

第4回 新石垣空港建設工法検討委員会議事録

日時：平成14年9月25日（金）13:00～17:00

場所：沖縄レインボーホテル

1. 開 会

（事務局） 検討委員会を開催します。申し遅れましたが、私、本日の司会を務めさせていただきます。パシ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。議事の進行に先立ちまして、資料の確認をさせていただきたいと思います。お手元の資料をご覧ください。まず、A4の1枚紙で議事次第がございます。それから、委員の方々だけですが「第3回建設工法検討委員会議事録（案）参考資料-1」と右肩に振ってあるA4の冊子がございます。それから右肩に資料1と振ってあります「第3回建設工法委員会の質疑に対する事務局説明」。引き続きまして、資料2と右肩に振ってあります「施工計画の概要」。資料3と振ってあります「工事段階ごとの赤土等流出対策」以上でございます。それでは、議事次第に従いまして進めさせていただきたいと思います。まず、事業者挨拶ということで糸数室長より、よろしくお願いいたします。

（室長） 建設工法検討委員会を開催するにあたりまして、事業者の方からご挨拶申し上げます。秋分の日も過ぎ、非常に過ごしやすくなっていますが、まだまだ残暑も残っている中、先生方にはご多忙中にも関わらず、委員会にご参加いただきまして本当にありがとうございます。新石垣空港建設事業につきましては、私どもといたしましては、平成16年度の新規事業の国庫補助事業採択に向けまして、いろいろ国の方と調整を行っているところであります。基本計画につきましても前回だいぶ煮詰まっているところですが、需要予測等の見直し等がございます。その辺につきましても、国の方との調整は終わりつつあります。早めに国の方との調整を終わりにしまして、基本計画の公表を県としてもやりたいと考えています。その後、アセスの公告縦覧も早めにやりたいということで準備をしているところであります。本日の委員会は、前回の委員会でも議論いただきました赤土対策の基本方針に基づきます、工事段階ごとの赤土流出対策および施工計画の概要について議論いただくのが議題の中心でございます。その他前回の委員会でご提案いただきました件につきましても、その後いろいろ調査し、検討しました件をご報告したいと思います。次の委員会で、ほぼ施工計画等も煮詰まってくると思いますが、環境の方とすり合わせする検討がございましたら、どういう形でやっていくか、後ほど先生方のご意見等を聞いて、我々の方としても検討していきたいと思っておりますのでよろしくお願いいたします。今日も五時ごろまで非常に長い審議の時間となります。先生の貴重なご意見を拝聴して、われわれも新石垣空港の事業をすばらしい事業にしていきたいと思っておりますのでよろしくお願いいたします。簡単ではございますが事業者の方からの挨拶にしたいと思います。

2. 議事

(事務局) それでは、議題に入る前に1点連絡がございます。本日、仲座委員は出張のため欠席となっております。仲座委員につきましては、委員会終了後、議事録にて内容をご報告させていただきたくということでご了解いただきたいと思います。それでは、議事次第に従って議事の進行を議長よりお願いしたいと思います。

(委員長) みなさん、お久しぶりと言いましょか、お忙しい中にお集まりいただきましてありがとうございます。先ほど事務方からもお話がありましたように、5時までという、人間の思考能力の限界に達するような長時間の審議になるようでございます。従いまして途中、議題の2番あたりで休憩をいただいて、また新規に議論、ご意見をいただきたいと思います。このようなスケジュールでいきますので、一つ忌憚のないご意見とご注文などありましたら色々とお伝えいただきたいと思います。では早速、議事に入らせていただきます。お手元の資料(参考資料1)で議題の1ですが、議事録の確認ということになっております。これは(案)ということになっておりますので、ご確認をいただくこととなります。この件は、みなさまのお手元に色々議事録についてのヒアリングをされて、それが出てきたということです。ざっと目を通されて、もう1度目を通されてのご意見等あるいは間違いがありましたら、お願いしたいと思います。それを受けて資料1の方に入らせていただきたいと思います。よろしくお願いたします。どうでしょうか、前回の議事録の何かご注文・ご異議ございませんでしょうか。もし、お気づきでありましたら、また後日、事務方の方にご注文・訂正をお願いするということで、一先ず議事録の方の確認をいただけたというふうに先に進ませていただきます。第3回検討委員会の質疑に対する事務局の説明、これはみなさんからのご意見・ご質問に対して事務方が色々対応を考えておるわけですが、みなさんの質疑がそのまま事務局の方でうまく受け取られておるか、そしてその対応はどうであろうかという事がディスカッションの的になると思っていますので、よろしくお願したいと思います。そういうことで、次に資料1の方をお開きいただいてこの辺の説明を事務局の方にお願いたします。よろしくお願いたします。

(事務局の資料説明)

(委員長) どうもご苦労様でした。あと質疑に移るわけですが、予定では40分から45分ぐらい取ってございます。そういうことで、まず資料1の内容順を追ってご質疑・ご検討をいただきたいと思います。聞くところによりますと、環境委員会その他では、やはり赤土流出、地下水の状況ということが非常に大きな関心をおとるということでございますので、工法検討委員会もその辺については十分報いるような形での工法を考えようというのがこの委員会の考え方でございます。そういうことで、色々な面からの、もちろん景観とか地表の問題、あるいは緑化の問題など色々ありますけれども、工法検討委員会の中ではそれらをカバ-できるような何か良い工法がないかということに力を注ぐこととなります。石垣島の周辺の赤土流出というものが、河川とか、あるいは農地改良等から、かなり流出しておりますけれども、幸いにして新空港予定地は地表流出、土砂流出等がそんなにない所だということで、これ幸いです。轟川等に流れるものもどちらかという周辺の農地の、これまでの環境状況からの流れがあるということで一面安堵しているわけですが、

やはり地表をいじりますから、それによって地表からの流出ということが考えられます。極力それを避けて現在の地表流出の状況をそれ以上悪くしてはいけないということです。従いまして、そういったことを防ぐ意味で、現在の地下水の状況というものを維持する、それより悪くしない。従いまして、降る雨はほとんど直下に地下水として流れて、海のほうへ出て行くというような方法を取りたいということでございます。そのようなことから、地下水の変動ということは非常に関心の的でございますので、この地下水問題について長期観測、その他種の観測をしているわけでございます。何かこれについてのご意見等いただければと思います。ちなみに地下水の塩水化は、地下水を汲み上げることによって海水が浸入してくるというような状況にありますので、地下水の現況の変化によって太平洋の海水が入ってくるというようなことがあってはならないということから、塩水化の現況も調べてそれを悪くするような方向にはいかせないというようなことも含まれております。何かご意見等ご質疑等ありましたら、お願いいたします。

(委員) 地下水の塩水化についてですが、塩水化の可能性のある地域としては、ボーリングの番号で言うと、B 32 近辺、あるいは B 28 の周辺と考えられます。この近辺の基盤には比較的水を透しにくいトムル層が分布していて、その一部は地表にも露出しています。トムル層の透水係数は低く地下に水をほとんど透さないため、トムル層が分布している地域では地表流出の比率が高くなります。そのため、ボーリング番号 B-28 から B-32 周辺部では、地下水位が下がっていることが予測できます。地下水位が下がった分だけ海水が浸入しやすいといえます。同様に、カラ岳とその下流域にかけてもトムル層が広く分布しています。ボーリング番号 B 27 地点でも、電気伝導度の測定が行なわれていますが、その観測地点としては、B 27 番よりもむしろ、もう少し海岸よりのところの No.7 と表示されている地点、この近辺あたりで電気伝導度を測定していた方がよろしいかと思いません。なぜかと言いますと、カラ岳を切ったら分水嶺がちょうど、図面の No.6 E 20 と表示されているところから、それをずっと上がって B 25 地点に向かって続きます。そのため、降った雨の大半は地表流出として西側に向かって流れるため、地下水として地下に浸透する量が減る可能性があります。カラ岳を切ることによって生じる地下水への影響は、空港建設予定地域までには及ばないと思いますが、カラ岳の切削部とその周辺部へは何らかの影響があると考えられますから、現況の海水浸入の検知が可能と思われるボーリング番号 27 から少し海寄りに下がった地点で、地下水位と電気伝導度の観測を行なっておく必要があるかと思えます。将来、カラ岳の一部を切削したことによる地下水への影響が、問題にされることが想定されますので、それに備えるためにも地下水位の観測と電気伝導度の測定は必要と考えられます。以上です。

(事務局) そこは自然排水で、この既設ラインの破線が細い線で見えます既設の水みちになってはいるのですが、もちろん自然排水ですので取れないことはないのですが、雨の時には水が流れているのですが、平日は水が流れてないという状態ですので??。

(委員) 問題なのは、地表を流れる表面水でなくて地下水です。海岸線に沿ったこの近辺における現在の地下水位と、その電気伝導度の値について知っておく必要があります。カラ岳とそ

