

地震・津波被害想定等検討部会（第6回）

日時：平成27年8月24日（月）14:00～

場所：防災活動スペース3（大阪府庁新別館北館1階）

1. 開会

2. 議事

（1）石油コンビナート等防災計画の進行管理について

・特定事業所における防災対策の取組みについて

○事務局

それでは資料1-1「大阪府石油コンビナート等防災計画の進行管理（案）について」を説明させていただきます。本議題につきましては、昨年2月、当部会から「計画の定期的な進行管理の実施について」ご提案があり、翌3月、防災計画改訂の中で、新たに「計画の進行管理」の規定を設けております。その後、特定事業者や防災関係機関など関係者間で協議を重ね、また、部会の先生方にご相談に伺い、本年4月、防災本部幹事に意見照会し、本（案）を作成致しました。

はじめに、基本的な考え方です。

コンビナート地区では、これまでも防災計画に基づき、防災力強化に向けた取組が進められてきました。しかしながら、南海トラフ巨大地震による新たな災害想定を踏まえると、対策をより一層充実強化する必要があります。このため、特定事業所の協力のもと、防災本部が、各事業所の対策計画書を取りまとめ、毎年、進捗状況を把握・公表することとしました。

次に、具体の進行管理の流れです。

防災本部は、事業所など関係者と協議調整の上、対策の重点項目を設定します。それを受け、各事業所は、対策を検討し、3か年の対策計画書を提出します。防災本部は、これらを取りまとめて公表し、その後、毎年、実績報告書をもとに進捗状況を把握し、その概要を公表します。課題については関係者で対応を協議・調整します。このPDCAを回し、本地区の防災力強化を目指します。

右側に、重点項目の概要を示しています。

法令で定められた対策の前倒しや、南海トラフ巨大地震の災害想定等を踏まえて優先する対策を、重点項目に設定します。第1期では、6つの重点項目を設定することとしています。

重点1、2は、いずれも法定対策の前倒しです。浮き屋根式タンクでは、長周期地震動によるスロッシング対策のため、平成29年3月末までに耐震基準への適合が必要です。法定期限を前倒しし、早期適合を目指します。準特定タンクについても、タンク本体の補強や地盤の液状化対策などの耐震基準適合を、平成29年3月末までに図る必要があります。早期適合を目指します。

重点3は、東日本大震災での災害発生を受けて設けられた、球形高圧ガスタンクの鋼管ブレース、支柱を支える筋違い等の耐震基準への適合です。耐震診断を行い、必要な場合、対策を実施します。この対策は、事業所による自主的な取組です。

重点4は、危険物タンクへの緊急遮断弁の設置です。津波によりタンクが移動した場合などに油類の流出量を抑制し、災害の連鎖と複合を防ぎます。事業所の自主的な取組です。

重点5は、危険物タンクの管理油高（下限値）の見直しです。常に一定量以上の貯蔵量を確保することにより、津波によるタンクの移動を抑制します。

重点6は、津波避難計画の改訂です。本年4月に改訂した作成指針案により、計画を改訂します。

資料1-2をお願いします。

本年5月、本（案）の事業所説明会を開催し、その後、各事業所から提出された対策計画書をもとに、第一期の重点項目の対策スケジュールを、とりまとめました。府内コンビナート地区全体として、対策の現状を整理し、3か年のスケジュールを、設定しています。各項目について、順に説明します。

重点1、浮き屋根式タンクは、平成26年度末、昨年度末で114基の内、64基が適合済みです。本年度中に、残り50基の内30基、60%を前倒しして改修する予定です。

重点2、準特定タンクは、昨年度末までに143基の内132基、92%が適合済みと対策が進んでいます。本年度中に、残り11基の内6基が、前倒しで改修されることになっています。

重点3、球形高压ガスタンクの鋼管ブレースは、昨年度末までに、対象となる21基の内10基が、耐震基準に適合しています。第1期の3か年で、11基の内4基の改修が予定されています。残る7基についても、引き続き耐震補強が実施される見込みです。なお、これ以外に、耐震診断中のものが14基あります。

重点4、危険物タンクの緊急遮断弁は、昨年度末までに342基の内162基、47%、約半数に設置されています。第1期で22基の設置が予定されています。なお、1万キロリットル以上のタンクでは、緊急遮断弁の設置が義務づけられており、既に、123基すべてに設置されています。遮断弁を設置するには施設を一定期間停止する必要があり、設置のタイミングは、開放検査時などに限定されます。

