

社会資本整備審議会 河川分科会
河川機械設備小委員会（第2回）

令和3年5月21日

出席者（敬称略）

委員長 松井 純

委員 池内 幸司

有働 恵子

喜田 明裕

戸田 祐嗣

野口 貴公美

平山 朋子

【事務局】 おはようございます。ただいまより、社会資本整備審議会河川分科会河川機械設備小委員会第2回を開催いたします。本日の進行を務めさせていただきます国交省公共事業企画調整課の〇〇でございます。どうぞよろしくお願ひいたします。

本日は、コロナ禍の状況でもございますので、全員ウェブ参加での会議となっております。御発言の際には、このウェブの会議システムの中の挙手のところのボタンを押していただけますと、非常に進行の助けになります。どうぞよろしくお願ひいたします。また、御発言されないときにはマイクのほうを切っていただきますよう、どうぞよろしくお願ひ申し上げます。

それでは、会議の開催に当たりまして、技監より一言御挨拶をいたします。よろしくお願ひいたします。

【技監】 皆様、おはようございます。技監の山田でございます。本日は、委員長をはじめ、委員の皆様方には、非常にお忙しい中、この小委員会に御出席をいただきまして誠にありがとうございます。

河川機械設備におきましては、大更新時代の到来を迎えております。また、気候変動の影響への対応、こういったものも求められておりまして、それらの課題に対応するために、この河川機械設備の在り方について、3月から河川機械設備小委員会において御議論いただいているところでございます。本当にありがとうございます。

前回3月の第1回の小委員会におきましては、機械設備におけますパラダイムシフト、あ

るいは気候変動の影響を考慮した機械・設計等、河川機械設備の在り方に係る論点案、これについて議論いただいたところでございます。別途、4月19日におきましては、マスプロダクツ型排水ポンプ実証試験、これに参加をしていただける自動車業界3社とポンプ業界2社が基本協定を締結することに伴いまして、赤羽大臣に出席をいただいて基本協定の調印式を開催したところでございます。自動車業界とポンプ業界が初めてこの異業種連携を行うということで、イノベーションを促進していくということとしておりまして、大幅なライフサイクルコストの縮減、あるいはメンテナンス性の向上というものを目指していきたいと考えているところでございます。

今日は、第1回の小委員会で御説明いたしました論点案につきまして、新たに総合信頼性の機械設備の導入といった観点などから中間報告案を作成しておりますので、その方向性について御議論いただきたいと思っております。ぜひ忌憚のない御意見を賜りますことをお願い申し上げまして、私の挨拶とさせていただきます。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

【事務局】 技監、ありがとうございました。

会議に先立ちまして、本日御出席の委員を御紹介させていただきます。

委員長でございます。

【委員長】 よろしくお祈いします。

【事務局】 ○○委員でございます。

【委員】 ○○でございます。よろしくお祈いします。

【事務局】 ○○委員でございます。

【委員】 よろしくお祈いします。

【事務局】 ○○委員でございます。

【委員】 よろしくお祈いします。

【事務局】 ○○委員でございます。

【委員】 よろしくお祈いします。

【事務局】 ○○委員でございます。

【委員】 よろしくお祈いいたします。

【事務局】 なお、○○委員におかれましては、本日は御都合により欠席されております。

社会資本整備審議会河川分科会運営規則に基づき、委員総数の3分の1以上の出席がありますので、本委員会が成立していることを御報告いたします。

続きまして、委員長に御挨拶をお願いいたします。

【委員長】 おはようございます。〇〇でございます。今日はどうかよろしく願いいたします。今日は第2回目ということで、今日は特に考え方、パラダイムシフトの話がメインになるかと思いますが、前回は引き続き、どうか活発な御議論いただきたく、よろしくお願いいたします。

【事務局】 どうもありがとうございます。

続きまして、資料の確認をさせていただきます。資料については、資料一覧をおつけしておりますが、資料1から資料5までございます。また、1枚物の参考資料、パラダイムシフトというものをつけておりますが、これもまた会議の中で使用することになるかと思えます。以上でございます。

このTeamsを使いまして画面共有させていただきますので、こちらを御覧いただいても結構でございます。

それでは、議事に移らせていただきます。委員長、よろしくお願いいたします。

【委員長】 それでは、本日の議事に入ります。まずは議事1から2まで、続けて事務局より御説明をお願いいたします。

【事務局】 それでは、議事1、2として、資料1番、2番を見ていただければと思います。画面で共有させていただいておりますけれども、前回の委員会でもいただいた主な意見でございます。

まず、施設の延命化と更新の関係の議論ですとか、2つ目、人手不足が深刻な受注者側にも、技術者制度の見直し、効率的に仕事ができる制度の改善が必要といったこと。気候変動を考慮した設計が重要で、手戻りがないようにということ。さらに、保全方法の検討についてはシステム全体の保全の考え方が必要であるということ。直轄以外で管理する流域内の故障情報の収集・分析が必要ということ。あと、「余裕」という表現は「無駄」とも思ってしまうので、表現に配慮が必要という御意見をいただいているところであります。事務局の回答のほうを右で書いておりますけれども、この後議論いただきます資料3の中間報告のたたき台の中で、これら御意見についても対応している部分がありますので、その部分で、こういうふうに書いていますという説明をさせていただければと思います。

ただ1点、今回、「余裕」という表現を「余力」という表現に少し変えさせていただきましたけれども、ちょっと事務局としてもまだしっくりこないなところもありまして、この表現等については、また先生方にも御議論いただければなというふうに思います。

続いて、資料2のほうでございます。マस्पロダクツ型排水ポンプの進捗状況でございます。4月19日でございますけれども、ちょうど1か月前ぐらいであります、基本協定を、この実証実験に参加する5社と国交省の間で結ばせていただいております。1枚目のほうにその模様が書いてありますけれども、大臣出席で、それぞれ社長様、副社長様に出てくださいまして、協定の調印式をさせていただきます。基本協定の中身ですけれども、細かなことは決めておりませんが、それぞれの役割分担と費用負担の考え方、それと知的財産権の取扱いですとか、主にそういうことを決めている協定の中身でございます。

次のページをお願いいたします。今後、この協定に基づきまして、大きな役割分担は、もともともこういう役割分担ですけれども、この役割分担につきまして、次のページ、これが全体のスケジュールですけれども、4月19日に基本協定を結ばせていただきまして、今、それぞれの具体的な設計の調整のほうに入る予定にしております。この後、エンジンのほうはすぐできますので、造っていただきまして、それをベースに実験装置ですとか、ポンプのほうはメーカーさんから協力いただいて、かなり工期を短縮して造っていただくということですが、具体の現場のフィールドでの実証実験については来年の1月から開始という形で、年度内には取りまとめを行いたいというスケジュールで考えてございます。

議事1、2につきましては、説明は以上です。

【委員長】 ありがとうございます。それでは、ただいま事務局から説明がありました内容について、質疑に入りたいと思います。委員の皆様から、御意見あるいは御質問ございますでしょうか。

すみません、では私のほうから1点、よろしいでしょうか。今、最後の資料のほうで、ポンプとエンジンをそれぞれ分担してやられるということなのですが、エンジンは在来のものをメインに使うという話で、ポンプは起動時とか、何かちょっと特別なことをするというような御説明があったと思うのですが。

【事務局】 これは今、ポンプ会社のほうで具体的に設計だとかやっておりますけれども、これは横軸ポンプですので、基本、ポンプを満水にしてからポンプの始動をするというタイプのポンプになりますけれども、社によっては満水にしなくても起動ができるような新しい技術ですとか、そういうこともチャレンジしていただいているところでして、そういう取組もポンプメーカーのほうで、いろいろな技術的な取組もしていただいているところであります。

【委員長】 それはこれから実証試験の中でそういうものを試すという、そういうスタン

スでよろしいのですか。

【事務局】　　そうです。

【委員長】　　分かりました。実は、たくさんに分けたときに一番気になるのがその起動時のところで、おっしゃるように、ポンプに水が入らないと動かないということは、やっぱりそれなりの手順が要るわけですね。それをボタン一発でできるかどうかが非常に大きく分かれるところだと思いますので、ぜひ実証試験のときもそこら辺、詰めていただければと思っています。ありがとうございました。

ほかに御意見、御質問ございますでしょうか。よろしいですか。

それでは、続いての項目について、御説明をお願いいたします。

【事務局】　　次は資料3と資料4になります。資料3が「河川機械設備小委員会中間報告（たたき台案）」という形で、今回の排水ポンプに係る考察を整理させていただいてございます。資料4はこれに伴う説明資料ということですので、基本、御審議いただきたいのは資料3のほうですけれども、少し資料3と資料4を行き来しながら説明させていただきたいと思います。

今回の中間報告は主に3つのパーツですけれども、1ポツが趣旨、2ポツが現況ということ、3ポツからが、いよいよ報告としての、提言いただく中身のほうの説明になってございます。