の上流域において、トムル層は地表に露出しているため、地表流出量が多くなり地下水への涵養は少ないと考えられます。だから、海岸線に近い下流域における地下水位は、琉球石灰岩や名蔵礫層が分布する地域に比べて低下しているはずですが、そのため、現状においても海岸線に近い場所では塩水クサビが観測できるはずですが、またカラ岳の一部を切削した場合、一時的には地表流出が増加し、その分だけ地下に浸透している地下水が減るわけですから、地下水位がさらに低下する可能性が考えられます。このような理由から、地下水位と電気伝導度の測定により塩水クサビの現況がどのようになっているか抑えておく必要があります。さもないとカラ岳の切削後、沿岸部での塩水クサビが観測され問題になった時に困らないように、現況の地下水位と電気伝導度について把握しておく必要があります。地下水位と電気伝導度に関する観測データがあれば、塩水浸入防止のための対策も可能となります。カラ岳周辺の沿岸部は、カラ岳の一部を切削することに反対している環境保護団体が最も注目している場所の一つですから、これらの調査がないというのはやっぱりまずいかなと思います。

(委員長) よろしいですか。何かありますか。

(事務局) そうですね。今、その図面にもあったように、塩水化の部分がどのあたりまでくるかっていうの、空港の本体付近だけで、カラ岳の下流域をまだ検討してないものですから、その辺はどうしてもカラ岳も切削するわけですから、カラ岳の下流域も調査に入りたいと思います。

(委員長) 工程計画等が進めばどれくらいの切削があるかといったようなことが分ります。従いまして、今のところは大勢に影響のなさそうな切削の方針ですけれども、念のためということだと思います。そういう意味で仮にそういうことがあったとしても、水位はどうなっていくかということをもっと予測したはおさえておく。そういうことが大事だと思います。他に何かご意見はありますか。

(委員) 資料1の図1.10ですか。調査地域の海岸沖積低地帯というのは、これは現況の塩水化の範囲ですか。ちょっと私の理解があまり・・・。

(事務局) これまでの伝導度測定結果によってですね、先ほどもちょっと説明したのですが、B-28とB-32、これはもう観測当初から、かなり高い伝導度を示しておりました。そして、その他の地点は地下水が低下したとき、あるいは台風時など、一時的に塩水化している地域もありました。それでB-28、32地点の基盤岩に近い地域は常時塩水化しているのではないかというふうに考えております。

(委員) 要するに盛り土の事業が進むに従ってのいわゆる予測ですね。そのシミュレーションみたいなものが、これから可能性があるのですか。これは、できますか。

(事務局) 塩水化の方の予測は、技術的には可能でございます。ただし、やはり細かい地形の状況とか地質の状況によって塩水化の範囲とか程度、あと降雨に対する変化度合というものは、先ほどもお見せしました断面ではやはり、再現は難しいということがありますので、やるといういたしましたら3次元なり、平面というような形の、より広域な範囲をモデル化した解析ということで再現は可能でございます。それと、今現在EC値の測定が行われておりま

すけれども、これはやはり年間なり数年、今後を通した観測によるデータの蓄積によって、それをそのモデルの再現性といえますか、塩水化の、そういうところに反映させて検討するということが必要になってくるかと思えます。

(委員) 今までのご説明の中で、2つ質問があります。1つはタイムラグということですね。やはり盛り土、空港を造ることによる影響というのは、そういうところに現れてくると思えます。それからまた、部分的に、特に透水層等の直下というようなところですね。要するに雨水の浸透分布が現状とはずいぶん違ってくるので、そうするとタイムラグとか集中的に透水していくことによって、塩化の現状とはずいぶん違ってくるという、そのあたりが技術的にシミュレートすることが可能なのかなということ逆で伺いたいのです。

(事務局) そちらの方は一応可能ということで考えております。ただし、今後のデータの蓄積なり、あとは設計、構造の細かい検討というようなところがありますので、今後詳細の構造体が決まった後、データが蓄積されたというところで検討の方は可能かと考えております。

(委員長) ただ今のご質問とすれば、将来、塩水化がもっと陸地側に進行したらどうなるかということ予測出来るかということにつながるかと思えます。そういうようなことですが、現況、図1.10はそういうことではなくて、現況からすると、特に先ほど委員からもありましたように、右側の端のボーリング27あるいはカラ岳に関わる地下水の状況というのもある程度おさえることは、そういう問題に対する説明にもなるかと思えます。やはり、切り盛りによって地下水が変動するということ、異常気象の場合は別ですが、通常の降雨状況と台風雨程度の状況とでは、地下水の変動がこれぐらいになると、また塩水化の範囲がどれくらい進むかというようなことは多少相関があると思われるので、その辺は予備的にもチェックしておいた方が良くということだと思えます。よろしいですか。この辺はやはり環境からみても非常に重要なことで、塩水化となると非常に問題にもなってきますし、それから先ほどから言われているカラ岳の切削ということが非常に関心の的になっております。これは、どれくらい削るかということで、地元のみなさんの昔からの信仰の的でもありますから、そういったことへの配慮ということから、大変関心を持たれております。土工掘削が地下水状況にいかん影響を及ぼすかということも予め我々も考えておく必要があるということだと思えます。そういったことで、地下水の現状と言いますか、この前の条件を変えての色々な調査結果の検討ということでございます。一先ず先に進ませていただきたいのですけれども、この辺りで地下水変動の問題については終わらせていただきたいと思えます。後日、またありましたらご質問していただきたいと思えます。次に、盛土の構築による地下水影響検討、追加解析ですけれども、この辺について何かご質問・ご意見等ございませんでしょうか。

(委員) 図3.1のA断面解析モデル及び設定条件というこの図をみると、石灰岩からなるドレーンにより地下水が真下に流れ落ちるというようなモデルで解析がされています。今の段階ならこれで大丈夫だと思います。けれど、このスケールを見ると、要素の形状とそのサイズが少し大雑把だと思います。解析は、たぶん有限要素法(FEM)によるものと思いますので、流速ベクトルなどは、1つの要素につき1点しか表示できないはずで、そうする

と、要素の1辺が約50mでは、その区間の水位とか導水勾配が一定という条件で解析せざるを得ないので、ちょっと荒いかなという感じがします。それからもう一つは、名蔵礫層の透水係数の評価ですけれど、海岸近くでは $1 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ でよく合うと思います。しかし、上流の山の方では 1×10^{-1} というよりはマイナス2乗くらいの方がよく合っているのではないかと思います。地質学的に見ると、海岸近くに分布する名蔵礫層というのは、水によって高いところから低いところに運ばれて堆積したものです。その運ばれてくる過程で淘汰が良くなるわけですから、海岸線まで運ばれてきた砂礫層というのは、その粒子が流水により淘汰され、透水性が良くなるのが一般的です。山の方に堆積しているものは、まだ運搬された距離が短いですから、砂礫層を構成する礫・砂などの淘汰は進んでいなくて粒径にバラつきがあり、細粒のシルトや粘土なども混ざっていることが考えられます。そのため、山側での透水係数は海岸線のものに比べてより小さくなって当然なわけです。だから、透水係数は、現況の地下水位に合うように名蔵礫層も上流域と下流域でその値を変えてみるということをした方がよろしいのではないかなと思います。

それから、あと具体的にドレ - ンの細かい設計に入るようになりましたら、解析する要素のサイズが50mとか60mでは、ちょっとラフすぎると思います。特にトムル層は透水係数が低く、地下水をあまり透さないの要素のサイズは大きくても大勢にはあまり影響が無いと思われれますが、それと同じような要素のサイズで石灰岩を解析するのはどうかという気がします。本格的な解析をする際には、多少時間がかかっても、要素のサイズを小さくして計算する必要があると思います。要素のサイズ、メッシュを小さく区切るのは、そんなに面倒なことではないでしょうから、メッシュのサイズを小さくされた方が解析精度を上げるためにもよろしいかなと思います。

(事務局) 1点目のメッシュの問題でございますが、先ほどのこの図の構造の方で示したこのメッシュの方は、実際に切ったメッシュを落として表現しておりますので、実際にはもう少し、真ん中のところとか細かいメッシュを切って計算させていただいております。

(委員) そうしたら、流線ベクトルは当然メッシュの数に対応して同じ数で表現されてしかるべきだと思います。ところが、この図面では省略されているのか、流線ベクトルは各要素に対応して表示されていません。こういう解析結果についての議論をしている場合、簡略化は工学屋さんにとって違和感がないのかもしれませんが、理学系の人からすると、ちょっとおかしいかなと思います。

(事務局) こちらの方のベクトル図をご覧になっていただくと、確かにこの真ん中のところを幅50mという形で、真ん中はこのような形でメッシュを切って、その横側は細かくメッシュを切って、それぞれについて矢印、ベクトルの線が表現されているというような形で計算させていただいております。ただし、ご指摘の通り、今後、盛土の構造の詳細が決まったところで、またその細かく決まった画に沿ってモデルを作成すると、先ほどの塩水化とかいうような検討のところもありますので、そういったところでは、もう少し細かいメッシュでということでご指摘の方、参考にさせていただきながら、モデルの方を作っていくかと思っております。それと2点目ですけれども、やはり先ほどの名蔵礫層の透水係数と

いう問題で、観測したデータに相似しているかというようなところで、この B - 29 のポイントも、降雨時はかなり水位が上がってかなり差が生じていますけれども、降雨が少なくなると、地下水のレベルが相似してきているというようなことがあります。これも、今後、継続して地下水の観測結果を見ながら、ご指摘の通り場所によって透水係数を変化させるなりというようなところの必要があった場合は、次なる解析の検討のところでもまた反映させていこうかと考えております。