重点5、危険物タンクの管理油高の下限値です。平成25年度の災害想定で、移動するとされた128基の内、これまでに60基、47%の下限値が見直されています。

第1期で11基の見直しが予定されています。管理油高の見直しにあたっては、倉庫業の場合、貸出先、顧客との調整が必要で、運用効率の低下などの課題もあります。

重点6、津波避難計画の改訂は、すべての事業所で実施する予定です。

なお、対策計画書では、重点項目以外の取組みも記載してもらっており、その中には、当部会第一次報告で示された「自衛消防車両の浸水対策」や「非常用電源の浸水対策」なども、実施が予定されています。今後、この重点項目の対策スケジュールをもとに、第1期の進行管理を進めてまいりたいと考えております。

防災計画の進行管理（案）についての説明は以上です。

【質疑応答】

○室崎部会長

では、只今の資料1-1、1-2についてご意見等ございましたら、よろしくお願ひいたします。もう今まで何度も議論しているところですけども、今回の重要なことは作成した防災計画

がしっかりと実行されているかどうかをきちんと進行管理をして、まず1期3年間の計画があって、それを年度ごとにしっかりとされているかどうかということで、特にその中でも重点項目については、しっかり見ていくということで、現状をご報告いただいたところでございます。

○高橋部会員

重点の3、4、5、6は自主的な取組みだと思うのですが、その割には随分進んでいてすばらしいなあと感じています。津波の観点から言わせていただくと、やっぱり緊急遮断弁というのが重要で、3. 11で我々が反省しなければいけないところは、想定しないようなことが起こりうること。漂流物が思った以上に入ってくるとかの場合でも、緊急遮断弁が整備されていると、被災リスクが随分下がると思うので、重点的にやっていっていただきたいと思います。

資料1-2のところで、緊急遮断弁の設置のタイミングというのが限定的であるというお話がありましたけれど、開放検査時などに設置されるということであるが、どれくらいの頻度で行われるものなのでしょうか。

○事務局

1万キロリットル未満のタンクですと、10年程度の期間を置いて開放検査が行われますので、そのタイミングに合わない、なかなか取り付けというのが難しいというのが実情です。

○高橋部会員

もちろん、計画的にやられているわけだから、次にどれが検査時になるかは事業者さんにご存じだから、それに合わせてやっていただくというのは重要なわけですよ。事業者さんもお理解いただいていると考えていいわけですよ。

あと、もしわかれば結構なのですけれど、設置費用の概算はどれくらいの規模なのか。

○事務局

規模やものにもよりますが、数千万円単位の費用がかかると聞いたことがあります。

○高橋部会員

1基で？

○事務局

はい。タンク1基あたりで。

○高橋部会員

そうですか。なるほど。事業者さんをお願いしてがんばっていただくしかないわけですよ。はい、わかりました。ありがとうございます。

○鈴木部会員

緊急遮断弁については、高橋先生が先ほど言われたように重要だと思うのですが、技術面にしろ、例えば緊急遮断弁の基礎を基本的にはタンク本体と同一にしておかないと、離れていると、地震でそこで、緊急遮断弁と本体との間で亀裂が生じてくるだとか、それから緊急遮断弁を地震計と連動させるであるとか、遠隔操作できるようにするとか、そのあたりの技術的な指導だとか、どのようになっているかとかの把握までは、ここでは求めていないということでしょうか。

○事務局

そこまでは求めていません。ただ、対策計画書というものを出していただいて、細かく書いていただいている事業所もあるのですが、先生の言われた感震というんですか、地震に反応する緊急遮断弁の機能をさらに付加するというのも既に付いている緊急遮断弁の中で行われている事業所もございます。

○鈴木部会員

そういう技術的な指導を行政側からするということまでは踏み込まない。場合によっては、ある程度技術的な他社の例も見せながら、こういうやり方の方がよい、安全性は高まるよと、行政側は踏み込まないという判断でよろしいですか。

○室崎部会長

踏み込まないと言い切るのもまたどうかと思いますよね。だから、その各事業所から防災計画が出てきていて、それは全部、府でも目を通されるわけですよ。やっぱり、これはちょっと困ったなという場合には、アドバイスも必要だし、コンビナートの中で事業所さんの連絡協議会のようなものがありますよね。そういうところで情報交流をして、こういう風にすれば上手くいくとか、とても重要だと思う。少なくとも各事業所さんの緊急遮断弁はとても重要だということの認識は十分されているわけで、努力されていないことは絶対ないわけですよ。お金の問題とか、タイミングや方法の問題だと思います。少し、本当にうまくいかなかったら、何千万円というが、費用の補助はないのですか、緊急遮断弁は。また、こんなことを言うと、お金はどこからひっぱり出すかということになりますけど。