まず中間報告の趣旨ですけれども、中間報告の位置づけをここで書いてございます。一番最初ですけれども、2パラ目からですが、マスプロダクツ型排水ポンプの開発を踏まえて、第1回委員会におけるその論点について、係る部分に先行して審議を行い、中間報告としてまとめるということ。「なお」で書いておりますけれども、この中間報告と、今進めております実証実験の結果なども踏まえて、さらに審議を行い、令和4年夏とりまとめ予定ですから、今から1年少し後ですけれども令和4年夏に最終的な取りまとめを行うという審議の経緯を考えております。ですので、今回の中間報告も御議論いただきますけれども、この中間報告についても来年夏までに、また中身の変更等当然あり得るという前提で考えていただければと思います。

2ポツ目ですけれども、河川ポンプの現状についてということで書いておりますが、これは具体的なデータが資料4にありますので、こちらについては資料4のほうで説明をさせていただきます。この資料の中身を資料3で文章にしておるといふふうに御理解いただければと思います。

最初ですけれども、河川ポンプの現状ですけれども、河川ポンプにつきましては、直轄施設で444施設、都道府県管理施設で421施設、合わせて865の施設がございます。合計しますと約毎秒1万トンを超える排水量を有しているという形で、ボリューム的には東京ドームが2分間でいっぱいになるぐらいの強力な装置でございます。各地域バランスですけれども、直轄ポンプにつきましては、数は九州が多くて、排水量は関東が多いということになります。都道府県の管理施設におきましても、数が多いのは兵庫、佐賀、埼玉でございます。排水量大きいのも兵庫、埼玉、今度は愛知という形で、ある意味特定の、やはり低平な地域を抱える地域に厚く分布しているという形でございます。

次、お願いします。2ページ目です。これは排水規模別ですけれども、10トン未満の排水機場が6割を占めております。10トンから30トンの機場が3割ありまして、いわゆる30トン以上の大規模機場というのが大体1割という形になります。ですので、今回のマスプロダクツ型のポンプというのが、大体1トンのポンプを今考えておりますけれども、1トンのポンプで言うと、大体十数台までが視野に入るとすると、大体6割ぐらいのものがこれに置き換わる可能性があるということかなというふうに考えているところでございます。あと設置年度のほうは、大規模のものほど設置年度が古い傾向があるということでありませう。

次、お願いいたします。駆動機関別ですけれども、大体見ていただくと分かると思うのですが、一番右が全国合計ですけれども、6割近くは内燃機関を使ったものになってございます。左側の水色と緑の部分、これはいわゆる電動のポンプ、モーターがけのポンプでございます。下の棒グラフを見ていただくと分かると思うのですが、大体1トンまでがこの電動掛けのポンプを使っておりまして、1トン以上のものについては、ほぼ内燃機関で回しておるとことかなということでございます。この排水量は、あくまでも単機のポンプの排水量になってございます。

次、お願いいたします。ポンプの市場規模でございます。これは協会の調べになってございますけれども、ピークでございます2000年前後から見ると、大体半分ぐらいの規模になってきているということと、分野別の規模も、治水ポンプが水色ですけれども、ピークから見ると大体4分の1近くですか、大幅に減ってきているという状況でございます。これはやはり新設ポンプの数がかなり減ってきているということの裏返しになってございます。

次、お願いいたします。今、維持管理にかけている費用でございますけれども、左側のグラフが河川の維持修繕費ですので、ポンプ以外も含めたものが緑の高さになってございま

す。このうち機械関係、ちょっと中身のほうは分割できておりませんが、機械設備関係の維持修繕費が黄色の部分でございまして、大体毎年150億前後で推移しているというところでございます。右のグラフは、応急対策事業費と言っていますが、いわゆる更新です。更新にかけている費用だというふうに見ていただければと思います。昔のものは機械だけの切り出しがないので、ちょっと数字は表示できませんけれども、右肩上がりというものが増えていく。特にこのうちの大半は機械が占めていますので、かなりこういう更新費が上がってきているというふうな状況でございまして。

6ページ目でございます。これは点検の状況でございます。今我々の持っている機械ですが、定期点検と運転時点検、臨時点検ということですが、基本的な点検は、この定期点検、特に年に1回の年点検と、出水期間中に月1回行う月点検、非出水期間中は二、三か月に1回という点検を行ってございます。下の絵の中に、年点検の人工とか月点検の人工と書いてありますが、大体どれぐらいのコストがかかっているかということですが、大規模で言うと年点検が大体1,000万程度、中小規模ですと300万ぐらい、月点検につきましては、大規模ですと1回300万ぐらい、中小規模ですと約100万という形で、かなり点検にもコストがかかっているという状況でございまして。

次、お願いいたします。これは現在の保全方式でございまして、予防保全と事後保全の使い分けを行っているという形で、これは一般的な機械設備と同じものかなと思ってございます。

次、お願いいたします。8ページ目でございます。前回、民間企業の技術者の分布を示しましたが、今回左側が民間側の技術者の年齢構成の部分、右側がうちの職員、機械系の職員の年齢構成でございまして。いずれも40歳から上は少し人がいるのですが、30代から下の部分についてはかなり人が減っているという形で、20年後、この年齢層がだんだん退職していくと、かなり人的リソースが細ってくるという課題を、民間側も管理者側のほうも抱えているという状況でございまして。

次、お願いいたします。同じく、これは前回もお示ししましたが、操作員の年齢構成です。いわゆる60歳以上が約5割という形で、入れ替わりが来ないので、年がたつたびにこれがだんだん広がっていくという状況でございまして。

次、10ページ目をお願いいたします。これは個々の排水機場の特異性という形で書いてありますが、実際見ていただくと、例えば、具体的には次のページになりますが、ポンプの始動条件を整理したものです。丸が条件になっていて、バツが条件になっていないと

ということで、一番左が現行の技術基準で、これをやりなさいというのが丸で、やらなくていいよというのがバツですけれども、青で囲ってあるところは現行の基準と合致しているところで、白いところは現行の基準と違うというところですが、どこの排水機場を見ても、その始動条件が一つ一つ違うという形になってございます。ですので当然、造った年代ですとか造ったメーカーさんですとか、造った地域ごとによって、機場ごとにどうしてもこの違いが出てきていて、これを一つ一つ、点検員だとか操作員だとかは覚えて、見ていかなければいけないという形で、かなりそこで労力がかかっているということが現状かと思えます。

次、お願いいたします。12ページ目です。これは故障のデータでございます。一番右に、ここ38年ぐらいで把握、確認できた故障件数を書いています。全体で334件、38年間で300件程度ですので、大体年間10件ぐらい、何らかの故障が起きているという形になります。特に主ポンプと主原動機で6割ですけれども、主原動機が42%で、左側の発電設備というのが14.1%ありますけれども、この発電設備のほうもほとんどが、要はディーゼルエンジンもしくはガスタービンの故障になっていますので、いわゆる内燃機関の故障だけでも大体57%ですので、大体エンジンに関わる故障が6割を占めているという形で見いただければと思います。

また、左側がポンプの点検結果です。これはマニュアルをつくって、毎年点検するようになっていますけれども、点検の結果、正常というものが減っている一方で、要整備と判断されるものが増えてきているという形で、これはいろいろな要素があると思うのですが、こういう状況になっているということです。

左側の発注の状況ですけれども、ポンプにつきましては、基本的には先ほどの、今の市場規模からも、新設が減っている中、やはり維持管理のウエートが非常に高くなっているということでもあります。

次、お願いいたします。具体の故障事例、A、B、Cと書いていますけれども、古くなくとも、20年たたなくても、かなり故障が発生しているという状況でございます。あと、一番下の赤い字ですけれども、ちょっと見にくいフォントですが、故障の機能回復まで、左が17日、真ん中が19日、一番右が8か月という形で、少しやはり時間を要しているのが現状ということでございます。

次、14ページをお願いいたします。ポンプについての訴訟の事例でございます。いわゆるポンプが稼働しないことによるいろいろなトラブルというのは多いのですが、1つこういう事例があるということでございます。これは平成25年ですけれども、ポンプが実際動

くべき時間に動かなくて被害が生じたということに対する損害賠償責任が、市、管理者にあるのか、操作側にあるのかということの裁判の例でございます。これは京都市さんの委託業者が、2名で対応するところを1名で対応していて、1名が途中で気を失ったためにポンプが稼働できなかったという事例でございます。

こういう形で、資料3のほうに戻っていただきますけれども、資料3の2ポツでは、このことをポンプの現状という形で、整理をざっとさせていただいておりまして、このデータが文章になっているという形でございます。恐らく今後の議論で、このポンプの現状というのがベースのデータになると思いますので、今回提示をさせていただいてございます。

続きまして、3ポツのほうに行きます。ページで言うと5ページ目です。5ページ目からが河川排水ポンプの在り方についてという形で、これについて、今回主に御審議いただきたいと思っておりますし、これが提言の部分になるところでございます。