(委員長) 今の関連ですけれど、先ほど委員が言ったタイムラグとか、色々なこの関係はこれで説明できますか。

(事務局) 降雨が降った時の地下水の上昇度合とその後の低下の状態ということで考えていきますと、この赤い線が 10-1、ピンクが 10-2、緑色が 10-3 ということで、それぞれ合わせていきますけれども、やはり 10-2 という値で計算させていきますと、降雨が降ったあとの地下水の上昇量というのもダラダラ上がって行って、ピークで雨が降った。例えば、ここが 1 番記録的な大雨が降ったあともピークが訪れるっていうのが、ほとんど 10 日とか 15 日後、2 週間後というようなところにピークが持ってきていると。同様に 10-3 のところでも、そのような形でダラダラダラダラと地下水が一方向的に上昇してしまうというようなところになってきますけれども、実際にはこの青い点線、これは実測値で、雨が降った後、数日で 1 番最高のピークを迎えているというところが、この赤い線の 10-1 で計算した結果でいきますと、その実測の結果とほぼ一致しているというようなところ。それぞれの透水係数を変えた場合の地下水の上昇度合がどのようになるかというところを 3 通り分けて、比較したというようなところで評価させていただきました。

(委員長) この件につきましては、後で色々ありましたらまたご質問いただきたいと思います。資料 2 については、P2 - 3、及び、それから今の透水係数の同定で P2 - 4 の表、P2 - 2、そして、あとの P2 - 10 でしたか。こういったようなところが議論的になると思いますので、その辺ご覧いただきながらご質問・ご意見をいただきたいと思います。なお、P2 - 13 の冠水禁止区域とドレーンとの関連の図があります。これを H-H 断面でやっておりますが、これが、紙面に直交方向、例えば、滑走路あるいは誘導路の距離(長さ)こういった場合に水深のとらえ方というのはどういうふうになるのであろうかということがちょっと気になります。ちなみに、先ほどの H-H 断面は P2 - 3 に前回、委員からご提言のありました A-A に対する、これは滑走路に直行する方向ですけれども、ボーリング資料が十分あるという H-H 断面について今回仕切り直しをしたというようなことでございます。何かご意見・ご質問等ございましたら、どうぞ。

(委員) この石灰岩のドレーン層の形状は台形で、深度が増につれて末広がりとなっているので、構造的には安定した設計になっています。しかし、今、降水量が 10 年確立の場合を想定すると、設計基準水位の 0.54 m より 1cm くらい上回って 0.55 m になるかと思えます。石灰岩の盛土材料をできるだけ少なく抑えるようにということで、その形状がこういう台形になったというのはよく理解できます。形をちょっと変えて漏斗状に上にちょっと開いた形状にするだけで、石灰岩のドレーン材はほとんど変わることなく、浸透量はかなり増

えると思います。ドレーン層の形状を上広がりの漏斗状にすると、施工は大変かもしれませんが、強度的にはさほど問題にはならないと思われるので、そのドレーンの形状をちょっと工夫して計算していただけたらと思います。しかし、今の段階ではこれで十分です。水位を1cmから5cm低く押さえる対策としては、フィルター層の厚さを1mくらい増やすよりも、ドレーン層の面積をちょっと広げるだけの方が期待される効果は大きいと思います。その辺のところの検討をしていただければと思います。

(事務局) 今、形状としてこちらの絵に示した通り、末広がりの台形の形にしているというのは、盛土を下から盛り立てていった時の工法的なところがありまして、こういう形にしているということがあります。ご指摘の通り、やはり上の盛土の呑み口をより広くとった方が水の浸透は良いというようなことがございますので、それはただ、下から盛り立てていくときの施工性とか、そういうところ。あと、ドレーン層を構築する石灰岩を考えておりますが、その土量の関係というところがございますので、ご意見を参考にさせていただきながら構造の詳細について検討していこうかと思っております。

(委員長) この件につきまして前回でしたか、この案を決める会議でどういうふうにしてドレーン層を構築していくかというようなこともちょっと説明が概略的であったと思います。その辺もあるし、またフィルターその他のドレーンに沿ってのフィルターで水の通過状況をうまく処理するために、こういう工法もある、ああいう工法もあるといったようなことの説明を受けた覚えですけれども、それを工法との兼ね合いでやってもらわないとなりませんので工程計画の中で十分今のお話しをしていただきたい。ちなみにこの石灰岩は、これは工学的なことですけれども、水中浸漬しますと、風化進行状況はどういうふうになりますか。よくダムなどで問題になってくることですので。

(事務局) 今、こちらで使われております石灰岩につきまして、材料試験を検討しております。ただ今のところ、石灰岩の知見のある文献からしますと、長期的安定性に対する溶解とかがまだはっきりしていないものですから、今回ここで使われる材料を元にして、溶質試験等、石灰岩のスレーキング試験等を検討してみたいというふうに考えております。

(委員) 石灰岩の溶解の件については、かなり詳しく研究されていてデータも蓄積されています。宮古島の上水道はすべて地下水に頼っています。そして、その地下水は石灰岩層中に溜まっています。そのため宮古島の水道水には多量の炭酸カルシウム(CaCO₃)が含まれています。そこで宮古島の上水道企業団は、地下水に過剰に含まれている炭酸カルシウムを抽出しているのです。確か僕が聞いた炭酸カルシウムの濃度は正しくないかもしれませんが、1リッター当りCaCO₃の濃度は300ppmくらいだったかと思えます。地下水に含まれている炭酸カルシウムは、大気中のCO₂が雨水に溶け込んで炭酸となり、その炭酸により石灰岩が溶解して、地下水に溶け込むと考えられています。地下水によって溶かされる石灰岩の量は、石灰岩が分布している地域における年間降水量を与えて計算すれば、年間どれくらいの石灰岩(炭酸カルシウム)が溶解されるか計算できるかと思えます。ちなみに、僕の記憶が確かでなかったら申しわけありませんが、宮古島の上水道企業団は1日あたりに2万5千~3万m³くらいを給水しているというふうに聞いております。

宮古島の上水道企業団は、水道水に過剰に含まれている炭酸カルシウムを日量約 3kg 抽出していると聞いています。もし仮に、地下水位に含まれる炭酸カルシウムの濃度を 300ppm として、1 万 m³ の地下水に含まれるすべての炭酸カルシウムを抽出したとすると、その重量は 3 kg 位になると思います。だから、この地域に降る降水量から計算したら分かりますが、年間当り溶かされる石灰岩の量は、たいした量にはならないと考えたいかと思えます。空港の寿命をどのくらいに設計するかで決まってくると思えますけど、気の長い話だと思います。

(委員長) その溶解の問題もありますけれども、力学的にみて、先ほど言いましたように、いつまでこの空港を使用するかと言う話になるということになると沈下の問題、将来の永続的な沈下挙動というものをおさえておくためにも、ダム事務所あたりで石灰岩とかについてよくやっていますが、もう何年もバケツに入れて浸水させて、どれくらい変わるかという実験を、やっているのですね。そういうことも場合によっては、ここで使う琉球石灰岩については、データがあんまりないのですけれども、離島のダムを造る場合、場合によっては必要かもしれないので、そのためにも琉球石灰岩のそういった性能をつかめるといいですね。今すぐわからないにしても、これは何年も浸水させておかなければなりませんので、その辺も一応念頭に入れておいてください。

(委員) この3の関係の資料ですけれども、工学的な意味からの検討で言えば、現在の地形の上に盛土をすることによって地下水との関係がどのように変動するかということが問題になっている訳です。それは海岸の湧出量にトータルでどういう影響を与えるか、それからその波動が塩水が浸入するということに寄与するのか、しないのかということがあって、この計算をしていると思うのですね。結果として言えば確かに瞬間的には地下水の上昇は頭を抑えられるけれども、トータルで上昇する量というのは特異な雨に対して、若干起きていますけれども、そう大きな量ではないということで、海岸の塩水化の問題については大きな影響と言いますが、影響が出るのか出ないのか、その辺の判断を承っておくべきではないかと思えます。私は、この資料から見る限りは影響がないというふうに見ていいのではないかなと思います。それから、もう1つは盛土を盛り立てることによって、この中にかなりの雨水が溜め込まれることによって蒸発散量が減りますから、トータルの雨水の涵養量はどうか、プラスに働くのではないかなという議論はこの前もあったと思いますけれども、そういう意味で言えば地下水に対しては大きな影響はないのではないかなというふうに、私はこの資料を見る限りはそのように見ました。ただ判定は専門でおられる先生がいらっしゃいますので、その辺のご意見を承りたいと思います。もう1つは別の視点からですけれども、工学的という言い方かどうか知りませんが、施工の方からいきますと、このドレーンの構築というのはコストにも響きますし、施工性にも響きますし、現場の管理という意味でも非常に大変な訳でありまして、そういう意味で言えば確かに長方形にするということによってトータルの石灰岩の使用量を抑えられますけれども、それが施工上本当に効率的に出来るのか、現場の管理上できるのかどうかということを忘れずに検討してもらいたいと思います。それで、呑み口の問題については空港の管理の問題と、浸透

