました。

(委員長)さっきの質問のところでおすという事でしたよね。その辺はしっかり決めておいて下さい。次の時にこれらの報告をお願いします。

(委員)後ほどいかががおうと思っていたのですが、3次元の地表流計算のためのモデルが2-10ページからあるのですけれども、このときの3次元モデルと、その後の2次元モデルの関係そして、今渡嘉敷先生がおっしゃられた、表面排水で流していくものですね、全体として、それがどのような関係で計算されて処理されていくのかを説明しておかないと、この3次元の解析モデルでやっているものが、地下に浸透するものと表面で排水される部分と、更に南側の方では一部琉球石灰岩が出ている部分もあるわけですね。それをどのように処理していこうとしているのかというのが、この計算と実際の設計の考え方が説明しきっていないと思うので、そういうものがあるのではないかと思いましたのでそれが1点と、今回はどうされたのか。ちょっと教えて頂けたらと思います。

(委員長)ただ今のご意見に何かありますか。そもそもこの問題を取り上げたいきさつというのをしっかり抑えておかないといけませんね。

(事務局)まず地下水に対する問題ということで、先程申し上げましたが、琉球石灰岩、名蔵礫層、沖積層これが基本的に今現在のこの地域の雨水の涵養域となっていると、透水性が高いということで涵養域になっている。その上に盛土構造物を作ってしまうと、ここからの地下水の雨水浸透がなされなくなってしまうということが問題であると。先程のトムル層が分布している所はいわゆる不透水基盤ということになりますので、ここに降っている雨は現況でも表面流出をしていると。実際には表面流出して、周りの石灰岩のところ集まって、石灰岩層の分布しているところで地下浸透している。というところで、これまでの委員会の中でご指摘受けまして、現在降っている雨というものを空港盛土の上に降った雨を、浸透ゾーンこちらの上下の浸透ゾーンもしくはドレーン層というところに導いてあげて、今降っている雨と同量の水をこの同じ現場のところで浸透させようというのが基本的な解析のスタートでございます。で、それに対して今現在平面的に浸透しているものを浸透ゾーンもしくはドレーン層というところで同地的なところで水を集めて浸透させるということがございますので、それに対しての今現在海岸沿いの方に向かって流れている地下水、地下水位への変化の影響があるかないかというところが解析のスタートでございます。それを見るのがこのH-H'断面、これが基本的に今、雨水のこれ前回の委員会で報告しましたが、地下水の流れる方向を見ていきますと、主にこの断面を切った位置の方に向かってこのように水が集中して流れてきている。つまり水道になっているところであると、一番地下水に対する影響が顕著であろうと想定されるライン、そこに対してモデル断面としてモデル化をしたということになります。ただし断面モデルでいきますと、この断面上での水のやり取りということでしか計算が出来ない、出ないということがあります。それなので先程申したように、今は面的に地下に水を浸透させようと考えていますので、そこを補うのが先程の3次元モデルということでございます。こちらですね。ここに断面の線を補完しておけば良かったのですが、少し

計算上ここでまず3次元モデルで面的に雨を降らせ、そこに勾配だとか、ドレーン層や浸透ゾーンなど、雨水を集めてくる地表面の勾配ですね、というものを計算させたうえで、それぞれの断面のポイントポイントのところにおいて、どの程度の水が集まってどの程度の量が浸透しているのか、面的な表面の流動ですね、というものを計算した上で、断面に反映させる上で、この各ポイントにおける浸透量がどの程度であるかというものをまず面的なところで捕らえたと。地表面だけですけれどね。地下の地下水に関しましては計算してないですけども、地表流の水のやり取りの、まず上から入ってくる浸透量についてどの程度どの範囲で入ってくるのかと計算させて、それを先程の断面モデル、これですね、例えば、浸透ゾーンがあってドレーン層になってそれぞれのところに経時的にどの程度の浸透量が変化として入ってくるかというところを補完して計算させた。それをデータとして与えたということでありまして。ですので、基本的には断面で計算したものでございますけれども、面的に水が流れて集まってきて経時的に浸透量が変化してというものもこの断面モデル上では再現させて設定しているということになります。これによりこのような勾配に応じて水が集中してというようなドレーン層の上面に溜まる冠水深だとかというような計算をおこなったという形になります。これで今の質問にはお答えしているでしょうか。