まず位置づけですけれども、今回、中間報告ですので、マスプロダクツ型排水ポンプの開発を踏まえて、在り方についての審議を行い、取りまとめたということと、あとマスプロダクツ型排水ポンプについては、今年度末を目途に実証実験に取り組んでいるところでありますので、この委員会における議論と実証実験と相互に関連させながら、イノベーションの実現を目指したいというふうに考えております。

前回11個の論点を示させていただきましたけれども、今回は、その11個の論点のうち1から6番までの論点について御審議いただきたいと思っております。あと残っている論点7、8の、性能規定の在り方について、技術開発の在り方については、次回6月29日に御審議いただければと思っております。そのほか残る、地域の状況ですとか民間の会社の状況については、ほかの、設備と一緒になると思いますので、これについては中間報告以降、御審議いただきたいというふうに考えております。本日は、そういう意味で、論点1から6について、報告のほうを考えてございます。

まず論点1ですけれども、前回は、論点1が「余裕」の採用の話、論点2として小ロット化の話で、いずれもリダンダンシーですとか機能低下を防ぐという形の手段、2つ書いておりますけれども、これにつきまして今回は1つにまとめて、総合信頼性、ディペンダビリティの導入という形でまとめていきたいというふうに考えてございます。

ポイントの前に、現在の状況及び課題のほうでございまして。これは前回の委員会でも少し説明いたしましたけれども、下線の部分だけ説明いたしますが、現在の技術基準上は、原則、基本的には、経済的合理性の観点から、コストを含めて有利になるということで、吐き出し

量を大きくして設置台数を減らす方法で整備をしてございます。あと、維持管理をしっかり充実させるということを前提に、設備能力には余裕を持たせない。ここは「余裕」にするのか、「余力」にするのか、ほかにいいワーディングがあればぜひ御議論いただきたいと思えます。仮に現在「余力」と書いていますけれども、余力がない場合がほとんどですので、設備の停止が、機能、施設全体の能力の大幅な低下をもたらす危険性を内在しているということが現在の整理かと思っております。

これに対して、今後の方向性といたしまして、大更新時代を迎える中、個々の設備の信頼性の確保を前提とした機械設備の在り方から、実際故障して壊れることも発生し得るということも考慮して、システム全体として、より高い信頼性の確保に向けてパラダイムシフトを図るべきであるということ。それと、マスプロダクツ型の排水ポンプの開発がうまくいけば、経済性についても過去の状況と大きく変わる可能性があるということも考えたいというふうに考えてございます。

そういった中で、ちょっと上に戻っていただきまして、タイトルのほうを「総合信頼性 (Dependability) の導入」という形でまとめさせていただいています。今回、ポイントに書いておりますけれども、今まではどちらかというと個々の機械設備の信頼性の確保というところで注力しておったわけですが、今後システム全体としての信頼性の確保ということも考えていきたいというふうに考えています。そういった場合、どういう考え方に基づいて、この信頼性を確保していくかということですが、いわゆる品質管理については J I S に品質管理という部分があって、規定がありますけれども、そこの中では総合信頼性、ディペンダビリティという概念が記述されてございます。ですので、基本的に、河川ポンプ独自で何か概念を考えていくよりは、基本そういう品質管理の考え方を適用していくべきだろうという形で、この総合信頼性の考え方を新たに位置づけたらどうかということでございます。これは割と、ポンプなど機械設備の考え方からすると、1つ大きなターニングポイントになる提案かと思っておりますので、この部分、しっかりと御議論いただければと思います。

では、ポイントから外れて、下のほうへ行っただけですか。いずれの論点も、現況と課題と、あと対応方針の考え方という構成でまとめさせていただいてございます。対応方針の考え方は、先ほど言ったようにディペンダビリティを検討するということですが、まず J I S のディペンダビリティの構成要因は、アベイラビリティ、信頼性、回復性、保全性ですが、特に我々が持っている機械の性格と、あとアベイラビリティが

それぞれをまた統合する概念だということで、ここでは、信頼性と回復性、保全性の中で、回復性は事後保全せずに自動的に回復するようなことですので、ちょっと除外させていただいて、この中では信頼性と保全性と保全支援性能を関連する項目として考えております。

次、お願いします。それぞれ少しまとめますとこういう形ですけれども、信頼性については、故障により稼働しない期待値と確率分布で検討したいという形で、今回簡単なモデルで検討した結果を示させていただきます。これについては、そういう意味で言うと、定量的評価が可能かなというふうに考えております。保全性については、少し定量的にするのが難しいかなと思っております、これは定性的な評価です。保全支援性能についても定性的な評価という形で、右のほうに評価結果、対応方策がありますけど、これは後で、中身のほうで説明させていただきます。

下に用語の定義が書いてありますけれども、こちら少し割愛させていただきますが、JISの中ではこういう形で、一つ一つの用語がしっかり定義されているという形になります。

下のほうをお願いいたします。まず信頼性ですけれども、信頼性については、故障により稼働しない期待値を用いて定量的に評価するというのを試みました。要は、故障して稼働しないですから、この数値は小さいほうが良いという形になります。ポンプは多分、各企業、複数台必ず置くというふうになっていますので、例えばこれをn台と考えたときに、n台のポンプはそれぞれ独立してシステムを持っていますので、これを独立事象として考えると、二項分布によりできるのではないかとという形で、二項分布で確率評価をしています。

これをn台でやると少しイメージしにくいところもありますので、具体的に、マスプロダクト型ポンプが大体1トン掛ける10台で、10トンぐらいの排水機場までを視野に入ると考えると、10トンのポンプ場を想定して、5トン2台で割った場合と、1トンを10台つけた場合と、さらに1台余裕をつけて11トンつけた場合について、この二項分布で確率の計算をしました。

システム全体に対する故障の期待値については、 np 、要は排水量規模掛けるポンプ全体の故障率で決まってくるので、ここはその台数割、例えば2台の場合も10台の場合もシステム全体の期待値は変わらないという形になってございます。ですので、今度はその確率分布について考えていきたいと思っております。後の資料のほうの、このパワポですけれども、一応、確率分布については、計算は0.1と0.01と0.005、要は10%、1%、0.5%の3ケース、それぞれのケースについてさせていただいてございます。

次、ちょっと下をお願いいたします。パワーポイントに戻っていただきまして、パワーポイントのほうの16ページ目になります。できたら17ページまでお願いいたします。先に17ページ目です。それぞれ計算すると、こういう結果になっています。一番左が故障確率10%、真ん中が1%、一番右が0.5%でございます。見ていただくと分かると思うのですが、2台で割る場合は、真ん中ではなくて、1台目がこの確率ですが、5台目のところで少し高い山が立ってくるということになります。下が、それぞれ細かに台数割ると、やはり細かに台数が、立ってくるのですが、いわゆる半分、5のところ。5のところでは半分機能が失われる確率なのですが、その辺りになるとほぼゼロに近くなってきているということがお分かりいただけるのではないかなと思っています。それぞれ故障確率を下げていくと、分布形が、0.5でやると正規分布に近い形になるのですが、故障確率を上げていくとだんだんこれが左に寄っていくようになります。いわゆる1台目、2台目が壊れる確率というのは、台数割が多いほうは1台目、2台目、壊れる確率が多いのですが、一方で、大きなトン数、5トンを超えてくると、非常にゼロに近いところになってきていて、5トン2台割のときと比べるとそこが違うということがお分かりいただけるのではないかな、ぱっと見ただけでも、これがお分かりいただけるのではないかなと思っております。

1ページ戻っていただいて、少し並べて描くとこういう形になるのですが、左はスケールが0%から100%までの形になります。右の図はこれを0%から10%まで拡大したものですけれども、いわゆる1台目が故障する確率というのは、やはり10台割とか11台割のほうが高いのですが、5トンですね。5台、5トン失われる可能性というのが非常に小さくなっているということが、これ一目で分かるのではないかなと思っています。すなわち、大口、2台割の場合には、能力の半分を失う確率というのは大体、故障確率1%の場合には2%なのですが、小口化した場合は、1台目を失う確率というのは9.5%、10%弱あって、3台目になると大体0台になってくる。0%、0.0何%になってくるという形で、3台目以降を失う確率は非常に低いという形になります。余力1台加えると、これが左に1つずれますので、計画排水量規模を失う確率がまたさらに小さくなるということです。ですので、小口化すれば、1台稼働しない確率は高くなる、要は小規模に能力を損失する可能性は高くなるのですが、大規模な能力損失に至る可能性、確率は低くなるということと、さらに余力分を整備すると信頼性は格段に向上するということがかなと思っています。

さらに、この余力分を、計算だけで回すと、故障確率を下げることによって余力分を保とうとすると、大体20分の1、さらに故障確率を下げるということになりますので、その辺