量をなるべく速やかに地下に落とすということで考えるならば、表層の設計が大切ではないかなというふうに私は受け取りました。そういう意味で説明の中にありましたけれども上層のフィルター層を1 mからそれをもう少し大きくする、あるいは、漏斗状に、盛土が安定的に構築し終わった後で、最後に盛り立てるところで、盛土施工の安定を確保した上で、このドレーン層の施工を検討するというようなことが適切ではないかなと思います。きちんとした解析はもちろん必要ですけども、やはり実際に物を作っていくときの施工の場面、あるいは現場での雨水の管理の問題、そういうことを考えて基本となる事柄について、こういう詳細な検討を片方で見ながら現場のことをよく理解することも大切ではないかなと、そのように申し上げたいと思います。

(委員長) はい。どうもありがとうございました。やはり理論的には色々なことも考えてやるわけですけども、これ次の赤土問題に対する基本的な考え方とも相通するものがあります。事業をはじめて工事が進むと、そういうことによって色々思わぬことが起こる。そういう場合にはやはり、観測手法というか、情報化施工というようなことをしながら進めざるをえない。これはもう工事の建設行為の宿命でもあります。従いまして最初から決まった形で工場生産するのとは違いますので、このようなことがベターというふうに今は考えております。実際には色々現場で試行錯誤をしながら進むこともあるということであろうかと思えます。その辺をご理解いただきたいと思えます。今の件につきまして何か他にご意見ございましょうか。

(委員) 私自身がこの工法検討の中で目標とするところを確認したいと思うのですが、基本的には、この空港を造ることによって水系がどういうふうに変化していくかというふうなことだと思います。それで、少なくともこれだけ大規模な飛行場を造りますから、地下水系が必ず変わることとなります。その時に水位あるいは水量というものを速やかに地下に流していくというふうなことで、できるだけ現状と量的な問題、あるいは多少分布的な問題も含めて類似な近い、あまりにも大幅に変更しないようにしたいというふうな意図だと思うのです。それで水量の確保については、だいぶシミュレーションしていただいたのですが、これは、どちらかという環境の方に関わるのかなと思うのですが、要するに渇水期ですね。渇水期の問題でどういうふうな形で施工後ですね。例えば、塩水化等が変化してくるかというようなことを検討しておかなくてもいいのかなと。どういうふうに違って、具体的に実際このシミュレートできるのかですね。水が少ないときですね。それから、表層を流れて浸透していく水質の問題ですね。これだけのボリュームをフィルタリングされるわけですから水質が現状の植物がたくさん生えている状況と、それから掘削して盛り立てた土質とは違いますが、そのあたりが基本的に何を目的にしてこのシミュレートあるいは工法検討しているかという、やはり沖合のサンゴ礁であるとか、そういうところとの関連。それから塩化については、おそらく農業との関係はどういうふうなことで目標とされるのかですね。どれくらい違ってくるのかですね。これだけの帯状の土地が飛行場に

よって分担される。その土地が塩化することによって、農業にどのくらい影響されるのか。それから陸、沖合に対する水の不溶のレベルがどれくらい違ってくるのかですね。こういうところが、この工法検討の中で例えば飛行場に多少の灌木あるいは芝生を入れるとかということによってそれが現状をカバーするのか、あるいはその必要がないのかですね。そのあたりのちょっと判断を少し聞かせていただきたいのですが。

(委員長) この件につきましては、委員長判断ですけども、いずれ環境委員会の主だった方々も含めて情報を交換しながらお互いにフィードバックできるものはそのようにやりたいと思います。工法検討委員会だけではなくて環境の方々の関心ある部分も取り入れた形での工法のあり方といったようなものも、いずれやらないといけないと思います。これは最後にみなさんにおはかりしたいと思うのです。環境の方々がかなりそういう面に関心を持っておられるということもありますので、今のお話しをぜひ、その時にもう1度ご質問いただいて色々ご意見いただくというようなことだと思います。農業、営農問題、行政の問題とか、かなり絡んできますので、ここでは今すぐ事務局の方でこうだということは言えないと思います。ただ室長の方で何かそういう対応はあるということでお答えできますか。

(事務局) 今、委員の方からありました件ですが、委員長の方からもやはり環境との絡みもあるということで、挨拶でも述べたのですが、環境の方の意見等も色々入れながら、今の問題は今後解決していきたいと思っております。

(委員) 私が補足説明しますが、地質の方からいうと、空港は海よりに建設されるため、もしも影響が出るとしたら地下水で、その結果サンゴ礁に対してもその影響が懸念されます。そのため、海の中に地下水がどれくらい流れていくかということを中心に把握しておく必要があるかと思えます。空港が建設されると、確かに地表流出が増えるかもしれませんが、増えたものを海へ直接流すのではなくて、海岸線に沿って分布している沖積層に供給してやればよいと思います。沖積層が分布するゾーンの透水係数は、かなり大きいので、容易に浸透するかと思えます。解析結果をご覧になったらわかると思いますけれど、沖積層の透水係数は 1×10^{-2} くらいのオーダーで非常に水の通しがよい地層ですね。だから空港が出来ることによって地表流出水又は空港を造る過程の工事中に発生する地表流出水をそのまま水路から海に流すのではなくて、海岸線の沖積層のところに導いて地下に浸透させれば、海岸線における地下水位は空港建設前の状態とあまり変わらず、結果として海に供給される地下水の量もあまり変わらない。

それから、あともう1つ、ドレーン層というのは石灰岩で造成されますね。現生サンゴ礁はいずれ死滅して化石となれば石灰岩になります。石灰岩中と現生のサンゴ礁とは、いわば親戚関係にあるので、石灰岩層中を流れてきた地下水はサンゴ礁に対しては、地下水中に溶出す成分などの面から考えても、そんなに悪い影響を与えるようなことはないと思います。もしも、あるとしたら先生が専門のトムル層の切削した表面を雨水が流れるときに、トムル層の鉱物を水が溶解してどのくらい流れるかということが心配です。今回の場合、トムル層の透水係数は非常に低くて水を非常に通しにくい。たぶん、そのオ-ダ-は 1×10^{-5} とか-6乗のオーダーだと思います。もし、影響が出るとしたら長い時間がたって出ると

ものと思われます。トムル層起源の影響が出来るだけ出ないように、カラ岳などのトムル層を切削して出てくる岩石などは空港の下に封じ込めてしまって水と触れないようにし、地下水は石灰岩層を通して流すような構造にすればその影響は無視できると思います。現在でもカラ岳周辺にはトムル層は分布していて、自然やサンゴ礁に対してその影響は低く抑えることができると思います。工事においては、できるだけ今以上に地表水を海に直接流し込まないような仕掛けを作ればよろしいかと思います。その対策としては、地表水を耕作土壌や草地なり、あるいはドレーン層なりを通して、可能な限り地下に浸透させてやれば良いかと思います。地下水は海岸の沖積層を通して海に流れている訳ですから、沖積層の地下水位ができるだけ現状に近い水位に保てるような仕掛けを考えることです。排水路と沈砂池等の配置ですが、沿岸に分布する沖積層の地下水位が現状に近づくような工法なり仕掛けを考えておけば、赤土流出等の問題も生じ無いと思います。沿岸部における地下水位に変化が無ければ、海に流れ込んでいく地下水の量そのものについても大きな変化はないと考えられます。そのため、対策工としては沿岸部における地下水位が変わらないような仕掛けを考えればよろしいかと思います。

(委員長) たぶん現時点で、どこが農地でどのくらい植栽があるかということがつかめないものですから、場合によってはそういう農地における農薬と土壌、色々な表層土壌の異質なものがあつたりすると、それも一応頭の中に入れておかないといけない。そういった問題もたぶんお考えだと思いますので、この辺についてはもちろん環境の方で当然対処されるものだと思いますから、今日はこれくらいにしまして、またその時にぜひみなさんのデータを表示していただきたいなと思います。時間が予定より過ぎましたので、あとの議事と関連しますから、この3の赤土等対策の基本方針ということに入らせていただいて休憩をしたいと思います。この件につきましては前回あまりにも基本的な考え方がお粗末すぎる、簡単すぎるというようなことでした。やはり慎重な言い回しあるいは表現、そういったようなことが必要ではないかと言うようなことがみなさんから提言されましたのでここに案を出してあります。何かこれについての事務局の方から簡単な説明、必要ですか。

(事務局) 資料の3 - 1 ページ以降にご示しいたしております?(省略)

(事務局) 色々、文言その他については校正すれば何回でも校正したくなるのがこういう文章の性質ですが、色々とまた後から読んで、どうかな?というような気もしないでもないのですが、基本的な考え方としては、こういうことであるということでご了解いただければと思います。何か他にご質問がありますか。特になければ進めさせていただきたいと思います。

(事務局) 盛土の構築に関して、今まで何回か議論させていただいて、この細かい形ということではなくて、こういう形のドレーン層を設置するという考え方について、委員会の方としていかがでしょうかということをご審議願います。今まで第2回に(案)を提示させていただきまして第3回に解析等をさせていただいております。第4回で補足の解析の説明結果などのご説明させていただきましたが、委員会として、まずこういう浸透ドレーンというようなものを作る、盛土の中に浸透ドレーンを作るというような形の盛土構造

に関して、基本的にこの方向で考え方としてよろしいのではないかというあたりの検討と
いいますか、細かい設計の話しではございません。その辺につきましては、今後さらにつ
めていかななくてはならないと思っております。方向性としてどのようなお考えを持って
いただけるかというあたりをお示しいただければと思っております。