(委員長) 福島委員が前にいろいろおっしゃっていましたがいいですか。

(委員) 2-12のこの10年と30年の、2-10ですか、先程の図ですが、この確率でこの10年30年を私まだ理解してないのですけれども、今はこの2つの10年確率でされているわけですけど、この2つの優位の差が見えないもので。

(事務局) すいません。これは計算の過程で10年と30年と雨の量を変化させた時に水の溜まる範囲がどうなるかということと比較するために並べた図でありますので、あまり他意はございませんけれども、基本的には、まず計算上は10年確率降雨で計算するという事です。この2つあるうちの左のこの図で、水が溜まる水深ですとか水の量ですね、これは色が濃くなるにしたがって雨水深が溜まっているということですが、それを計算させたということでございます。ちなみに雨の量を増やした時に、それに応じてこれだとわかりにくいかもしれませんが、雨水が溜まっている範囲も変化しているというような事を示しているものでございます。

(委員) あまり優位の差が見えないものですから、30年確率とどの位の差が降雨確率でされていて、これは差があると見てよろしいでしょうか。

(事務局) 量的なことを申しますと数字は出てきませんが、とりあえず、10年確率が250数ミリ、30年確率が300までいかない1280数ミリというような雨水量です。段階的に雨が、豪雨が降った時にどう変化するかということで、これは見た目がそんなに変わりはないかなということを経験上で出したものであります。

(委員) 一つだけ長期がどういう事が良くわかりませんが、前の、長期の話でいろいろ実験されておりましたよね。それで長期で、ドレーンで長期安定性試験をされていたのですけれど、それで長期安定性試験ではそういう変化はあまり無いという結論ですよ。

(事務局) はい。

(委員)それで、短期の、今の浸透の中で長期で変化の無い、変化が無いといっても、多少の優位の差はあると。そのときに浸透がわずかに違って、表流の浸透の状況が違えばかなり違ってきますよね。そのような差異は無いと考えて良いのですよね。長期浸透は優位の差が無いということですが、その優位の差が無い中で、変化がこの表流の冠水状況に影響ないと考えて良いのですよね。

(事務局)そうですね。今のところ室内の透水試験結果が 5×10^{-1} cm/secで、これが先程も報告しましたように計算上400年相当の間、雨水が浸透しつづけてもこの透水能力を維持するとしました。この数字を使って(冠水深を)計算した結果が、先程の表の最大で大雨が降った時でも54cm上に溜まるという結果です。さらに長期の供用による透水性の低下を10%と見込んだ上での 4×10^{-1} cm/secという設計値で計算していきますと、実際には今回図的にお示ししていませんけれども、やはりこれも60cm弱との結果で、先程の設計基準を下回っているという事の確認は計算上してございます。ですので、今現在は試験で得られた値で長期的に変化しないということで、 5×10^{-1} cm/secという試験値を得ていますが、設計上は更に安全側を見る取り扱いといえますか、評価の仕方をしていこうかと考えてございます。

(委員長)いいですか。この通水試験の時と今の浸透(係数)の整合性が、一方ではこう、一方では長期、さっきのデータと同じで、なるべくならいろいろな方が見てもわかる、聞いてもわかるようにしていただきたい。こっちは長期、こっちは確率10年だとか、そのようになると混乱しますので、その辺の交通整理をしておくといいいのかなと思います。