やはり、余力を1台加えるということは、信頼性を上げるという意味では非常に大きな効果があるのではないかなというふうに考えています。ここは経済性とのトレードオフになると思うのですが、こういう形で信頼性を上げていくという手法が1つあるということかなと思っております。

次、保全性です。保全性については、パワーポイントも同じことを書いていますけれども、先ほど言ったように、現在、企業ごとに違うということもあるのですが、下の表にあります。小口化する、マスプロダクツ化した場合と、特注生産、従来型の場合と、その保全性については、やはりサプライチェーンを確保できやすいですとか、あとは技術者の数が多いですとか、そういう面で言うと、小口化した場合のほうがやはり有利な面が多いと、マスプロダクツ化したほうが優位な面が多いということかなと思っております。ですので、単純にこの表だけを見ると、やはり小口化と一品生産と比べますと、一品生産よりはマスプロダクツのほうが保全性は高いだろうということになります。一方で、右の矢印で、上のほうに書いていますけれども、小口で台数が増えるということになりますので、いわゆる保全対象が増える、操作対象が増えるということになりますので、今度そこのトレードオフの関係になってくるというふうに考えているところであります。これについては実証実験の段階で、具体的にどういう保全が必要なのかということが明らかになってきますので、そこの中でまたこれは詰まってくると思います。

あとは保全支援性能、J I Sの中で保全支援性能という規定があるのですが、これはいかに復旧が早くできるかという体制のことだというふうに置き換えることができると思いますが、これについてはやはり規格品を用いたほうが有利だろうと。ただ、いつまで部品供給があるかという課題はあるのですが、多分その課題は一品・特注生産でも同じだと思いますので、そういう意味で言うと保全支援性能性も高いだろうというふうに考えております。

では、また本文に戻っていただいて、本文のほうでまとめが10ページ目に書いてありますけれども、以上から、個々の排水設備の信頼性だけではなくて、排水システム全体としての信頼性の確保について目指すべきであり、これについて総合信頼性の概念を新たに導入すべきというふうにまとめてございます。ポンプの設置台数の検討に当たっては、先ほど言った信頼性の観点だけではなくて、維持管理性、用地なども含めたライフサイクルの観点から、経済性を考慮しつつ、新たに総合信頼性の観点——これについては特に小口化を図るほうが優れているということですので——も踏まえつつ、総合的に判断するということがかなと思っております。特にマスプロダクツ化については、経済性に優れるということが前提

として今やっているわけですけれども、実証実験の結果がよければ、中小規模の排水機場についてはマスプロダクツ型の採用を原則とすることも考えられるということです。

あと、このマスプロダクツ型のポンプについては、まだ故障率の知見だとかの蓄積が乏しいこともありまして、定量的なデータが蓄積されるまでは、排水規模にもよるのですが、しっかりと余力を加えて信頼性を積み増しておくということが重要だろうというふうに考えております。さらに、このマスプロダクツ化については、今1トンでやっていますけれども、もう少し大きなポンプでできないかということも検証したらどうかということを考えております。

あと、これは前回の委員会の意見でもありまして、故障の話からもありましたけれども、やはり整備・更新事例の蓄積、分析というのは非常に重要なこと、今回の検討の中でも思っておりまして、情報の収集・分析体制を構築すべきであるということを御提案いただきたいというふうに考えております。

ここが論点1、2の部分でございます。

次、論点3の部分でございます。これは気候変動への対応になってございます。現在の状況と課題のほうで少し説明いたしますけれども、これは、この審議会の親分科会であります河川分科会のほうで、この7月に「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について」という形での提言が出されておまして、そこを引っ張っておりますけれども、いわゆるパリ協定が目標としている、パリ協定で定められているシナリオが2度Cです。2度Cに向かうシナリオになっているのですが、後段の部分で、気候変動に関するいずれのシナリオでも2040年から2050年には気温が2度C上昇するとなっているということで、パワーポイントのほう、よろしいですか。左のほうの絵ですけれども、ある意味、河川のほうでは、この2度C上昇を見込んで河川の整備の計画をつくっていかうという形になってございます。ですので、河川審議会のほうの7月の答申では、この赤い部分ですけれども、耐用年数を迎えるポンプ等の施設については、その施設の耐用期間経過時点——いわゆる更新時点ですね。更新時点での気候変動の影響を考慮して設計することが望ましいというような形での提言をいただいているところでございます。

実際、この河川機械の小委員会のほうでこれをどう考えるかということですが、文章のほうに戻って12ページ目です。機械ですけれども、機械の耐用寿命を考えても、今後、今から整備なり更新する施設については、2040年から2050年を超えて多分稼働することになるというふうに考えていいかなと思ってございます。あと20年後から30年

後ですから、普通に考えると耐用年数的にはそれぐらい当然ありますので、2度C上昇に対応した目標流量について、今後、整備・更新時点で対応していくことが必要だろうというふうに、ここでは言い切っていないのではないかなと思ってございます。さらに、これを超えるような気候変動の進展、いわゆる2度C上昇以上の進展については、能力の増強ができることを前提に整備・更新を行うことを原則とするという形で、機械とすると、今から整備・更新するものについては、これは当然、河川のほうの計画はできているという前提ですけれども、できていることであれば、2度C上昇をそれに織り込んで整備をしていくということ、さらにそれ以上の気候変動にも対応できるようにしていくということかと思ってございます。

「この際」で書いてある中で言うと、単にポンプの規模を大きくするだけではなくて、ポンプの揚程の考え方とかいろいろありますので、そこは湛水ボリュームを大きくするとか、いろいろなことを総合的に検討する中で対応していきましょうというふうに書かせていただいております。また、その整備・更新時点において、今後どのような手法で能力の増強が可能なのか具体的に検討して取りまとめておくという形で、設計の段階で、その能力の増強があった場合にどういうふうに考えていくのかということも考えておいてくださいということを書いてございます。

最後ですけれども、論点1、2のところ、余力をつけたらどうかという御提案をさせていただきたくはありますが、この余力については、気候変動に対応して確保する能力と併せ持つて取り扱うことが適切ではないかというふうに考えているところです。これが論点3のまとめ方になります。

次が論点4に係る部分でございます。論点4は、効率的な更新を行うための設計・整備でございます。こちらは少しパワポのほうで現状を説明させていただきます。パワーポイントのほうの論点4をお願いいたします。

これは直轄のポンプだけですけれども、国が管理しているポンプで既に50年経過しているポンプ場、排水機場が38ございます。それぞれの対応状況で言うと、全面的に更新しているものが21%です。部分更新しているものは約半数になります。まだ何も手つかずのものが3分の1という形になってございます。ですので、全面更新しているものもあれば、部分更新で今対応しているものもあるという形でございます。

22ページをお願いいたします。排水機場で全面更新している例でございます。これは関東地整の谷田川排水機場ですけれども、これは造り替えていますので、横に新しい排水機場

をもう一つ造ったという言い方が正しいかなと思ってございます。一番右の上、コスト的に見ると、機械関係で大体1トン当たり1億円で、土木入れると1トン当たり2億を超えてくるとい形になってございます。

次も全面更新の事例でございます。これは東北地整、最上川の大旦川の排水機場になります。こちらはもともと3台のポンプを小口化して、1トン10台のポンプに置き換えているという形で、今回のマスプロダクツに割と似た発想で更新されている事例でございます。これについても新しく排水機場を造ったと思っていただいたほうがいいと思いますが、先ほどのものよりは少しコスト的には下がっていますけれども、ほぼ同じぐらいのコストがかかっているという事例でございます。

次は部分更新の事例でございます。これは徳島の吉野川についているポンプ場ですけれども、こちらは更新に合わせて、ポンプの種類を換えるときに高性能化を図っています。ですので、2台のポンプで6トンのものを、今回、外形的な大きさをあまり変えずに、4割ぐらい能力を増強して、8.5トンに上げているという事例でございます。建物、土木はそのままですので、コスト的には、先ほどのものと見ると、半分強ぐらいの値段で終わっているという形になります。

26ページをお願いします。大型ポンプの事例になると、今度はコンクリート、こういう形で大型ポンプはコンクリートのケーシングになっていますので、実際更新するときには、大型排水機場になりますと、そのコンクリートの部分、ケーシングの部分は触らずに、羽根車だけを交換するみたいなものに基本的になるのではないかなというふうに考えています。この事例は県の事例ですので、ちょっと名前は伏せさせていただきましたけれども、この事例ですと大体1トン当たり、この方針で4,000万弱ぐらいの拠出になっているという形になります。

ですので、27ページ目に対応方針のほうが書いていますけれども、既設の排水機場を更新するとき、単に単純更新するというだけではなくて、例えば高流速化、これは高性能化ということかなと思ってはいますけれども、排水能力の向上、同じようなポンプでも、中身を変えることによって機能向上を図るみたいな考え方もありますし、マスプロダクツ化を入れて、小口にしていって信頼性を高めるというやり方がありますし、大旦川のように、マスプロダクツではないにしても、小口化して冗長性を向上させるやり方もございます。こういう形で、更新するとき、単に更新するのではなくて、少ししっかり考えて更新を図っていくべきではないかということをご提案として考えておるところでございます。