(委員長) 環境委員会も非常に関心の的であったと思うのです。工法はどういうふうになるのか、
だから自分たちも大いに関わりを持つというような意思が強いようでございます。そのよ
うな認識はあるようですけれども、問題はそういう計画アセスメントからそれを進めて環
境アセスメントというようなステップを踏む段階において、今やっているのはある程度1
歩踏み出してというような状況かと思うのです。その時に今ある案をどういう形でカラ岳
の陸地のどこに置くかということをお大前提に踏まえての議論でない、あっちに飛んだり
こっちに飛んだりというようなことになると、後戻りというようなことなるのです。そ
ういうようなことと同じように、今こういった工法を我々はまず考えて、提案する。それ
に対して色々な欠点があるということになれば話は別ですけども、一先ずそれで進めて
いって環境の面からの了解も得られるようなものであるというお考えでこの盛土のやり方
をお大筋でお認めいただきたいということなのです。よろしゅうございませうか。この辺
についてご意見いただきたいと思っております。

(委員) 先ほど委員長からもお話しありましたが、このドレーン層を設ける大きい根拠は、この
空港を造る時にそこに降る雨の量を、従来降っていた雨の量を地下に戻して環境に影響を
与えない。特に海浜とか。そういうところに影響を与えないようにするためのドレーンだ
ったですね。それで、これまでの過程の中でいくつか方法があったと思うのです。ここ
に降る雨をその通りだいたい戻すのに何か3つくらい案があって、それから1つ外れて2
つにだいたい絞ってきて、ここに今1つ出していると思っております。素人的なところもあ
るのですけれども、この琉球石灰岩だけです。このドレーンを20mの高さですね。約20
mぐらいですね。いずれにしても大まかに言えば20mくらいはたぶん石灰岩の層を作
ると思うのですよ。それはおそらく水がずっとつかっていれば、この石灰岩のすき間にず
っと水がある間はそのままずっと流れていくかと思うのですけれども、こう流れていって
は乾き、流れていっては乾きを繰り返している間に、炭酸水素カルシウムの間は解けてい
ってみんな流れていくのだけれども、何かこの乾燥とこの湿気の間をずっと繰り返してい
る間に、また炭酸カルシウムみたいに析出して、鍾乳洞の話ですよ。こう何か目を詰め
てしまうのではないかなという気がするのです。これは実際わかりませんが、イメージ
的で申し訳ないのですけれども、だから水を元に戻すという考え方からすると、今これ
だけに固定していただくと、それだけの裏付けのデータは大丈夫なのかなというのがある
のです。これ、大丈夫ですか。この琉球石灰岩を20mくらい高さに積上げて、そこで
水を抜いていくという場合に、この溶出と乾燥というのか、酸化、それを繰り返してい
くはずですから目詰まりは大丈夫なのかなという気がしているのです。先生、大丈夫ですか。

(委員) 大丈夫です。現在石垣市周辺に分布している琉球石灰岩層の厚さは、厚いところで約40
m位です。平均すると25～40mの範囲にあると思っております。琉球石灰岩層が比較的広く

分布している宮良周辺でも、この琉球石灰岩層に地表の土壌が流れ込んで詰まったという話は聞いたことがありません。雨水も土壌を透して石灰岩層に浸透して地下水となり、ちゃんと流れています。今まで自然界を見ている限りでは、降水によって侵食を受けた石灰岩の隙間に、地表の土壌または水によって運ばれてきた泥などが詰まって、水が石灰岩層中に浸透しなくなったということはないと思います。それから、宮古島では、地表面には薄く土壌が分布していますが、地質的にみるとその表層部は、琉球石灰岩で覆われていると見てさしつかえありません。断層崖などに沿っては、琉球石灰岩が地表に直接露出していますが、この石灰岩が降水や地表水により溶かされて孔があき、また、その石灰岩が地表水などで溶かされた孔に泥などが詰まって水が流れなくなったといった話なども聞いていません。このようなことは、自然の状態では起こり得ないと思います。それから、琉球石灰岩の空隙率を測定すると、だいたい12～13%ぐらいあります。場所によっては15%ぐらいのところもあります。もちろん鍾乳洞が出来ているような場所での空隙率は100%です。平均的にはだいたい10%～12・13%ぐらいの空隙が琉球石灰岩にはあります。その空隙の間を水が流れているということです。水が石灰岩を溶かして、その隙間を水が流れて、それからまた、水に溶けている炭酸カルシウムにより隙間を補修して流れているというわけではありません。琉球石灰岩にはもともと通々の隙間があいていて、その隙間を水が流れていると考えてさしつかえありません。水が石灰岩を溶かすのではなく、水の中に溶け込んでいる炭酸が石灰岩を溶かしているのです。大気中には、250から300ppmの二酸化炭素が含まれています。この二酸化炭素CO₂が雨水に溶け込んで炭酸となり、地下水となって石灰岩の隙間を流れる時に若干の石灰岩を溶かすということは観察されています。宮古の例ですと、宮古の上水道の水は全部地下水です。石灰岩の中を流れてきたものを上水道として利用しているのですけれど、この地下水に溶けているCaCO₃の量を測定すると、水1リットル当たり約250mg含まれているといわれています。確かに、この地下水に溶けているCaCO₃は雨水に含まれている炭酸により、石灰岩が溶かされたものといえます。宮古島には年間約2200mmの降水量があります。この雨水により溶かされる石灰岩の量を計算すると、1000年間でおよそ6～8cm、10万年で6～8mの厚さの石灰岩層が溶かされて消えるということ（石灰岩の比重を約2.6、地下水へのかん養率50%、宮古島の面積を約160km²として計算）だから心配ありません。

（委員） すいません。だから思うに、上部の方は前に出ている別個のドレーンがありましたね。あれを一部ある深さは入れている方が安全というか、安心ではないかなという気が素人的にするものですから。今、全部これでやろうという考え方ですよ。今の案を求めておられる理由は、それだけです。

（委員長） 一先ずどちらかということになるとまた難しいのですけれど、先ほど色々出ました材料力学という、あるいは石灰岩の耐久性と言いますが、そういったようなこと、特に乾湿繰り返しによる弱体化と、あるいは密度の変化というようなことはぜひ、おさえられるものは押えていただきたいと思います。そういった形での、疑問あるいは不安感というのは、

この工法検討委員会でも答えられなければいけないと思いますので、ぜひそういった面もおさえておいてください。これは時間のかかることで、その実験をやろうとしたらまたこれから何年も何年もとこういうことになりますけれども、おおよその状況は、宮古の例がありましたし、ほかにもありますので、資料は準備をしておいていただきたい。それが、この工法に対するひとつの信頼感というか、不安感をいくらかでもやわらげる手立てになるとと思いますので、その辺よろしくお願ひしたいと思います。そういうことで、先生からもうひとつの案もというようなことでもございましたけれども、そういう状況下で、どうしても駄目だという事態が出てくれば、話は別ですけれども、一先ずこの線でこのレールで進ませていただきたい、とこういうふうに思うのです。よろしゅうございますか。事務局としても受け答えができる体制をいつも準備しておいていただきたい。そういうことで、ちょっと予定が過ぎましたけれども、前半が終わりまして、次に今回の審議に移ります。前回の議題は、非常に重要なことであるわけですから時間を取りましたけれども、これから3・4という段階に入りたいと思います。今、20分でございます。10分ほど休みまして、30分から後半進めて行きたいと思います。よろしくお願ひいたします。

(休憩)

(事務局) 後半に入らせていただきます。ただ今、3時30分で、あと1時間30分ほどの審議です。議題は2つありまして「施工計画の概要」と「赤土対策等々について」でございます。まとめて資料2と資料3をご覧いただきたいと思いますが、まとめて事務局の説明をお願いします。

(「施工計画の概要」と「工事段階ごとの赤土等流出対策」の説明)

(委員長) どうもご苦労様でした。盛り沢山の資料でございますけれども、前半でも申し上げましたように、この盛土工自体が非常に環境の問題と密接に絡んでいるということで、やはり慎重に慎重を期してというようなことです。ただ、この施工の計画というのはピシャリ決まったような方法ではないのですけれども、一般的に通用している工程計画というようなものに準じているわけです。従いまして、何度も申し上げますけれども、工事をしながらの色々な配慮、あるいは多少の変更ということもあろうかと思ひますけれども、一先ずこういった形で施工計画を行っておりますので、資料2と3はいっしょにご議論いただきたいのです。そのようなつもりで、しばらくの間ご意見をいただきたいと思ひます。特にこの赤土問題というのは、非常に関心と呼んでおります。本土の団体さんも色々注目をしていらっしゃるから、是非しっかりしていただきたい。ただ、こういうのは机上論といひますか、経験のある方々はある程度理解できますけれども、全員がこれを上手く理解して、特に地域住民の方々がそういうことに通じているとは思ひません。可能ならば県のこれまでの、特にこういうのはダム工事で非常にすぐれたやり方をやっておりますので、県のダム工事の事例とか、あるいはそういったもののビデオとかあれば、そういうものを住民に解説としてやってもらいたい。現実には伊平屋の我喜屋ダムの機械処理施設といったようなものも始動しておりますので、そういったものを紹介するとか、あるいは国のダムの場合の、そういう処理施設の写真なりビデオなりありましたら提供していただ