(委員)表流水の状況というのはちょっとした目詰まりでも表流水というのは変わってきますけれどその辺はどうですか。

(委員長)通水の時の長期とか、400年とかいろいろな言葉が出てきますので、やはり多少の混乱を招く恐れがあると、その辺の交通整理をしておいたほうが良いのかなと思います。第三者が見てもピンとくるような感じで、ちょっと疑問が湧かないような形でお願いしたいと思います。

(事務局)次回の委員会は全体の総括という形でご報告しますので、その辺は相関関係がわかるような形で報告します。

(委員)あともう一つ単純な質問なのですが、擬似酸性雨といっているのは、擬似酸性雨ではありません。現在だったら、多分空気中には二酸化炭素 CO_2 が最新の観測値でしたら350ppm位なっているそうです。私たちが地球の科学等の講義で教えている時代は、70年代の観測値ですと280ppmとか300ppmくらいですね。300ppmという大気中の二酸化炭素が雨水に溶けた時のphは多分5.4だったと思います。5.4というのは擬似酸性雨ではなく当たり前の普通のphでございます。それより低いものに対して酸性雨であるという定義がされています。最近の観測では、沖縄県でも雨の降り始めなどには4.5とか、本土の方では4.2とか3台のphが観測されています。しかし、普通雨が降り続いていくと、限りなく大気中に二酸化炭素が溶けたphに限りなく近づいて5.4位に収まるという事です。それを一旦蒸留したり、ではなぜ水道水が8になるかということ、炭酸として溶けているものですから、長い時間置くと CO_2 になって大気中にぬけてしまう。そうすると水が7に向かってだんだ

ん近づいていくのが普通ですね。石灰岩地域というのは炭酸カルシウムが溶けますから、宮古島での測定値はphが8に近い値、石灰岩地域の水は8に近い値を示していたかと思います。透水試験のあれからすると、だいたい琉球石灰岩だと多分ガサガサしているからクラッシャーランで壊したような状態がより安全側です。実際に秋吉台のように古い石灰岩で試験をすると5000年で1mmくらい溶けるというのが山口県あたりの鍾乳洞での降水量との関係です。山口・瀬戸内海地域は降水量が1200とか1300とかそのくらいで計算すると5000年で1mmくらいですので、沖縄県の石垣等では年間降水量が2000～2200mmくらいなので、最大でいっても5000年で1～5mmくらいの間になるので、この結果はオーバー気味、安全側の実験結果になっていると思いますから、空港の供用年数などを考える上では全く問題ないと思います。あと目詰まりの件に関しての心配というのは石山委員もおっしゃったように空港の周りをグラスバンカーで取り巻くというような方策を採ると、米軍の嘉手納にしたって、それから普天間にしたって、供用を始めて50年近くになるのですが、水が浸透しないなんて、水浸しになったという話は聞かないので、芝生をきちんと管理しておけば、飛んで来るゴミというのは大陸からのレス(loess:黄土)というか風性塵程度ですから、これは多分目詰まりを起こす心配は無いのではと感じています。

(委員長)ありがとうございました。時間がだいぶ進みましたけれども、次の施工計画とも大いに関係がありそうですので、やはりこのドレーン材料の寿命、空港の寿命、それから安全率と、今1とか1.2くらいくらくかいろいろな専門用語的的なものが出ましたけれど、最後はやはり現場の状況、現場管理というのですか、施工時のその辺が十分に発揮されないと思った方には進まないということです。特にクラッシャーランと書いていますけれども、石垣のクラッシャーランの品質管理というのはどのようなものなのかわかりませんので、この辺を材料技術センターあたりの方から今後使うであろう一般的な石垣の石灰岩のクラッシャーランの特性といったものを、ある程度つかんでおいた方がいいと思いますし、酸性雨云々という気象条件もありますので、環境保健部の酸性雨のデータがもしあればそういったことも含めて参考値として持っておかれるといいかと思います。他に何かなければ、時間がまいりましたのでこの程度でよろしいですか。先に進ませていただきたいと思います。