また戻って、本文のほうをお願いいたします。(3)、今説明したことを文章のほうに書かせていただいております、対応方針の考え方ですけれども、単に造り替えるのではなくて、パラダイムシフトを図った設備や高流速化の技術導入の観点も検討しようということです。あともう一つ書いてあるのは、できるだけ既存施設の有効活用を図るとのことなのですが、一方で、マスプロダクツ化もそうなのですが、ある意味、変えてしまったほうが、ライフサイクルコストも含めて有利であると、これは技術革新の果実を受け取るということかなと思っておりますけれども、場合も想定されるということですので、使い続けるべきかどうか、総合的な視点から検討が必要だというふうに考えています。また、部分更新の事例が結構多かったのですが、部分更新については、将来手戻りがないように、残耐用年数の整合性だとかをしっかりと確認してくださいということをもとめたいと思っております。

次が論点5番で、機械設備のマスプロダクツ化、規格化ですけれども、これについて、パワポはないので、こちらで説明いたしますけれども、14ページ目です。現況は特注・受注生産で整備してきているという形ですので、もちろん昔は一度、救急排水ポンプとして、規模を決めてということはトライしましたけれども、やはりなかなか特注生産の域を脱することができなかったということかなと思っております。あと操作員、これもまた施設ごとに習熟が必要だとか、いろいろな運用面、保全面でも負担となっているということでもあります。一方、今回、排水機場の91%は総排水量30トン以下の、いわゆる中小の排水機場ですので、同一排水ポンプを基本に小口化するという事は可能かなというふうに考えています。

対応方針の考え方ですけれども、特注生産の課題を解決するために、規格・仕様の統一はあるのですが、各サブシステム、今回はエンジンになっていますが、マスプロダクツ化された製品の導入を図るべきというふうに言ってございます。あと2つのパラグラフは、今やっている実証実験のことを書いていますけれども、このような実証実験について、実証の上、導入を進めるべきだというふうに書かせていただいております。また、せっかくマスプロダクツ化を図るのではあれば、維持管理のことも考えて、操作・制御方法についてもできるだけ統一を図っておくべきだということと、あと今回、マスプロダクツは存在しないとしても、規格・仕様の統一で生産ロットの拡大が見込めるサブシステム、今回の実証実験だと減速機がこれに当たるわけですけれども、こういうものについてもコストダウン等見込めますので、しっかり取り組んでいくということを書いています。

こうなってくると、今、整備と維持管理はマニュアルが個別なのですが、やはり整備の段階から操作、維持管理まで考えていくということであると、今回、一連の技術基準として取

りまとめていくべきではないかということかなと思っています。あとはBIM、CIMの導入みたいなこともここでは書かせていただいております。これが論点5です。

論点6ですけれども、これがまた新しい概念を少し入れたいというところでして、ここについてはしっかりと御審議いただければなというふうに考えています。ポイントを書いておりますけれども、最初に少し、現況と課題のところでは先ほども説明いたしましたけれども、大体38年間で334件ですので、ある程度、故障が発生しているといった中で、マスコダクツ化を今後、図っていくということでもあります。

まず対応方針の考え方ですけれども、マスコダクツ化を図ることで、サプライチェーンの面で言うと、部品の供給を迅速に受けることが可能になるということです。さらに、マスコダクツ化で大幅にコストが下がれば、今回は車のエンジンの例ですけれども、サブシステム自体、車のエンジンですとそれ自体が100万程度ですので、サブシステム自体を予備パーツとしてストックしておくことが可能になるということです。故障した場合に、今までは修理をするという前提でしたけれども、ある意味サブシステム自体をもう交換することによって、迅速に機能回復を図ることが可能になるかなと考えています。ですので、今までは、どちらかという故障しないように、故障しないことを前提に保全を行ってきたのですが、結局その保全にかかるコストと、保全にかけて長寿命化する、更新時期を先送りできるコストだとか、いろんなコストを比較して、もうある意味、交換を前提として省力化を図ったほうがコスト的に有利だということもあれば、いわゆる交換することを前提に、ここでは「省力化保全」ということの意味、言葉の定義をさせていただきましたけれども、省力化した保全を行うことが可能になるというふうに考えます。あと、この交換保全、省力化保全の中で言うと、マスコダクツの特徴を、整備時点だけではなくて、保全段階においても、いわゆる車であれば、車の管理として行っている保全と同様に、要は保全もマスコダクツ化していくということかなと思っていますけれども、そういうことも考えるべきではないかなというふうに考えております。

あと、先ほど人員がいなくなってくるという話もいたしましたけれども、やはりこの人員のことも考えると、こういう省力化をすることによって、またこのマスコダクツ化で技術者の対応レンジを広げることによって、保全支援体制の強化も図れるものというふうに考えています。

ですので今回、従来JISで規定されている保全の中身が、この黒い四角のところであるのですが、少しこれと概念的に並ぶかどうかという議論はあるかも分からないですが、マスコ

プロダクツ化されたシステムで、かつ短期間で復旧可能というものが前提ですけれども、こういうものについて、交換を前提とした保全と、それに伴って保全内容を省力化していくことができないかという提案ができないかというふうに考えています。ちょっとこの辺りは、既存のもの、J I Sの中にも適切な、ぴったりくるワーディングがなかったので、こちらのほうで「省力化保全」と「交換保全」という言葉を入れさせていただいておりますけれども、少しこの辺御議論いただければなというふうに考えております。

少し長くなりましたけれども、事務局からの説明は以上でございます。

【委員長】 ありがとうございます。それでは、ただいま説明いただいた内容について、委員の皆様から御意見あるいは御質問いただきたいと思いますが、ございますでしょうか。では、〇〇様、お願いいたします。

【委員】 御説明ありがとうございます。3つぐらい意見があるのですが、まず総合信頼性という考え方を導入して、個別の機械ではなくて、システムとして信頼性を確保していくという考え方は非常に良いと思っています。その中で、やはり余力というものが非常に大事な役割を背負っているということで、資料3の5ページのところの総合信頼性のところで、余力が必要だということは強く言っているのではないかなと思いつつながら説明を聞きました。

そういう意味で、5ページのポイントの一番下のところにある、当面の間、マस्पロダクツ型の場合は余力を整備することが望ましいという箇所について、マस्पロダクツの場合のデータがまだ不足しているために「当面の間」という言葉がついていると思うのですが、基本的に余力を整備することが望ましいという全体方針のトーンを下げないような形で表現いただくのが良いと思ったというのが、まず1点目です。

2点目が、その余力と交換保全の関係なのですが、これを少し整理されるほうが良いと思っています。余力を持つことで交換保全のさらなる迅速化を達成し得るように思うのですが、そこは、交換保全というのを余力分にさらにプラスアルファと考えるものなのか、余力を全部含めた上で迅速に交換保全が実施できるようなスキームで考えるのかというのがクリアになると良いと思いました。

あともう1点が、13ページ(3)の効率的な更新を行うための設計・整備なのですが、これはパワーポイントのスライドではかなり明確に考え方を説明させていただいて、総合信頼性、経済性、維持管理性に、さらに気候変動への対応という形で書いていただいているのですが、本文では、その辺の基本となる考え方のところが文章としてはあまり明確に書かれていないのかなというふうに思いました。やはり余力が気候変動の観点からも大事だという

ことは、その前の論点と文章が重複するかもしれませんが、明確に言ってもいいのではないかと思います。

取りあえず以上です。

【委員長】 ありがとうございます。

では次、〇〇様、お願いできますか。

【委員】

ありがとうございます。どうも御説明ありがとうございました。大変よくまとまっていると思いますが、私も〇〇先生の御意見に関連する意見があります。今回、余裕あるいは余力という考え方を取り入れていく必要性や趣旨みたいなものをやはりしっかりと、この中間報告の冒頭ぐらいで書いておいたほうが良いのではないかと思います。本日の資料では冒頭部分は、あっさりとして書いておられますけど、ここに、先ほど技監からも〇〇さんからもお話がありました思いみたいなものをしっかりと書き込んでいただくのが重要だと思います。

その中で特にお願いしたいのは、今後、気候変動で水害が激化していくということと、それから一方で、それに対応する組織の人員・体制が長年にわたる定員削減などで非常に脆弱になってきていると。こういった中で、こういった余裕を持った、あるいは今回のような考え方が必要なのだという部分、そこをお願いしたいと。その際ぜひともお願いしたいのは、今回、マस्पロダクツというときに、コストの面を結構強調されているのですが、一番重要なのは水害の激化に備えていくということなので、そっちのほうメインで、付随してコスト軽減も期待されるぐらいのほうがいいのかなというふうに思っています。