いて、理解を深めていただくということが必要だと思います。環境のみなさんには、是非この説明図を見ていただいて、色々理解していただきたいと思いますが、しかし細かいところは十分に理解していただけないとは思いませんけれども、誠意を尽くしてやっていただきたいと思います。後ほどの話になりますけれども、環境委員会のみなさんの有志といっしょに、色々やる場合にしても、この問題についての議論を深めていきたいと思います。今日はそういう意味で施工計画の概要、それに絡む流出対策ですと、おおざっぱなところでこういった形で進みますということの前提でご議論いただきたいと思います。よろしくお願いたします。あと時間の許す限りと申し上げましても 30 分程度しかございません。よろしくお願いたします。

(委員) 100 万 m³ の不足分の調達先、これをちょっと教えていただきたいのですが。

(事務局) 100 万 m³ の不足土については、とりあえず購入を今考えております。買ってから作るという・・・。

(委員) 具体的にはまだ。

(事務局) あちらこちらに鉱山がありまして、まだどの鉱山というのは決めていないのですけれども、これから決めたいと思います。

(委員) これは調達量がかなりありますので、それはかなり確定というか、それがまたおそらく購入土の色の質とか、そういうものも含めて本当に 100 万 m³ 調達する可能性があるかどうかですね。

(事務局) 埋蔵量を調査しておりまして、特に量的には問題ございません。ただ、試験をしてやらないといけないというところを考えております。

(委員長) 普通、材料調達は現地主義ですね。建設廃土はそこで使うとか色々なことがあるのですが、購入というのはどういう経緯で購入にしておるのですか。それとも県前に聞いた話では色々なところ、例えば多良間島とか白保とかありましたですけども、もう 1 度理解をしていただくためにそのような経緯をちょっと説明いただきたい。これは環境の問題かもしれません。

(事務局) 今のご質問ですが、我々としましては出来るだけ現地に近い、質的にも下のほうの地盤と同じような系統のものを使いたいということで、色々な調査を入れております。そうしたところ、このカラ岳周辺にも結構鉱山がございます。それと、また近くにも鉱山があるということで、その辺の埋蔵量、先ほど説明がありましたように調査したところ、十分ありますので、新しいところから不足土を持ってくるよりは、そういう購入した方がいいのではないかということと、先ほど委員長からもございましたように、多良間の方にもいい質の土砂がありますので、これも我々一応は現在これを使うということも考えておりますが、できるだけそれは単価の問題もございますので、できれば近くで全部用が足せば、近くの方から買っていきなとと考えております。

(委員) それは新しい開発はできるだけしないという考え方をベースにして、管理されているところから調達します、そしてリーズナブルな価格であればそれを使うのがベストでしょう。そういう考えだということですね。それと、私の方からは、この資料 - 2 の関係ですけ

れども、3はまた後ほどということですが、いくつか申し上げたいと思います。基本的にまず工期の設定です。工事期間の設定を3.5年と4年弱というふうに設定されたと。全体としての土工量、土を動かす量が多ければそれだけ危険も多いということなんですが、逆に工期を長くすると裸地を生じている期間が長くなるということで、これまた気象変動とか、色々なことを考えると、なるべくコントロール可能な範囲で期間は短い方がいいのですけれども、されとてあまり大規模に同時にたくさんをやること、ブロック管理、ゾーン管理というか、それもむずかしいということの中で検討した結果3.5年ということだったんだと思います。率直なところ担当された方にお伺いしたいのは3.5年で600万m³というのは、他空港色々比較されたと思いますけれども、今までこの委員会で色々議論した事柄に対して、これならば自信を持っていけるなというものなのか、結構なるべく期間のリスクを抑えるために頑張っているんだ、汎用の機械を中心にしながら、大型は少して……。その辺の感想めいた話ですけれど後ほど伺いたいなと思います。それがこれから詳細な施工計画を立案していく上で、やはり直接数字を扱ってゾーンを色々検討された方が、きついなと思っていけば無理が出やすいし、これならば色々な実施計画の段階での変更といいますか、現場を管理しながら色々配慮していくのに多少は余裕があるなということであれば、ある意味でいえば、今の段階では周到な注意が払われているのかなということでございます。感想を聞くというのは非常に野暮な話かもしれませんが、お伺いしたいなと思います。それが期間についてです。それから2点目は準備工の考え方をお伺いしたいのです。やはり準備工の段階は、1番皆も注目すると思いますし、逆に自分たちが色々検討してきたものが、これで確かだという自信を持っていけるかどうかというのは準備工の段階が非常に大切ではないかと思うのです。準備工といいながら、これだけ長い付替え道路もありますし、排水路もありますし、それから沈砂池にしましても、浸透池にしましても、それぞれ見れば結構の大きさの物だと思います。それでお願いしたいのは、この準備工の段階の工事計画については、本当に細心の注意を払って取り組んでもらいたいと、付替え道路1つにしましても、1件の工事をキチッとやるのだというようなつもりで取り組んでもらいたいということです。この時点で計画の段階ではこういうふうに想定していたということが数値的にはハッキリしていると、その段階で実際に情報化施工とか色々いうのですけれども、現場を動かした時に、チェックしてみて自分たちの事前の想定が合っているか合っていないか、考えている情報化施工というのが大丈夫なものなのか、相当の厳密な現場管理が必要だというものがわかります。ぜひ準備工については詳細な検討を行った上で評価をしていただきたいなというふうに思います。3点目はゾーニングですけれども、この国道で南北といいますか分けて取り組むというのは非常によろしいかと思うのですけれども、このゴルフ場ですね、こういうものがいざという時に、想定していなかったような降雨量が来たりした時に結構土砂流出のバリアになってくれるという意味で、このゾーンの詳細を検討するときにぜひ現在ある植生が、そういう予備的な防護工に使えるところはどこなのか、それはどういうふうに活かすのかということを考えていただきたい。それから、もう1つはカラ岳の掘削です。この掘削期間と現場を掘

っていく期間が盛土の材料のセレクションの関係で非常に長い期間掘削するのが、それともこの掘削が1番北側のゾーンのフォーメーションの関係で長くなるのかわかりませんが、出来ればこういうところについてはなるべく早く、短時間に施工上可能なコントロール可能な範囲でなるべく短期に終えて、上に工作物を作るわけではありませんから、植生するなり、あるいは締固めてしまえば済む話なので、なるべく早く措置して上を仕上げた上、裸地面積を小さくするというようなことが必要ではないかと思えます。同じように制限表面もそうですけれども、上に工作物が乗らないところは切ったら工程上やむを得ない場合は別ですけれども、切ったらすぐそこを表土が流出しないように固めてしまったり裸地を抑えていくというようなことで、これも詳細な検討の時かと思えますけれども、考えていただきたいなと、そのように思いました。以上です。

(事務局) まず1点目の3.5年で計画しているのが大丈夫かどうか、その辺ですけれども、基本的な超大型、既存の空港で使われているような大型の機械を用いますとエリア的にももう少し範囲を絞っていただけますし、工期的にもまだ若干余裕がある状況でございます。ただ先ほども申し上げました通り、石垣空港近隣にはそういう大型機械がないというふうな関係もございまして、極力あまり海を渡って大型機械を持ってくるのもどうかというところで、その辺の適切な施工機械の組合せをこれから詰めていくというような段階でございます。あと2番目の点で準備工についてですけれども、全くおっしゃる通りで、特に道路の施工や切り回しが、かなり延長が長い関係でございます。ちなみに国道については概ね2年くらいの施工期間がかかるだろうと考えておりますし、水路についてもかなり延長が長いというので順番的には先に施工するエリアを考慮しながら、先ほどちょっと3番目の点で出ました既存の植生を配慮しながら、例えば既存の植生がないようなところには早めに水路を作るとか、そういう配慮をしながら具体的な施工計画を立案していくような考えでおります。今回はまだ間に合っておりませんが、その辺を踏まえて施工計画を立案したいと思えます。あと、もう1点。カラ岳の施工でございますけれども、実は一番悩んでいるところでございまして、実際カラ岳自体が、概ね1割くらいの勾配を持った山でございます。従ってなかなか大型機械を上に乗っていけないという事情がございます。それと、施工を早くするという方法はダム施工で考えればございますが、発破等を用いてやれば確かに早く施工は出来ると思えます。ただ、その辺がまた環境上に与える影響とかその辺を考えますとなかなか短時間でカラ岳を切削するというのが施工機械の能力的に厳しいというところがございます。これも極力早くできるような方法を考えまして、次回等に具体的に提示させていただければと思えます。

(委員) 先ほどの話でゴルフ場の跡地の問題が重要だということですが、ゴルフ場の面積は、前回の委員会で質問した時の回答では約80haだったかと思えます。80haの内、50ha分が空港の建設によってなくなるということでした。空港建設後においても、できましたら残りの30haはきちんと残していただきたいと思えます。理想的には、現在あるゴルフ場の面積に匹敵する芝生で覆われた土地が、同じ流域内の別の場所に確保できればよいのですが。工事が始まると、残りのゴルフ場跡地は土砂置場等に利用されることになるか