○事務局

費用の問題につきましては。やはり負担になるということで、他のコンビナートがある道府県と協力しまして、技術開発の方をより安価に、あるいは、止めないで付けるようなことができないかという形で国への要望活動は続けています。

○室崎部会長

先ほどの話であれば、10年経てば100%いくということですかね。南海トラフが10年待ってくればいいですけど。何とも言えないですよ。

○事務局

聞いていますが、倉庫業と申しまして、タンクを顧客に貸しているタイプの事業所では、配管を利用するのは出し入れの時だけ。その時には人もついていて、もし何かあれば、元バルブを閉めるということで、ずっと利用しているタンクとは危険度というか、違うので費用のことも考えると、先ほど言われましたように **10** 年経ったら全部できるのかということ、事業者の方はやはり経営条件も考えながら、対策の方を進めるということでございますので、できるだけ我々働きかけていきたいんですが、実現性についてはちょっとまだ。

○室崎部会長

そういうことでいうと、単に付いたか、付かないかで数字だけ追っかけるのではなくて、実質としてどうか、付いてなくてもそれほど問題のないものもありますよね。あるいは将来、数年後にきちんと付けるとか、少しあまり行き過ぎると企業の事業内容に介入することになるのですが、行政としては、数字だけではなくて、あまり大きな問題はないとか、押さえていかないと、数字だけでできたかできないかという議論だけではちょっと、あれかもしれません。別に付けなくていいのがあるかもしれませんからね。

○事務局

内容も含めて考えてまいりたいと思います。

○室崎部会長

これについてはよろしいでしょうか。高橋先生が言われたように、自主的な部分でかなりご努力いただいているので、義務付けられて強制されたからということではなくて、先を見通してやるということは非常にいいことだと思います。そういう意味では、国に対する要望だとか、どんな支援が行政としてできるか、何もしないとうより、むしろどういう支援ができるのか、サポートすることがあれば、それをやっていくということで進めていただければありがたいなと思います。

・特定事業所における津波避難計画の改訂予定等について

○事務局

資料1-3 「津波避難計画の改訂について」を説明致します。

紙面左側に、作成指針の概要、右側に、計画の改訂予定について、調査した結果を記載しています。左上の欄をご覧ください。

まず、「津波避難計画作成指針」について説明させていただきます。

大阪府では、東日本大震災の発生を受け、平成24年3月、計画作成の基本方針等を示した作成指針をまとめました。この指針では、暫定的に、津波高さを従来との2倍としています。

その後、平成25年8月、南海トラフ巨大地震を想定した新たな津波浸水想定等が示され、当部会では、本地区の地震・津波による災害想定等の検討を進めていただきました。また、国からは、大震災を踏まえた津波避難に関する報告書等も示されています。府では、これらの新たな知見等

を踏まえつつ、事業者や防災関係機関と意見交換しながら、検討を進め、本年4月、本（案）を作成しています。

左下の欄をご覧ください。

指針（案）の概要です。避難は、徒歩や自転車による水平避難を原則としています。また、避難計画改訂時の主な検討ポイントとして、「避難場所と避難経路の複数設定」、「人の安全を第一にした緊急停止の活動時間設定」、「休日・夜間も含めた緊急措置訓練の定期的な実施」などを示しています。

紙面右側をご覧ください。

指針案で示した主な検討ポイントへの対応について、事業所からの回答をまとめています。まず、水平避難・垂直避難の選択です。大阪北港地区では、すべての事業所が垂直避難を選択しています。これは、浸水区域外までの距離が長く、水平避難が困難であるためと考えられます。

堺泉北臨海地区では34社中5社、約15%が水平避難を選択しています。

続いて、複数の避難場所の設定です。49の特定事業所の内、すでに40事業所が設定済みで、6事業所が設定を予定しています。残る3事業所には、他の避難場所が遠方過ぎる等の理由があります。

複数の避難経路です。36事業所が設定済みで、7事業所が設定予定です。残る6事業所には、「自社内なので経路を定めない」、「他の迂回路では避難時間が確保できない」等の理由があります。

活動可能時間の設定は、37事業所が設定済みで、残る12事業所すべてが設定を予定しています。

休日・夜間の訓練は、26事業所で実施済み。10事業所が実施予定です。残る10事業所では、平日訓練、緊急通報や安否確認などの訓練を優先して実施するとの回答でした。

以上のとおり、概ね改訂した指針の考え方により、計画の見直しが予定されているところですが、堺泉北臨海地区において、水平避難を選択した事業所の割合が約15%と低いことから、事業所にその理由を聞いております。