それから2点目として、気候変動への適応性について、今後どのように河川管理施設等の設計に反映していくのかというのは非常に重要で、先ほどおっしゃったように、2度上昇は当然、対応していくべき話だと思います。ただ、それ以上に気温が上昇した場合にどう対応していくのかという部分ですね。その部分についても今後具体的に、多分スペースとして確保していくことだと思うのですが、そういった部分等についてしっかり書いておいてほしいということと、それから、ちょっと気になっていますのが、今、気候変動というのは大雨の発生頻度がメインで書かれていますが、それだけではなくて、もう一つの要素として、海面水位の上昇と高潮外力の激化もあるのですね。

特にポンプ場については、河川の河口域付近についているものも結構多いです。それで、これは多分、水局さんのほうで検討されていると思うのですが、ぜひとも大雨の発生頻度の増加だけではなくて、海面水位の上昇、高潮外力の増大も見込まれますので、そういったも

のが抜け落ちないように考えてほしいということでもあります。特に排水先の水位が高くなってくると、揚程が厳しくなってきますよね。ですから、そういったことも考えておいてほしいと。

それから3点目で、若干気になっているのが、水を差すようでちょっと恐縮なのですが、今、地球温暖化の緩和策のほうで、ディーゼルエンジンの抑制みたいな方向性がありますよね。それで、そのディーゼルエンジンを抑制していくという方向性の中で、やはりディーゼルエンジンの将来動向も見据えて、これに入れるかどうかは別にして、そっちも考えておかないと、ちょっと心配です。特にヨーロッパなどでは、将来的にディーゼルエンジン車の販売をやめていこうとされているようなこともあると聞いておりますので、そういった中で、今回使うのはディーゼルエンジンでしょうから、そういったものがきちんと将来的に確保されていくのかどうかということも考えておく必要があるのではないかなと考えております。

それから、5ページで、システム全体というときの、このシステムはどこまで指すのかということも、概念整理をしっかりとしておいたほうがいいのかと思います。当該ポンプ場の排水のシステム全体という意味もあるでしょうし、もう一つは、ある程度の地域で区切ったときの地域内での排水能力の余裕とか余力というのですかね、融通性みたいな話もあるので、このシステム全体ということの考え方もちょっと整理されておいたほうがいいのかということなんです。

いろいろ申し訳ございません。あと「余力」という言葉なのですが、これは私、前回の委員会で、「余裕」という、この言葉を使用することがよいのかについてもちゃんと検討しておいたほうがよいと申し上げた本人が言うのは大変恐縮なのですが、今回提案された「余力」という言葉もいいのかどうかよく分からなくて、これはやはり機械の専門家の方々に、どういった言葉がいいのかご意見をお伺いしたいと思います。ちょっと「余力」というと、あんまり適さない気がするので、「余裕」と「余力」しかないのだったら、どっちがいいのかということなんです。一方で、「余裕」という言葉は結構土木関係では使っているものですから、これについてもぜひとも機械の専門家の方の御意見もお伺いできたらなというふうに考えております。

あとは、災害時の緊急対応も民間の企業にお願いしているわけですね。今もちろん民間の排水ポンプの専門メーカーにお願いしていますが、今後、全く今までとは違う分野の方々が入ってきていただけるわけなので、そういった方々がやはり緊急時に対応していただく

必要がございます。そういった体制を具体的にどうするのかということを考えておかないといけないと思います。これまでと違って非常に技術者の方の数が多いですが、いざというときに、危機管理時の対応の迅速性みたいなものの感覚が違うかもしれませんので、ぜひとも実際に、災害時の緊急体制、それをどうするのかというのを考えておいてほしいと思います。

それから、故障事例の収集を記載していただき、どうもありがとうございます。故障事例の収集を、今回限りでなくて、定期的に、直轄、補助、それから許可工作物に対してもやっていくということをぜひともお願いしたいということと、あともう一つ、やっぱり重要だなと思いましたが、結構最近あちこちの排水施設でトラブルが発生して、それが非常に大きな社会的な影響を及ぼしていることがございます。そういった場合に、やはりその状況を、多分やっておられるのでしょうけど、迅速に集約して、その結果を踏まえて緊急的に一斉に点検できるような体制にしておいたほうがいいのではないかとこのように考えております。災害時に何らかのトラブルが発生した後に、同じようなことが、また起こってしまうと、また大変な事案になってまいりますので、そういったことも考えておいたほうがいいのではないかと考えております。

政府全体でも今、ベースレジストリーの議論がされていますが、データベースの構築が重要だと思います。今後、データの蓄積が非常に大きな力を発揮してまいります。様々な予防保全にも役立つでしょうし、それから、いざというときに対応も迅速にできますので、ぜひとも、故障事例も含めて、この機械設備関連情報のデータベースみたいなものをしっかりと構築されて、更新していくことが重要なのではないかと、そのように考えております。

取りあえず以上です。

【委員長】 ありがとうございます。〇〇様からいただいた3番目の内燃機関については、何か事務局のほうで考えておられますか、今。今現在の見通しでも結構ですが。

【事務局】 先般、基本協定のときに、自動車メーカーさんが来られていたので、ざっくりばらんに会話したときには、まだディーゼルエンジンは使いますよみたいなことはおっしゃっていましたが、今回マスプロダクツ化というのは、あくまでもマスプロダクツを採用するという事なので、車のエンジンが今のエンジンから何かに置き換わったときに、置き換わったものを使えばいいかと思っていまして、恐らく値段的に、そんなに車が高くなるわけではないかと思っておりますので、その時点時点で、例えば次、何か新しいパワーユニットに変

われは、そのパワーユニットを採用していけばいいかなと思っていますので、そんなにエンジン、車のサイズ、値段が大きくは変わらないと思いますので、そういう考え方で、あまりこだわらずに、そこはその時々柔軟に判断していってもらえるのかなというふうに思います。

【委員長】 ありがとうございます。私も今のマスプロダクツ化といいますか、小さなものをある程度そろえると、そういうメリットも出てくる、何といいますか、技術的に柔軟に対応できるというのが多分1つメリットとして出てくるような気がします。ありがとうございました。

ほかに御質問、御意見ありましたら。

〇〇様、お願いします。

【委員】 御説明ありがとうございました。それで私、1つちょっと気になったことがあって、訴訟事例をお示しいただいたのですが、その中で、2名体制のところを1名で対応していて、その1名が除塵機のごみ除去をしているときに、不慮の事故によって気を失って、どうにもならなくなったということだったと思うのですが、資料4の15枚目だと思うのですが、もし除塵機を人手で何とかしなければいけないということだとすると、例えば台数が増えたときに、あるいは小型化したときに、ごみが詰まりやすくなるとか、例えばですけども、何かそういう不都合が生じる可能性というのがないのかなというふうに思ったのですが、いかがでしょうか。

【事務局】 何というか、ポンプがたくさんになったときに、配置にもよると思うのですが、池の面積というか、吸い込み水槽が大きくなったりする可能性はあるので、そのときは多分除塵機を大きくする可能性はあると思います。ただ一般的に、最近の除塵機は割と自動化されていて、そのトラブル事例というか、あんまり聞かないかなとは思っていますけれども、あと設計上、余裕があって、ある程度ごみが詰まっても水が流れるようにはなっていますのでというふうなことかなと思っています。逆に言うと、除塵機のこういうトラブル事例というのはちょっと珍しいのですが、ちょっとそこは実際に造ったときに、また考えてみるというところかなというところです。

【委員】 聞いていて、機械のほうではそんなに問題がなさそうだなと、メリットが大きいのだなというふうに思ったのですが、人が実際に運用していくというときに、不都合が生じる可能性がないかという検討も必要なのかなというふうに思いました。あとは、ごみがどういうものが詰まるかということとも関わってくるのですが、流木がたくさん流れてく

るとか、何かそういうごみがすごくたくさん流れてくるということが、例えば気候変動が進んでいったときにそういう頻度が高くなるとか、そういう検討も必要なのかなというふうに思いました。そういう意味で、先ほど話がありましたけれども、どういうトラブルが起きているかというのを様々な面から把握しておくことが非常に重要なのかなというふうに思いました。

あと、先ほど〇〇先生から高潮というお話もありましたが、例えばこれは津波が発生して被害があったときにも稼働する可能性があるということでしょうか。

【事務局】 多分、津波でどこかが湛水したときには、こういう設備があれば湛水から早く回復できるというメリットはあると思いますが。

【委員】 そういう様々な災害があると思うのですが、いろんな可能性を考えたときに、どういう形であるのが効率いいのかとか、もともと想定しているのは河川における洪水が主なのかもしれないですが、そういった様々な観点から効率的に使えるものになるような検討をしていけるといいのかなと思いました。