と思いますが、空港建設が終っても残りのゴルフ場跡地 30ha 分については、できることならば、ゴルフ場として利用していたのと同じ状態で残していただきたいと思います。それから後もうひとつのお願いは、現況の表層土壌の透水性が大きく変わらないような工法で空港建設工事の計画をお願いします。工事に伴う赤土流出防止対策として、この排水計画は、本土での基準を元にして立てられているかと思いますが、本地域における空港建設予定地周辺の地質は、他の本土地域と違ってその透水係数が大きく、多分 1 オーダー違います。自然の状態、地表流出する水を貯水池に溜めたとしても、その貯水量は多分予想している量よりも少なくなると思います。私が心配しているのは、施工区域内で発生する地表流出をその区域外に一切流出させないようにするため、または地下に浸透させないようにと、3面張りの排水路等を設けて、根こそぎ貯水池に溜めようとしていることです。地下水の観測結果等が出たら明らかになると思いますが、この地域の地表流出率というのは、平均すると最大でも 10 ~ 15 %位だと思います。宮古島などの琉球石灰岩が分布する地域ですと地表流出率は、通常多くて 10 %位に収まるはずで、ということは、現状の透水性をあまり変えないような工法を採用して、かつ、施工エリアを取り巻くようにバッファゾーンとして芝生などの牧草地を設けて施工すれば、心配するほどの赤土などの地表流出は発生しないと思います。地表にダムが建設できるような地域では、地表の透水係数は 1×10^{-4} から 10-5cm/sec オーダーが普通です。そして、少なくとも 10^{-4} のオーダー以下でないとは水は溜まりません。空港建設予定地の大半には、琉球石灰岩に代表されるような透水係数の大きい地層が分布していて、その平均の透水係数は 1×10^{-3} のオーダーですから、他の地域に比べて 10 倍から 100 倍大きいといえます。そのため、通常の降雨は地下に浸透してしまいます。だから、地表の透水係数を急激に減らさないような工法により施工し、なおかつ、空港滑走路建設予定地周辺を芝生や牧草地で取り囲むといった準備をして施工していけば、たぶん地表流出というのは起こらないと考えてよいかと思えます。もともと、空港建設予定地周辺には川らしい川など発達していないわけですから、無理やりに排水路を設けて地表水を溜める必要はないはずで、本来ならば地下に浸透していくような地表水を何処かに溜めることにより、海岸における地下水位が下がる可能性すらあります。海岸線の地下水位が下がらないような対策を講じて施工すれば、地下水は現状と同じように海に向かって流れているはずですから、サンゴなどの生態系に対する影響等も少ないと考えられます。問題になるのは、沈砂池における濁水を沈澱させるために凝集剤としての薬品の使用とか、あるいはカラ岳を切削した際に露出する岩盤・岩塊と表層水とが化学的に反応して強酸化した場合における処理方法だと思います。できるだけ生態系等の環境に配慮した工法を考える必要があると思います。

(事務局) ゴルフ場が 3 割くらい残るのですけれども、これの取り扱いについて、石垣市と調整しているところなのですが、個人有地ということで何らかの規制をかけないと問題があるだろうということで都市計画法上の地区計画とか、そういうところから攻められないかなということで今検討しております。ただし、非常にむずかしいという感じです。ただ、今の状態がいつまで、例えば工事中残るか、あるいは今後とも残るか定かでないですけど

も、とりあえず個人有地ということから非常に厳しいところがあるなという感じはしています。

(委員長) 細かいところは当然専門家のご意見を色々聞いてやります。出来たらこういうプロジェクトというのは短期決戦がいいわけですし、なるべく早い段階でということですから、ここでやっている施工フローも臨機応変に、場合によっては、沖縄の場合、特に石垣などの場合、台風が停滞したり色々思わぬ異常気象も発生します。そういうようなことで雨が多かかったり、あるいは逆に乾季が多かかったりというようなこともありますので、やはりハードでやろうと思えば我々技術屋はなんぼでも施工出来ますけれども、そうはいかない部分が気象環境でもあります。今の環境?生態環境でもありますので、どうしてもソフト的な対応ということが期待されます。しかし、やはりプロジェクトとしては早い方がいいので今さっき委員も言われたように並行して、ぜひ出来ることは大いに一緒にやって、これは予算の捻出の問題にも関わってくると思いますけれども、道路の切り回しとかその他のものについても必ずしも杓子定規にやれないものがあると思いますが、できたらぜひソフト的な対応で工程を綿密に考えて、ぜひ可能な形で早めにするということに努力していただきたいと思います。細かいことは、もうこれはやはりだんだん進んでいかなないとわからない部分がありますし、またこういう図面上のものだけでは納得もいかない部分もありますし、また実際に実施可能であるかどうかともわかりませんので、ある程度そういうステップを踏みながら、環境に優しい空港造りをするということを念頭に置いて、細かいところはぜひ専門家の意見、あるいはまたこれまでの色々なデータをかき集めてご検討いただきたいと思うのです。そういうことで事務局は対応していただきたいと思います。では、ご意見どうぞ。

(委員) 赤土と流出対策の概念図というのは、その考え方が基本でいいと思います。まずは表面を覆う。それからあと流れてくるのをなるべく止めて、やむを得ず流れてきたら落っことして排出する。その時に先ほど先生もおっしゃっていましたが、やはり科学的に処理したら、その処理した水の中に溶存しているもので環境に負荷を与えないような形にしないといけませんし、なるべくそれは避ける方向で、やっていただけたらと思います。それから、この考え方に立ちますと、最初話しましたように、この施工手順のところがありました、この資料2 - 14ページのここが1番肝心かなめなのです。このモニタリング調査というか、なにかその工事のステップに応じたときに、やっぱりお目付け役がいると思うのですよ。ここに。ここに是非、その辺のところも入れておいていただいて、たぶん忘れるかもしれないので、この手順のところにはぜひ入れておいていただきたいと思います。そして、そのつど工事のゾーニングに従って工事をしていく過程で結構ですから、それぞれチェックしていただいて、それくらいシビアに気を使って工事を進めていくのだという姿勢を是非示していただきたいと思います。最後がまた評価もやっていくという形ですね。もう1点最後の話は、このゾーニングについてです。先ほど先生もおっしゃっていましたが、けれども、これも素人的で申し訳ないのですけれども、この工事屋さんがやりやすい形で効率的にやっていくという前提もあるのでしょうか、やはりこのゴルフ場の地域は、

もう今まで何度も話しているように、非常にこの石灰岩地帯で、しかも草が覆っていて、濁水が流れてきても多分にフィルター効果を発揮していってくれる場所ではないかと思えます。そうしますと、そのゾーニングをなさっていく時に何かこう流れてくる水もそのところに流れて込んでくるような格好で工事を進めていけないのかなという気がする訳です。もちろん、轟川の畑のところの裸地の部分をまず覆うというのが先です。先ほどおっしゃっていましたように、この放置畑になって、裸になっているところが問題だとおっしゃっておられるわけですから、まずそこに例えば植被をする作業からはじめるとか、何かそういうような形でやっていただけたらと思います。あと、カラ岳の掘削の方は飛行場の機能上というのですか、どうしても削らないといけないということでした。土量が必要という前に、どうしても削らないといけないという話でしたので、僕も先生と同じ意見でやらなければいけないところは早くやって、覆った方がいいのではないかと思います。もう緑地にするなら緑地にして、幸いにそこは草地になっていますので、そこも少々削っても、その過程でおそらくフィルター効果を発揮していくはずですから、いいのではないかなという気がします。だからもう、なるべく早めにやっていただけるような形がいいのではないかと思います。あと、ゾーニングはさっき言いましたように、なるべくこの赤土が流れていきそうなところから工事をしていただいて、なるべく水はけの良さそうなところに水、濁水も流れ込むなら流れ込むような形でよそには流れていかないように、ここを通過して流れていくという工事現場でのゾーニングというのですか、それを是非、お考えになって進めていただければと思います。考え方も非常にこれでいいのではないかと思います。

(事務局) 今のことについて1点ご説明不足だったと思うのですが、さきほどお話があった通り、琉球石灰岩の部分につきましては極力そこを残して、そこに浸透させるという考え方も当然あるかと思えますけれども、先ほど委員からも出ましたとおり、こういう調整地はこういう琉球石灰岩のところではこんな大きなものはいらぬのではないかとというのが、まず先ほどご意見がありました。これにつきましては、当然のごとくゾーニングの段階に応じて、これの大きさは変わってきます。今、このステップ1の段階ですとここしか施工しておりませんので、こんな大きなものは基本的にはいらぬわけです。ところがステップが進みまして、例えばステップ3ぐらいになりますと、このエリアが盛土で覆われてしまいます。そうするとこのところの水の行き場所がなくなり浸透できなくなりますので、それを受けるためにこういう大きな、基本的にはこの流域面積全部を最終的には立ち上がりますので、この面積を受けるだけの大きさの雨水調整地を設置するということを考えております。更に委員の方から、ここの発生した濁水を例えばこの段階ですと、ここのところは琉球石灰岩の現況の状況になっております。ですから、ここに降った雨を入れるということにすれば濁水の抑制になるのではないかというお話があったのですが、今ひとつちょっと考えておりますのが、ここの琉球石灰岩で空洞等がある可能性があるとして、ここで赤土を直接入れてしまうとそれが海域に直接出て行ってしまって、海域への影響があるのではないかと懸念しております。今はここの盛り立ててしまったこの段階の盛土面に降った雨については基本的にはこの地下浸透を促すのではなく