口頭ですが、水平避難を選択しない理由を、3例紹介いたします。

一つ目です。従業員の点呼に一定の時間が必要で、浸水区域までの距離もあり、避難に必要な時間確保に余裕がない

二つ目です。現状では、避難経路や沿道の被災状況が把握できない中での避難となり、最悪の場合津波に巻き込まれる可能性があるのに対し、事業所内では、避難建築物の耐震性が確認できており、備蓄品も確保され、施設の状況も把握できる。これらのことを考慮すると、現時点では、水平避難の方がリスクが大きいと判断した

三つ目です。エネルギー事業所からは、地震発生時にも、エネルギーの供給確保、事業継続が前提で、全従業員が事業所内で避難の上、業務を継続するといった趣旨の説明がありました。

水平避難を選択しない理由には、地震発生直後の避難経路の状況把握など、今後、事業所連携等により、対応が可能なものがあります。これら課題に対応しながら、引き続き、水平避難を原則として、関係者間で協議を進めたいと考えています。

津波避難計画の改訂についての説明は以上です。

【質疑応答】

○越山部会員

避難計画作成指針に基づいて作られたとみてよろしいのでしょうか。指針の中身を見ると、地震・津波時の状況想定がちょっと甘いかなと思っておりまして、震度の揺れと浸水深ぐらいを状況想定として設定して逃げてください、逃げるとすれば避難計画を作成してくださいという形で多分作っているのですが、もう少しシビアな状況設定をしている事業所さんもあれば、そんなことをしていない事業所さんもあると。そうすると、避難計画においてもかなり差が出てしまうのではないかと。作っている、作っていないだけではなく、どんな状況を想定しているのかということ、ばらついてしまうと、結局は全体の避難ということが描けないのではないかと。昨年ぐらいからずっと言っているような話が出てきているかと思う。起こらないという前提だけれども、起こったとしたら、地区内で火災が起きたとしたら、そういうことをみんなが想定したうえで、避難計画が作られていくかどうかとか。うちは、起こらないという前提で作っていますと、うちは起こる前提で作っていますとなると、水平避難なのか垂直避難なのかもバラバラになっていってしまう。距離だけではなくて、状況想定が各事業所でばらついていることによって、結果もばらついてきているのかなという気がするので、そのあたりをどうチェックしていくところが、課題かと思うのですが、そのあたりどうお考えでしょうか。

○室崎部会長

越山先生の意見を引き取って言うと、基本的には堤防がしっかりがんばるとかして、避難しないといけない事態は起きないように努力しているので起きない。しかし、何が起きるのがわからない。最悪の事態で堤防が何らかの形で津波で突破されて、大量の津波が入ってくる、あるいはどこかで大きな火災が発生する、その時には避難が必要ですよね。その時の最悪の事態というものを個々の事業所で決めるのか、大阪府が避難計画の前提の災害、こういう場合どうするかという形で被害状況というのを統一的に示すかによって違ってくるわけです。例えば、事業所によっては、極端に言えば、うちは燃えるものもないので火事が起きないので大丈夫だと言っても、周辺で万が一起きて、保安距離がとってあるので次々に誘爆していくことはないのかもしれないでしょうけど、そういうことも起こりうるかもしれない。そうすると、やっぱり逃げた方がいいというケースも起きますよね。その前提条件をどうするのかという、多分そういうご質問かと思えます。

○事務局

南海トラフの巨大地震が発生しましたら、津波は必ず来るという前提で、ただ、お話のありました火災等の災害については、災害想定の中でも検討しましたが、確率的に千分の1とか、一万分の1、ただ大きな災害の時は複数で起こるかもしれないという話があるのですが、ちょっと起き方に差があるということで、基本的には津波から逃げていただくということで、水平避難と。そこをベースに考えていただくと。複数の避難経路とか、避難場所というのは、やはり火災等の災害が発生した時に1つに決めていると、火災等がその場所で起こったときに対応できないということで、複数化を図るというところが今回の改訂の中でも災害を意識して見直したところです。