5) 施工計画等について

(委員長) 施工計画について入らせていただきます。これは計画と実行というのが非常に現場ではいろいろな問題がありましようから、当然やりながらいろいろ変えていくこともあるでしょうし、現場で可能な施工方法、現場の出来具合といったようなこと、あるいは気象条件といったことなどいろいろ絡んでくるとは思いますけれど、あくまでもここは計画等を一般的な意味でのやり方を説明して詳しくは実施の段階ということを期待したいと思います。資料-4の説明をお願いします。

- (委員長) ありがとうございます。この施工計画につきましては、これからの実施設計、更に現場での施工の状況というのはこれまで度々申し上げている通りです。それらが三位一体というわけではありませんが、きちんと相関性があり継続性があるような形でされることが前提になるわけですが、施工中に何が起こるかはやってみないとわからない部分も大変に多いと思います。そういう意味で施工について注意を喚起したいのですが、出来たらそういう意味でも臨機応変な更に情報化施工といいますか、あるいは観測手法こういったことを常に心がけて頂きたいと思います。この辺について何かご意見等、これは案というかあくまでもたたき台のようなものですから、次回にいろいろ報告があると思いますけれど、何かアドバイスがありましたらお願い致します。
- (委員) 7ページの工程計画の中でお話をいろいろ聞きますと、圧密等による影響は特に石灰岩層等も無いと。そうしますと転圧等の工程はいらないということですか。そういう工程はこの工程表には入ってこないのですか。
- (事務局) 先程の表にありました通り、用地造成とひとくくりに書いてありますが、3年目から7年目にかけて当然一気に盛るわけではないので、逐次毎年毎年徐々に盛り上げていくこととなりますので、圧密沈下ということに関しましては毎年重ねていきますので、そのあたりは大丈夫だと考えています。
- (委員) そういったことを含めて施工して対応していく、あるいは圧密の影響というのは無いような、どうなのですか石灰岩層というのは、というような感じがして、多分そうなのでしょうけれども、施工の中でそういうことの対応は要らないと、要するにそういうことはだいたい5年の中で吸収してしまうということによろしいのですかね。
- (事務局) 盛り立ての基本的な考え方としまして、トムル層の岩というのは軟岩・軟岩というのがございまして、基本的に岩という形でありますので、圧密沈下はほとんど考えられないと考えております。もう1点、どうしても盛り立ての際に雨水等を含みます。雨水等を含みますと当然過剰間隙水圧という事が盛り立て時に発生する恐れがありますので、やはり盛り立て時においては盛土をする速度をある程度制限して確実に密度・締固めが得られるような形で施工するように考えております。それを踏まえて今の施工年度で出来ると判断しております。
- (委員長) いいですか。時間がきましてこのあたりで締めをしなくてはいいませんが、今の福島先生の話も含めて、締固めに対しては施工管理を十分に気を付けなくてはならないし、その為に盛土をする場合に、段階式盛土等いろいろありますが、そのような施工の工程をしっかり工程表を作ってそれを守るといったようなことをすれば、今のような雨が降ったり、間隙水圧の問題といったような事も当然コントロール出来ると思いますので、出来たら次回、念のために報告していただけたらありがたいと思います。時間がだいぶ迫ってまいりましたが、何かご質問、特に総括して全部についてもございませうか。
- (委員) 施工計画については当初からいろいろな段階で議論してきたわけですね。施工にあたっての基本的な考え方や、きちんと管理しながらおこなうとか、あるいはモニタリングし

ながら行うとか今までやってきたことがありますので、今回施工計画等についてということで、これだけが独立したような形になってはいますが、これは今までやってきた中でここだけは少なくとも変わりましたよ、あるいは考え方を整理しましたよというのが付加されていると思いますので、あまり余計なことはいわなくても良いのですが、当初からずっと施工についてのものの考え方を整理しながらやってきた事柄について、各段階でやってきたことについて、その押さえをしておいて頂いて、今回の7回に挙げたもの以外で今までの考え方で追加しなくてはいけないこと、あるいは再整理しなくてはいけないことというのを、もしあるのなら次回に提示いただいて、それ以外のことは今まで議論してきたわけですから最終的なレポートのところで整理していただくということでお願いしたいと思います。何かこれだけが出てくると、この資料だけ見る人は施工計画がこんな簡単な討議しかやらないのかというイメージが出てきてしまうので、こういう資料は少し説明が必要かなと思います。