て、処理したあと地下へ還元するということを考えております。

(委員長) 色々のご意見が出ましたので、事務局としては是非そういったことも勘案しまして、ある意味では良きにはからえということになるのかもしれませんが、やはり色々な考え方、色々なやり方があると思います。そういうことで前向きに検討していただきたいと思えます。色々のご意見がありますので、是非その辺の整理をしてもう1度ヒアリングを行うなりして、進むというか次回に備えていただきたいなと思えます。今、資料2ないし3も入っておりますけれども、他に何か時間も迫っておりますのでご意見ありましたらどうぞ。

(委員) 今だいたい3委員の方が、私がお質問する前に回答もいただいたような委員からの話もありましたけれども、やはり基本的に大切なのは、この色々濁水処理の水路であるとか、そういう容量自体は委員の方から、これは透水等で十分対応できるということでした。ただ、やはりこういう杓子定規に計画、一見赤土が完全に流出が防止できて25ppm以下で抑えられるだろうというようなことで対応されても必ずしも工事プロセスの中で、それが例えば平時はいいのですけれども、非常に雨が、大量の雨が降った時にいったい本当にこの状況で足りるのかどうか。これもまた、委員の方でモニタリング、ご質問しようとしていたのですけれども、この項目が非常に必要だと思えます。紙一重で、この工事計画いわゆる準備工の段階から抑えられるというような計画を立てているのですが、非常に変動的な事態が起こった時に、要するにおそらく工事プロセスが1番大切だと思うのです。出来上がってしまったからは、これはもう何でもおそらく対応できる。ただやっぱり、工事プロセスの中で決定的な、海に対するダメージが発生するということが非常に危険なわけですね。それで私自体は、赤土自体が本当に25ppmで完璧に抑えられる補償というのはないのではないかなと思うのです。そういうことで、先ほど委員長も言いましたように、施工された事例の中で、こういう形で本当に25ppmという基準のものが本当にあるのか。ないと思うのですけれども、非常に厳しい基準、これが本当にクリアできたような事例があるのかどうかですね。あるいは、その当初のこういう準備工からの中で、計画と実際の実行との間の相誤が本当に、たぶんあったと思うのですけど、そういう事例を少し示していただいて、それに対して実際にこの石垣空港をきちっとして、赤土対策等が対応できるという確信を逆に示していただきたいと思えます。

(委員長) はい。どうもありがとうございました。やはり色々とむずかしい問題がありますが、今問題になっているこの施工フローですが、私が言いましたのは、いわゆる一般的な土木工事の施工フローということとして、それに並行して欄外なり、別欄にして、この時点でコレをやるアレをやるというソフト的な対応の、例えばモニタリング始動とか、そういうようなものを備考欄なり何かにして、これはフローというよりは総合的計画というふうな形で示していただければ、皆さんにもご理解いただけたと思えます。ある意味では土木屋がやるような普通の施工フローということから踏み出して、今回は是非そのへんも入れたようなわかり易い総合的なチャートを作ってもらいたいのではないかと思います。他に無いでしょうか。

- (委員) 私が理解できていないのですけれど、盛り立てのところの周辺擁壁の施工手順ですが、これはどういうことになっているのですか。説明あったかもしれないのですが、教えていただけますか。要するに擁壁ですね。間知にあたる場所です。例えば42ページ。要するに周辺擁壁ですね。この手順で周辺には水路が回ると思うのですけれど。
- (事務局) 周辺の擁壁につきましては、擁壁がいいのか土提がいいのか、その辺につきましては今後検討課題だと思っておりますけれども、これにつきましては、施工に先立ちましてこういうところの外周部の堤防を築きます。これは今コンクリートのブロックをやるのか、あるいは土提にするのか、その辺は色々また今度検討し、土嚢にするのかというのは検討しますけれども、まずここを先に施工します。それで施工した後、ここのところの盛り立てをして準じこれを積上げてくと、これを先行して盛って中を盛るとような手順で施工していく形になります。当然これをコンクリートにしてしまうと、重量的なものもありますので、その施工性も含めて、今後どういうものがいいのか。あるいは先ほどお話しした通り、これ。海側から見えるこの法面のところだと、景観とかその辺の話もありますので、その辺も含めましてこの辺の構造については今後考えていきたいと思えます。ただ、施工手順としては、その外周を先にやってその後、中を埋めていくと。ですから、これを盛った段階では、万が一雨が降ってもここで中に溜まりますよという状況を造っていきたく思っております。
- (委員) ご質問したのは、要するに紙一重で、赤土の流出を防ぐのは非常にむずかしいもので、やはりある程度のゾーン、幅の中で対応するような工夫も必要ではないかなと思います。特に周辺に対して。特に下方ですね。下方擁壁に関しては、そのあたりで流出が、非常に大量に発生する可能性もありますので、そのあたりの工夫が必要だと思います。
- (委員長) 時間になりましたけれども、何かご意見どうぞ。
- (委員) 今まで沢山の意見が出ていますから、申し上げるまでのこともないのですけれども、例えば、台風期あるいは梅雨の前の各時期ぐらいでいいのですけれども、前も申し上げたかもしれませんが、例えばこの工事対象地域とその周辺の工事区域としてコントロールするところで、現在土地利用の作付け表ではなくて、現存の植生上、緑地になっているところは何haあるかと。各、紙芝居といったら恐縮ですけれども、ステップごとに、緑地がどの程度あってあるいは表層の流出防止工が何haあってという、ステップごとに緑がいくらで抑制工がいくらで対策打ったところがいくらというものを、メルクマール(標識)としては是非お作りになっておいていただいたらと思います。そうすると私どももそれぞれのステップごとに、どのような形で表面が変わっていくのかというのがチェックできますし、またその時に、逆に言えば耕作放棄のところについては流出防止のためにやるのを植生に変えたほうがいいのではないかとか、そういうことも判断ができるようになるのではないかなと思いますので、是非そういうような指標をお作りになっていただいたらと思います。それからもう1つ細かいことで申し上げてよろしいですか。だいたい土木工事を考えますと用地造成が終わるまでは、それぞれの工種ごとに各ステップを作っていきますと、最後一斉に舗装とか設備工をやって、はいパン仕上げとこういうふうになるの

ですね。そのタイミングでだいたいターミナルとかも造っているのですが、ここは従来と違って、堤体の中に浸透工を入れたり色々工夫しなければいけないということを取り組んでいるところですから、もう舗装以外のところは早めに仕上げ、そこは植生をやってしまうとか、細かな話ですけども、全部舗装工はそれまで待つというようなことはしないでやると、そういう細かな配慮も最後の工程まで、届けて欲しいなと思います。先ほど準備工の話をしたのですけれども、どうもその辺が最後まで裸地がこれだけ広がるの、というような感じの工程を作って、詳細はあとで詰めますからと言うのでは、なかなかご理解が得られないかもしれないなと、ふとそんな気持ちでしたものですから。そんなことでさっき言ったメルクマールと合わせて、最後の工程の仕上げるまでの間にどういうふうに変わっていくのかなということをチェックしていただきたいなと、そんなふうに思います。

(委員長) 委員の2番目のお話は、非常に重要なステップでございます。ついつい我々はハード的なものの考え方で土木工事進めるところがあります。それで先ほど予算がどういうふうにつくとするけれども、できたらそういうものを弾力的に運用して、可能なものは先手を打って進めておくというソフト的な財政対応、施工対応をお願いしたいと思います。それから最初に委員も言われたように、私もスケッチとかだけでは、経験した人とかそういうところの施工屋さん、ある程度ピンとくるかもしれませんが、必ずしもみんながそうではありませんので、できたらステップごとのパースというか、あるいはこれは注文したのですけれども、そういったイメージというものをもう少し具体化したような、場合によってはイラストでもいいのですが、あるいはパース、そういったものをところどころに配置しておけば、今この段階だな、こういうふうに変わっているなというようなことで工事の進み具合を一般の方、特に石垣の市民の方にも見せてあげないといけないと思いますので、そういったことを含めてお願いしたいと思います。多くの注文もありましたので次回は相当慎重にさせていただかないといけません。今日の委員会はこれで閉じてよろしいですか。どうもご苦労様でした。一先ず、資料2と3も含めて、今日の議題、審議を終了したことにします。事務局には色々なものの考えと見方がありますので、その辺をひとつ適当にうまくまとめて、次回の委員会に備えていただきたいと思います。大変ご苦労様でした。

(事務局) それでは、次回の予定ですが、10月の下旬から11月の上旬くらいで各委員の方とご相談させていただきたいと思います。よろしいでしょうか。

(委員長) ちょっと待ってください。委員会は終わった形になっていますけれども、次回までに今日の話、委員長としては特に施工計画、赤土流出対策、資料2とか3の内容を、一応環境の方々にも、投げかけて、もし色々な考え方・意見があればそのレスポンスを受けて次回の委員会で、またこれも含めて対応策を考えながら進めたいと思います。そういうこともありますし、またそれを受けて、さらにまた後日、環境の委員会の委員長、副委員長他、1,2名、生態・生物の方々でもよろしいですけれども、3名は入っておられますので、実質、含めての委員会というものを持てればなというふうに思っております。その方

が環境委員会の理解も得やすいと思いますし、ベターだと思いますので、そういうことを1つお考えいただければと思います。次回はそういうことも含めて検討したいと思います。次の工法検討委員会の前に可能な限り、環境委員会を開いてもらいたいという気持ちがあります。以上です。

(事務局) ただ今をもちまして「第4回新石垣空港建設工法検討委員会」を終了したいと思います。長い時間、どうもありがとうございました。