あと、緊急要員の方もですね、命を大事する、確保するというので一定時間が来たら避難をするということも、この指針の改訂の中で新たに盛り込んだ内容としております。

○室崎部会長

第1ケースというか、巨大な津波が入ってきた時の避難計画と万が一どこかで爆発が起きたり、大きな火災が起きたりする、これも否定できないわけですよ。東日本大震災でも火事が起きているので。それが起きた場合、どうするのか。避難計画は2段階いると思うのですよ。1段階でいうとね、津波が10m来たとしても、私の会社のビルは20m以上あるから上で大丈夫。だったら、別に水平避難しなくても垂直避難でいい、津波避難でいうと十分ですよ。起こりうることは、津波が引かなくて、3日か4日ぐらい水の中で籠城してくださいということを覚悟して、食べるだけの食糧は自力で我慢しますということであれば、必ずしも水平避難でなくてもいいんだと思うんですよ。だけど、コンビナート爆発もあるし、もう一つやっかいなのは、逃げた避難ビルで火事が起きることだってあるわけですよ。じゃあその時どうするのかという話をちゃんと用意しておかないといけないのであって、避難ビル自体で火事が起きる、起きない、絶対うちは起きないようにしているという前提で垂直避難を選び方、そこらへんをそうするのかですけど。もしそういう火災みたいなことが起きた時にも、避難ビルから別の避難ビルに行けるよっていうルートがあれば、いいのでしょうか。シナリオと避難計画がある程度連関しているということが必要になるわけで、水平か垂直か一律に言うのは難しい。安全なビルだったら垂直でいいっていうかもしれません。という気がちょっとするんですね。避難計画を作って、永遠にこれだっていうわけではないですよ。必要に応じて見直していただけるので、次の見直しをする時、そういうところを含めて検討していただくのが必要かもしれません。

ガスは近畿圏に供給する責務があるから、最後までがんばれという考え方と、火が迫ったら命が優先なので、バルブの操作とかも途中であきらめてなるべく早く逃げてください、逃げるなら中におらずにできるだけ遠くに逃げてくださいよという気持ちが強いのですが、もう一方でいうと、それぞれが果たしている公共的な役割があるので、そう簡単に何もかもほったらかしにして逃げるわけにもいかないというご意見もそのとおりなので、これも事業所によってケースバイケースですよ。ただこれも、じゃあ何分まで津波の何分前までに逃げるかどうかとか、大きな火災が起きてから逃げるとか、そこはきちんと逃げるタイミングを決めておかないといけない。そのあたりを事業所さんが検討されていると思いますけど、シナリオというか被害想定等との関係でみないといけないのではないかと。とても難しいのですよね。事業所によっては最後まで守ろうとするし、そういうところがあると思います。従業員の命も守らないといけないので、東北のときのようなことが起きては絶対だめなので。

○事務局

今回、避難する時間を考えていただくような目安を示しているのですが、東北の実績をもとにしてやっているのですが、実際に割と距離もありますので、どれだけかかるかっていうのは訓練していただかないとわからない。その成果を活かして各事業所で見直していただくとか、活動時間についても同じようなことが言えると思いますので、そういう訓練を実際にやっていただくよ

うな中で、指針に基づく考え方よりもより現実的な対応を各社の避難計画の中で見直していただくと。是非やっていただきたいと思っています。

○鈴木部会員

事業所は、地震災害時の対応で、それなりにそれぞれ対応をとられているわけですが、基本的に事業所側は地震・津波が起きれば、ある揺れ以上で自動停止あるいは手動停止でまずプラントを止める。そこで余裕があれば、二次操作に入っていくわけですが、余裕がなければそこで避難するという対応をとっています。その時、事業者側というのは、それで一応安全停止ができるということを前提に避難計画を立てられている。どこどこで火災がある、爆発があるという最悪のシナリオを現在描き切れていないのが現状だと思います。これからの課題として事業所に投げっていくという状況だと思うんです。事業所にとっては非常に難しい問題で、それをどう想定していくのか、はっきり言って十分つかみ切れていないというのが現状かと思っています。

○高橋部会員

懸念しているのは、垂直避難と水平避難、どちらか選ぶときに、水平避難よりも垂直避難の方が楽そうだから選んでいるようなところがあるのではないかという気がするんです。確かに水平避難と垂直避難を比べた場合には、避難するまでは垂直避難よりも水平避難の方が大変なだけども、避難した後っていうのは、垂直避難の方がよりリスクが高くなるわけですね。この場合、大津波警報が発表されていれば、当然助けに来ない、孤立するわけですよ。おそらく事業所としては、備蓄なんかをしているという話もありましたけど、どれくらい見積もってやっているのか、食料品とか医薬品とか、救助人がいた場合どう対応するのかとか、ということを考えると、垂直避難は実は大変なオプションになります。