(委員長) ありがとうございます。これは確かに第1回の委員会の時にどのようにやるという施工計画の話も出ましたけれど、あの時にはいろいろ奇麗事の計画が出ていましたけれども、審議をしていくうちにいろいろな問題が出てきましたので、それを含めてまとめて、この施工計画というものへのバックアップをしていただきたいというのが石山委員のお考えだと思います。この辺が今後むしろ問われるところだと思います。どうぞ。

(室長) 先程、今回施工計画の話で締めくくりというような感じになってはいますが、これからより詳細な施工計画を立てていくこととなります。事業者側としましても、自然環境に配慮した施工計画を立てていきたいと考えております。完成までまだまだ時間を要しますので、先生方のご意見御指導を頂きながら進めたいと考えておりますので、今後とも完成までよろしくお願いしたいと思っております。

4. その他

(委員長) そろそろ時間がまいりました。今日は考え方の総括のようになりましたけれども、空洞調査報告についての対策工としての説明があり、それらの解析も含めてやりました。それから盛土部の安定解析これについても報告が十分とは申しませんがいろいろ論議させていただきました。そして今、施工計画について少し短かったのですが、むしろこの方が次のお土産になるのかなと思うような内容になると思いますのでよろしく申し上げます。やはり、議論は十分尽くしたとしても実際の問題として、コストの問題、いろいろな運営の問題、あるいは今、室長が言われたように環境問題といったようなことも含めていろいろ難しい問題がこれからはあると思います。そういうことを念頭において、今日話題にもなりましたが、相関性といいますが前後のつながりといったものも可能な限り連結してまとめて頂いて、今日の質疑に対する対応の仕方、そして最後になります第8回で十分な成果が、答申が出来ますようにお願いしたいと思っております。今日の第7回までの議論が真の審議になりましたので、次はまとめですのでいろいろ言いたくありませんのでよろしくお願いしたいですが、最後に何か一言ずつご意見、苦言がありましたらお願いします。委員会として何かありませんか。

- (委員) 施工というか風景の話なのですが、カラ岳について、これを切らざるをえないのかどうかはこれからなのでしょうけれど、切り方をどうするかですね。それからこれは環境の保護とも生態系ともいろいろあると思いますが、こちらの工法の方からもそれに絡めてカラ岳の切り方で、1/7がどうかかってくるのか、かからざるを得ないのかもかもしれません。少し気にしていますのでよろしくお願いします。
- (委員長) この辺は何かございませんか。
- (室長) 景観関係をいろいろ検討している中で、コンピューターグラフィックを使ってある程度まとめたものがありますので、これをお見せしたいと思います。次回にも出来ればと思います。
- (委員長) 確か3回くらい前も要望があったと思います。
- (事業者) いろいろCGを使って法面の対策をどうするかということでいろいろ検討してまして、一つの例として厚層吹き付けと申しまして、岩でも植生ができるような対策を今考えております。
- (委員長) 時間がわずかになりました。これで第7回委員会を閉じてもよろしいですか。大変御苦労様でした。短い時間で大変ご苦労かけましたけれども、今日の事に付きまして是非事務局の方でフォローアップして頂いてヒアリングをしながら次回に向けていただきたいと思います。これで終わります。御苦労様でした。ありがとうございました。
- (事務局) 次回の日程になりますが10月中旬に第8回最終回になります、会議を開きたいと思っております。日時場所などにつきましては委員と調整の上追って連絡いたします。以上を持ちまして、第7回新石垣空港建設工法検討委員会を終了致します。どうもありがとうございました。

以上