以上です。

【委員長】 ありがとうございました。

それでは、〇〇様、手を挙げておられるので、お願いできますか。

【委員】 短い間にかかなりの検討をしていただきまして、ありがとうございました。信頼性については、総合信頼性という概念でまとめていただいて、小口化を図るほうが総合信頼性が高いということで、分かりやすく整理していただいたのかなと思うのですが、ちょっと経済性のことに関して、資料3の11ページの上のほうに、マスプロダクツ型においては、実証試験の結果にもよるが、経済性に大きく優れることが想定されると書いてあるのですが、これは機械だけ見ればマスプロダクツのほうが安くなるのでしょうかけれども、土木建築を入れたらどうなるのかなと。マスプロダクツにすると、台数によっては、スペース的に従来型よりも広いスペースが必要だということも起こり得ると思うので、逆にマスプロダクツ型のほうが土木建築費は高くなるかもしれないということがあると思うのです。まだ多分、土木建築のことまで検討は、そこまで進んでいないと思うのですが、そこで見ないと経済性に優れているのかどうなのかは分からないと思うので、土木建築がまだ検討していない中での表現としては、ちょっと踏み込み過ぎなのかなという印象です。

それは、あと経済性に関しては、15ページに、船用エンジンと自動車エンジンの比較をされていると思うのですが、船用エンジンのほうは始動用コンプレッサー、補機類も含め5、

000万と。この自動車エンジンであれば100万というのは、エンジン単体の価格だと思うのですね。エンジンのほうの検討がどこまで進んでいるのかというのは、まだ私は把握していないのですが、自動車用エンジンを使った場合でも、そのまま使えるわけではなくて、冷却の問題をどうするのだとか、燃料供給の問題どうするのだとか制御の問題どうするのだとか、ポンプとのつながりをどうするのだという問題があると思います。この問題を解決していくと、多分100万では全然できませんという話になるかと思うので、5,000万対100万という比較は、ちょっと何か、検討し直したほうがいいのじゃないかなというふうに思います。

それから、総合信頼性のところで10ページ、ちょっとこれは各論になってしまうのですが、10ページの表で、全体システムの欄で、マスプロダクツは補機類が少なく、一品・特注生産は補機類が多いとなっているのですが、確かにマスプロダクツ、自動車エンジン使えば、始動用のコンプレッサーは不要になると思うのですが、今、実証試験に向けて製作しているポンプは横軸ポンプで、現在主流の縦軸ポンプには不要な真空ポンプが必要になってくるということで、先ほど申し上げましたけど、エンジンの冷却方式とか燃料供給方式とかはこれから検討というふうに理解しているので、今、この中間報告の段階で、補機が少ない二重丸、補機が多いバツというところまで言い切れないのではないかなということだと思います。

それからその下の、これも各論なのですが、整備できる人材が確保しやすいと書いてあるのですが、エンジン本体だけなら確かに町の自動車整備工でも対応できると思うのですが、先ほどから申し上げている冷却だとか燃料供給だとか制御だとか、ポンプとのつながり問題だとか、そこを全部検討したときに、それが町の自動車整備工で対応できるのかということがあると思います。そこはちょっと今後の検討によるのではないかなと思うということです。

以上です。

【委員長】 ありがとうございます。補機については、私も実は同じ質問をしようと思っていたのですが、ちょっとその範囲が違うかなということがやっぱりありますね。それから、人の話もそうですね。ここら辺はちょっと御検討いただければと、私も思いました。

【事務局】 ありがとうございます。

【委員長】 あと、手を挙げておられます〇〇先生、お願いします。

【委員】 このたびは御説明ありがとうございます。また、非常に分かりやすい資料を作成いただきまして、ありがとうございました。私は機械工学の専門でおりますので、本当に

機械工学の観点から幾つかお尋ねさせていただきたいと思うのですが、まず、非常に作成いただいた資料、分かりやすく、故障率というものを p として、では全体としてどのくらいの故障が起こるかということでもとめていただいたのは、非常に分かりやすいのではないかと思います。

ただ、やはりその故障率の根拠となるところがもう少し要るのかなと、幾つかパラメーターを振って計算いただいていたのですが、やはりもう少し根拠となるものの値が、何をもちってその値としたかというような話がもうちょっとあると、より説得力があるのかなと思いました。また、故障率を、機械それぞれが独立している形で与えているのですが、1台が壊れると、例えばそれで負荷が大きくなって、ほかの機械が壊れやすくなるのか、複合的なところも機械だとよくあるなという印象がありまして、本当に独立して、1つ壊れても、ほか動いているから大丈夫だよというような発想で、今回の場合は1台壊れますと、その分ポンプとしての負荷がほかのエンジンにかかるのではないかという気がしますので、その辺りの連動といいますか、複合的な要因も少し考慮に入れていただいたほうが良いのではないかという気がいたしました。

あとは、私としましては非常に、自分自身がエンジンの研究をしていることもあって、そういう一般的なエンジン、プロトタイプエンジンに対する信頼も非常に私自身が高いので、こういう置き換えというのは、非常にコスト面でも運用面でもうまくいくのではないかと、私自身はそういう感覚でおりますので、非常に今回の案に対しては賛同する立場でおります。

そして、先ほど御質問がありました、機械屋から見たときの「余力」「余裕」という言葉です。これはちょっと私も、どっちがいいか本当に分からないのですが、どっちもどっちという感じもいたします。確かに専門用語として「余裕」という言葉もありますし、ただ一般的な人から聞くと、「余力」と聞いたほうが分かりやすい気もいたします。「余裕」というと確かに、何かちょっと無駄があるような印象が残るかなという気がしますので、すみません、ちょっと回答できないのですが、機械工学の観点からは、専門用語としては「余裕」のほうが専門ばいかなという気がするという程度です。

以上です。ありがとうございます。

【委員長】 ありがとうございます。

〇〇様、手を挙げておられますが、お願いできますか。

【委員】 先ほど〇〇委員からもご意見がありまして、私もちょっと気になっていました

のが、11ページの「中小規模の排水機場については、マスプロダクツ型の採用を原則とすることが考えられる」と言い切っているのですが、中小規模、多分そうだと思うのですよね。ただやはり、このときに気になるのは、ではその分界点がどこにあるのかと、中小規模と大規模の間の分界点です。今厳密には、なかなかそこは決めづらいとは思いますが、大ざっぱでもいいので、建屋の増分コストと、それからポンプのマスプロダクツ化による費用の減少、これはトレードオフ関係になると思うので、大ざっぱでもいいので、どの辺に今回のようなマスプロダクツ型と大規模との閾値があるのかというのは、やはり検討しておいたほうがいいのかということでは思いました。厳密でなくても結構です。

それからあと、15ページのところで、計画、整備、操作、制御、維持管理とございますが、ここまで来ると、やはり更新という言葉がなくていいのか、と気になったのです。維持管理に含まれているのだったら、それでいいのですが、含まれていないのだったら、更新という言葉が要るのかどうかということです。それが気になりました。

それから17ページで、今回JISを下敷きにされたのは非常に、これはいいことだと思うのですが、一方で、やはりJISというのは、こういう機械物が中心ですよね。先ほどからも議論ありましたように、今回は機械物を含めたトータルの、何というのですか、排水システム全体の安全性や総合的な信頼性の確保なのですよね。そういうときに、多分このJIS以外でも、他にも基準があるかと思しますので、基本的にはJISでいいと思いますが、他の基準も見比べながら、今回のこの概念整理に一番フィットするものを適用されたいのではないかなというふうに思った次第です。もちろんJISで結構でございますが、やっぱりJISだけではなくて、世界中にいろんなスペックありますので、ぜひともそういったものもいま一度、チェックされておいたほうが良いように思いました。

それから、先ほど委員から御指摘ありましたように、津波という話もありましたが、あわせまして私、やっぱり気になっていきますのは、大規模水害時の排水機場の稼働性です。過去にもハリケーン・カトリーナのときには、約8割の排水機場が止まってしまいました。しばしば排水機場が大規模水害時に浸水して止まってしまうというのは発生しております。なぜかという、排水機場というのは、どちらかという中小規模の水害時の排水を念頭に置いておられることが多いものですから、そうなってしまっていると。ただ、やはり今後、大規模水害時に排水機場が動かないと大変なことになりますので、ぜひとも、今直轄のポンプ場では進めておられますけれども、大規模水害時にポンプ場の機能が確保できるように配慮してほしいと。これはいろいろな配慮が必要で、例えばポンプ本体が浸水しないというこ

ともあるのですが、結構ネックになるが燃料補給です。本体だけを高所に上げておいても結局、燃料の供給ポンプが浸かってしまって燃料補給ができずに使えないというのは結構起きておりますので、これはぜひとも、全ては無理にしても、主要な排水ポンプ場については、直轄だけではなくて、その他の、特に都道府県が管理しているポンプ場等についても大規模水害時に機能が確保できるようにしておくことが重要なのではないかなと思った次第であります。