そこらへんがちゃんとイメージして考えたうえで垂直避難を事業所さんが選んでいるということ信じたいわけですが、越山先生が先ほど言われたように、やっぱりしっかりとシナリオを練り切れていない。水平避難大変だから、垂直避難を選んでいるのではないかという懸念があるので、やはり、繰り返しになると思いますけれども、各事業所さんにどういったことが起きるか、自分自身のことを考えていただいて、そのときどういう選択が一番実現性が高いのか安全なのかということを考えていただいているとは思いますが、こちら情報を出さないといけないのかと思います。

○高橋部会員

複数の避難経路の設定のところで、避難計画で設定していないという理由で、今決めている経路よりも長くなるので避難時間が確保できなくなるとか、今の避難経路が災害リスクが十分小さいためと書かれていらっしゃるのですが、同じ重みの複数の避難経路を用意しろというわけではなくて、メインの経路があってももちろん結構なのですが、そこがより一番安全だということを探していただいても結構なのですが、そこが万が一想定していなかったことが起きて行けなかった場合の複数経路ですので、バックアップの経路ということですので、そのあたりを事業所さんにはお願いしたいなとは思っています。

○事務局

実はこの避難計画作成指針の説明会を5月から7月にかけて特定事業者、一般事業者の方にも説明会を実施しております。そのときにいろいろな質問が出ておりますので、ホームページでその質問の回答を返そうと考えておまして、今日部会でご意見いただいた分もその中にしっかりと盛り込んで事業者の皆様に伝わるようにしていきたいと思っております。

○室崎部会長

例えば、ここに出ているのは、メインの経路はいつのタイミングで逃げるかにもよるのですが、メインの経路が避難の時間どおりに逃げられることができれば、サブの経路は少々オーバーしてもいいよっていう考え方をするのか、サブの経路もきちんと時間内に逃げなさいというのかで随分違ってきますよね。高橋先生のご意見は重みがあると。だから両方とも完璧なものを用意しろというのは無理で、万が一のときに、多少それはねリスクがあっても上手くそこを通過して逃げられるということ。例えば、思いもよらない大きな爆発があって逃げざるを得なくなったときに、サブの経路があった方がいいのではないかっていうご意見もあるので、そのあたりをちゃんと返事を返していけるかどうかですよね。

○室崎部会長

それからもう一つは、府の仕事を増やすのかもしれませんが、避難経路の一つ安全な避難経路がきちんと、次の液状化とか関係するのですが、メインの道路はきちんと地震が来ても、津波が来るまでの間は、使えるという道路をちゃんと整備しておけば、みんながそれを使って、かつ車避難を認めるかどうかというのもシミュレーションしないといけないけれども、一定のバスなんかで車で逃げてもいいよってなると、そういう前提条件がはっきりすると、事業所も考えやすいですよね。道路が使えるかどうかよくわからない、考えにくいということがある。安全なところまでコンビナートを出てから先の道路事情も少し交通整理しないといけないかもわかりませんよね。事業所さんも出てもね、コンビナートの先でつかえていたらどうなるんだって、そんなことするんだったら、自社ビルの屋上に行っていた方がいいと思われているところもきっとあると思う。

○事務局

行政サイドとしましても、道路とか橋梁とか耐震対策もやらないといけないのですが、事業所さんが気にされていますのが、対策が済んでいても本当に逃げることができるかわからない、その確認ができないのに、従業員の方を逃がして、途中で行けないから戻ってきてその間に津波にのまれるのが一番こわい。

○室崎部会長

そういうことがないように、ちゃんと行けますよっていうことをしないといけない。

○事務局

行けるようにするという対策と併せて、行けるかどうかの確認、情報をどういう風に共有するかそのあたりが今後の課題かと考えています。

○室崎部会長

あるいはこれも大変な仕事ですけど、一斉に事業所の方が逃げたとすると、大渋滞が起きるのか、ボトルネックが起きて大混乱になるかもしれない、そういうこともなくてスムーズに行けるのかどうか、あるいは橋が狭くてそこがネックになるよと。橋の幅を広げるっていうのは、府の仕事として必要かもしれませんよね。どっちの仕事がよくわかりませんが、浜寺水路の橋の場合は。そういうことも含めて、はっきり決まっていなくて事業所の方も考えられない。事業所はそこを不安がっているというか、行政を信頼していなくて途中で逃げられなくなるのかと思うと、迂闊に逃げるとむしろ危ないと、垂直避難を選ばれるところもあるかもしれません。そこは、相互の連携作業なので、行政は行政できちんと逃げられるようなルートを確保してはじめて事業所が逃げることができる計画となってくる。毎年というか、見直しの中で少しずつ改善していくことだろうと思います。とりあえず垂直避難のところは、万一、垂直避難しても3日間籠城ができるとか、垂直避難でも問題ないように環境整備は各事業所でしていただかないといけない。

○畑山部会員

先生方のご意見はいちいちごもっともと聞いております。実際、3.11の実例として垂直避難からやむなく水平避難に切り替えて、しかも水平避難の経路がようやくという事例が仙台の製油所で起きています。最初、製油所の皆さんは構内にとどまって垂直避難的なことを行っておられて、夜9時半ごろに火災が発生して、それで構外へ避難しようということで、まだ完全に水が引いていなくて、膝ぐらいまで浸かりながら、真っ暗闇の中をじゃぶじゃぶと、当初から避難場所を決めてあったのか、即座でそこに行こうとなったのかは聞いていませんけども、そういった実例があります。なので、垂直避難一辺倒でこれは問題だということで、皆さんお話をされていると思うのですが、行政の方としてできることと言えば、それではよくないからちょっと考え直してくださいと働きかけを多分行っていくということになると思います。その働きかけを行ううえで、やはりそういう実例があったということを情報として積極的に提供していくことで、より説得力を持った働きかけができていくのではないかなという風に思います。

○室崎部会長

コンビナートでは起こしてはいけないのですが、本社のビルなんかには逃げている、そこで火事が起きてしまうと、もう逃げようがないですね。その時にどうするか。答えは2つですよ。そういうことにならないように、垂直避難ではなくて、遠くへ逃げしておくという方法もあるし、2番目はどんなことがあっても火事を起こさない、火事が起きたらすぐ、決死の消防隊を用意しておいて、火事を広げないようにする。後者はあり得ると思います。中で使用している火種となるものを安全なものにするということもあるし、自衛消防隊を作ってビルの中の火事はすぐに消すということも最悪の場合、垂直避難するのであればビルの火災対策はちゃんとやりましょうとい

う計画は多分いると思う。

○高橋部会員

避難計画、避難経路にしる、垂直か水平かにしる、事業者さんもしっかり考えていると思いますが、どれくらい実際的に試してみて決めているのかなというところがあります。避難訓練において、例えば垂直避難するんだったら、避難訓練で1日ぐらい滞在してみて、孤立した状態で滞在してみて、これでも大丈夫かどうかということをおもなわかってやっているのか、水平避難が難しいというのは、実際に避難してみて難しかったということなのか、そこらへんを少し担当者の方だけではなくて、実際に避難される職員の皆さんも一緒に動いた方がいいのではないかと思います。よく自治体が街のハザードマップを作るときに、一応は避難経路を行政の方が決めたとしても、それを持って行って、住民の皆さんが地図を実際に持っていただいて歩いてもらうことはよくありますよね。ワークショップか何かで。ここは確かにいいのだけど、この道行って壁が壊れる可能性が高いよねとか、住民の皆さんからアイデアが出てきて、それでこっちの方も考えた方がいいよねということが出てくることもあると思うんですけども、そういったことを事業所の避難計画の中にも入れられるようにしたら、より実際的になるのではないかと思います。そういったことも事業者の皆さんにお伝えいただけたらと思います。

○室崎部会長

避難訓練を計画の中に盛り込んでいただいているので、訓練をしてみてまた計画を修正する、計画の中身を訓練にフィードバックする、むしろ訓練で計画を検証するようなことをしていただければいいかと思う。私は、順次、必要に応じて改正をして各自事業所の皆さんにはよりいいものをしていただくというスタンスでいいんじゃないかと思いますので、それを少し各人のご意見を行政は上手に指導してあげていただければありがたい。あまりきつく言うと、何か強制みたいになりますので、そこはコミュニケーションの世界だと思う。事業者は事業者のご事情もあると思いますし、水平避難でなくても、垂直避難でもいけるところがありますので、それは考えながらご指導いただければ、ありがたい。

○事務局

我々も計画を作っているかどうかだけをチェックする気はなくて、この後、よりよくどう変えていくか、皆さん意向は同じかと思います。

○室崎部会長

いろいろあると思いますよね。3日間とか閉じ込められてしまうというリスク、もう一つは本当にケースは少ないけれど、爆発や火災によって計画どおりにいかない、その時どうするか。最悪の場合と命だけは守れるという手だてを考えておくということは必要かと思います。

(2) 地盤の液状化による側方流動評価について

○室崎部会長

それでは次に、議題(2)「地盤の液状化による側方流動評価について」審議を始めます。この議題は、本部会の第一次報告で、今後の課題としたテーマです。事務局から説明をお願いします。