追加で失礼いたしました、以上です。

【委員長】 いえいえ、ありがとうございます。

〇〇様、手を挙げておられますが、お願いできますか。

【委員】 ちょっとさっき言い忘れたのですが、今回、船用エンジンから自動車用エンジンということで、我々この世界にいますと、パラダイムシフトというのが、まさにそのとおりだと思うのですが、船用エンジンから自動車用エンジンといったときに、世の中の的には、自動車はガソリンエンジンからモーターに変わっていきこうとしているわけで、じゃあ何でエンジンからエンジンなのと、モーターじゃないのという疑問が出てくると思うのですね。だから、モーターではなくてエンジンなのだと、そこは何か触れておいたほうがいいのかないかと思いました。

【委員長】 ありがとうございます。確かに、ガソリンエンジンも含めて、内燃機関の扱いについては、ちょっと今、厳しいところですよ。

ほか、よろしいでしょうか。

すみません、では〇〇のほうから、少しコメントをさせていただきたいと思います。まず全般に、ポンプと原動機というか、エンジンという話で、話が進められているのですが、ちょっと抜けている点として、さっき指摘もありましたが、土木系というか、その流路ですね。その話がちょっと抜けているところがあると思います。というのは、1つには、先ほど高流速化で気候変動などにも対応しますよという話がありましたが、高流速化しますと、ポンプはそれでもいいのですが、ポンプの入り口で大きな渦が起きてしまって、運転範囲が狭まるという現象がやっぱりあるわけです。そうすると、そうやみくもに上げるわけにいかないと。

そのときに実際にはどうするかというと、吸い込み流路にいろいろな、渦防止デバイスとものをくっつけて、トータルでそこに逃げるとか、いろんな逃げ方をしているわけです。

だからそういうところが現場現場で違っている。従来は、もちろんポンプを設計されるときにそこも含めて、単品ごとに模型試験とか数値解析で試験をした上で、さらにトラブルがあったらそこを直しますよということをしておられたのですが、今回、特にマスのプロダクツになってくると、そういうことがなかなかできにくくなるというか、やりにくくなるということがちょっと懸念されます。

もう一つは、たくさん動かすと、どうしても一部のみ動かすという場合もありまして、そうするとポンプに入ってくる水が偏って入ってくることもありまして、そうすると、さっき言った渦がまた起きやすくなってしまいますのですね。今、例えば3台ポンプがある機場ですと、必ずその3台のいろいろな運転の組合せをしてみても、実際に渦が起きない範囲を決めておいて、それで運用するというのをされておられるはずで、これが10台になると、組合せがもう天文学的に増えてくると、何かその辺で運転指針が必要になってくる。例えば、できるだけ均一に入るような運転、例えば1台壊れたときに、ではどれを代わりに、ほかをそのまま動かしていいのかとか、少し何か配慮が要るのかとか、そういう運用上の工夫が多分これ、たくさん入れるときに出てくるようなおそれをちょっと感じています。なので、そういうところも含めた検討が、多分実証試験のほうでもされるとは思うのですが、プランの中にはそれも一応見込んでおく必要があるかというのが、まず1点目です。流路の関係です。

今、取りあえず流路のことを言ったのですが、もう1点。すみません。15ページのところで、計画、整備、操作、制御を一連のものとしてほしいというお話がありましたが、これがどこまで統一できるかというのは、ちょっとまだ疑問がありまして、例えば今、先行待機といって、もう水が来る前から回しているような、特に大型の機場もあるわけです。そういうふうに対応時間とか緊急度とか、そういったものによって機場の操作というのは多分変わってくると思うのですね。

それからもう一つは、例えば機場ごとに、床と水面の高さの差が多分あると思いますので、そうすると、先ほどの起動時、水面と床との差が、ポンプがある床との高さの差があまりなければ、ボタン一発で起動できますし、そうでない場合には呼び水をして回さなければいけないという、機場特有の話というのが絡んでくるような気がします。

機場を全部変えればもちろんいいのですが、今回あまり土木のほうはいじりたくない、コストもすごいことになってくるので、そうすると、建屋はそのまま、ポンプ系のみ換えたいという考えが多分出てくると思うのですが、そういうときに統一的な制御でできるのかということが、ちょっと疑問にあります。もしかすると、ランク、幾つか分けて、大規模な

ものはもちろん別でしょうけど、中小でも、もしかしたら何かランクをつけて、3通りか4通り用意しておかないと、実際の現場に対応できないようなおそれもあるかなと思っていきます。この辺はむしろこれからいろいろ調べないと分からないところなのですが、そういう観点もちょっとあるかなと思って、コメントさせていただきました。

〇〇のほうからは以上2点です。

【事務局】 ありがとうございます。

【委員長】 ほかに何かコメント、あるいは意見などございましたらお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。

さっきの言葉の件ですが、私も機械屋の端くれなのですが、あまり「余力」とか「余裕」という言葉を使ったイメージがなくて、設計のときは大体、安全率という考え方で全部やってしまうと思うのですね。なので、どちらかといえば、土木のほうでポピュラーなのであれば「余裕」というほうを使っておくのが、誤解がなくていいのかなという気がします。ただ先ほど言われたように、一般の方が聞かれたときに「余裕」というと、何か無駄なものをしているというイメージがあるのですが、そこはちょっと気になるころではありますけれども、これは説明次第かとは思いますが、すみません、ちょっと私も決定的にどっちがいいという感覚を持っておりませんが。

【事務局】 河川のほうは、堤防の余裕高とか、どちらかというと「余裕」を使うのが多くて、多分「余力」という言葉は苦し紛れに生み出したのですが、あんまり使った記憶がないのは事実です。

【委員長】 ただ、今のお話の「余裕」という場合は、もともと設計値よりも実際の運用のところ下がっているという意味ですね。

【事務局】 いろんな要素を織り込んで、設計上「余裕」を入れた設計をします。

【委員長】 見込まれるということですね。

【事務局】 見込んで設計をするというほうです。

【委員】 よろしいですか。今の「余裕高」についての補足説明ですが、計画高水位というものがありますが、ただ実際の洪水になりますと、水面には風浪やうねりなどが発生する場合がありますよね。だから、そういったものを含んだ概念、自然現象を相手にしていますので、そういったものの影響も考慮して、堤防を造るときには、計画高水位よりも堤防を高くしているということです。

【委員】 すみません、〇〇ですけれども、機械工学ですと、例えばゲイン余裕とか位相

余裕とか、一応そういう単語がありまして、英語でいうとマージンなのですよね。それを日本語では「余裕」と訳していて、それに概念自体は近いのかなと思うのですが、確かに、いい日本語かどうかというと、ちょっと難しいところです。

【事務局】 最初の頃はマージンと言っていたのですが、マージンでは分からないのじゃないかという方もおられて、ここは何かもう事務局が少し迷走しているところではあるのですが、よろしければ、「余裕」が普通だというのであれば、次からは「余裕」という形で統一させていただければと思います。

【委員長】 そうですね、「余裕」でまずは。そうしていただければと思います。

ほかに何かございますでしょうか。

それでは、おおむね意見も出尽くしたと思いますので、審議はここまでとさせていただきたいと思います。委員の皆様、熱心な御審議、御議論いただき、また貴重な御意見もいただきまして、ありがとうございました。

本日の議事録につきましては、内容について、皆様、各委員の御確認を得た後、発言者の氏名を除いたものを国土交通省ホームページにおいて一般に公開することといたします。

本日の議題は以上です。ありがとうございました。

では、次回の話。

【事務局】 では事務局から、今後のスケジュールの説明だけさせていただきます。

次回は6月29日を予定してございます。開催方法は、そのときに応じてまた、今日みたいにウェブでやらせていただくのか、対面でやらせていただくのか、少し考えたいと思いますけれども、今日御意見いただいたことも踏まえまして、今日整理しているところを少し直させていただいて、また御提示させていただくのと、論点の7番、8番、9番ですか、残っているところについて、再度御議論いただきたいと思います。

それと、審議が深まってきましたので、再度論点の再整理をしまして、前回第1回目で配らせていただいた論点ペーパーを再整理したものを議論していただきまして、中間報告以降の議論の羅針盤にしていきたいというふうに考えております。第4回を7月30日に予定しております、ここで最終的な中間報告の取りまとめと、次のテーマに移っていきます水門だとか堰に関わる、ゲートに関する現状と課題の整理だとか、あとは主要論点を再整理したものに基づく議論の次のスタートのたたき台ということをさせていただきまして、これ以降、また後半戦に向けた第2ラウンドのほうを開始させていただいて、令和4年夏頃をめどに取りまとめをしたいと思っております。実証実験のほうも、この6月ぐらいから本格

的になってきますので、そちらの実証実験のことも随時、こちらの委員会のほうに報告させていただきたいというふうに考えておりますので、今日いろいろと、まだ終わっていないところもたくさんある中、少し思い切って書き過ぎたところがありますので、それはまた修正させていただければと思っております。

以上です。

【事務局】 それでは、本日はどうも御審議ありがとうございました。次回6月29日、どうぞよろしく願いいたします。

それでは、閉会させていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

【委員長】 どうもありがとうございました。

— 了 —