○事務局

それでは資料2-1「地盤の液状化による側方流動評価案について」をご用意ください。液状化の評価につきましては、液状化のしやすさが、メッシュデータとして示されています。埋立地などで、危険性が高くなっており、コンビナート地区でも危険性の高い区域が分布しています。当部会では、コンビナート地区での検討にあたっては、液状化のしやすさに加え、地盤がどれだけ変形するのかを評価することが重要とされ、先ほど部会長からお話がありましたように。昨年2月の第一次報告で、「典型的な断面で、地盤の液状化による移動の可能性を検討すること」としております。事務局では、事業所の協力を得ながら、現地調査や資料収集を行い、三村先生のご指導をいただきながら、本資料をとりまとめました。

1 ページをお願いいたします。右側をご覧ください。

地下水で飽和されたゆるい砂質土系の地盤では、上の図の中央の絵のように、地震動により砂粒子のかみ合いがはずれ、泥水状態となることがあります。このような液状化現象に伴い、埋立地では、下の右側の図のように、護岸と背後の地盤が、海方向に移動する現象、「側方流動現象」が発生する可能性があります。

2 ページをお願いいたします。

本検討では、左側の図に示しました堺泉北臨海地区を対象に、南海トラフ巨大地震による側方流動の可能性について、まとめています。検討は、右側のフローにより進めました。まず、土質概要を整理し、解析断面の選定や土質定数の設定、地震外力の抽出を行います。そして、これらをもとに代表断面において、地震応答解析を行います。

3 ページをお願いいたします。

土質資料の整理です。左側のフローにしたがって進めました。右下の図が、大阪平野の地層構成の概要です。地盤モデルを作成するには、地震外力を与える「工学的基盤面」がポイントとなります。土木構造物の部会で、工学的基盤面を「第2洪積砂礫層Dg2層」の上面に設定しています。同部会での検討との整合を図りつつ、本地区においても、このDg2層と「第1洪積砂礫層Dg1層」の位置に着目し、地層構成を整理します。

4 ページをお願いします。

左下が大阪湾沿岸の推定土質断面図です。黒線で囲んだ箇所が対象地区です。北側の堺地区と南側の泉北地区で、Dg1層の位置は、同程度の深さですが、Dg2層の位置は、堺地区で深くなっています。これを踏まえて、両地区の地層区分を設定します。

右側をご覧ください。

下の図は、堺地区の埋立履歴によるゾーン分けと関西圏地盤情報ネットワークで収集されているボーリング調査位置を示しています。図面の赤い点が、ボーリング位置です。地区内のすべてのボーリングデータをもとに、全体的な地層構成の特徴を把握しながら、地層区分の設定を行い

ました。また、埋立履歴でゾーン分けを行っていますが、データのばらつきが小さいことから、今回は、室内土質試験結果がえられている両ゾーンのボーリング調査をあわせて活用し、推定土質断面図と土質試験結果を整理しています。

5 ページをお願いします。

左側が推定土質断面図、右側が土質試験整理結果の一覧表です。

6 ページをお願いします。

泉北地区についても、同様に資料を整理しました。

8 ページをご覧ください。

代表断面の選定です。左側に検討フローを示しています。護岸形式、地盤条件、液状化危険度、土地利用状況に着目して、代表性を持った断面を抽出します。次に、候補断面の簡易照査を行い、その結果を考慮して詳細照査を実施する断面を選定します。詳細をページ右側以降に記載しています。護岸形式については、両地区とも傾斜護岸が代表形式であることを確認しました。

地盤条件は、堺地区と泉北地区でD g 2層の出現深度に差があることから、簡易照査を行う断面をそれぞれの地区から3断面ずつ選定することとしました。

9 ページをお願いします。

液状化危険度は、堺、泉北両地区で高くなっています。

ページ右側をご覧ください。簡易耐震診断結果です。総沈下量は、5断面で1.7mから1.9m程度、泉北地区の1断面で1.2m程度となっています。なお、この簡易照査は、詳細照査のデータベースと照合して、変形量を算定するもので、詳細照査の結果と比べて変位が大きくなる傾向があるとされています。

10 ページをお願いします。

簡易耐震診断の結果や両地区で地盤条件が異なること、消波ブロックの有無なども考慮し、以下の3断面を代表断面に選定しました。

11 ページをお願いします。

整理結果をもとに設定した3つの解析モデル図です。

12 ページをお願いします。

解析条件です。水位条件は、国の基準により設定しています。工学的基盤面は、D g 2層上面とします。

ページ右側をご覧ください。国の地震動波形データをもとに、各ケースについて、想定地震外力を作成しました。

13 ページをお願いします。

解析用地盤定数です。ボーリング調査により整理した地盤定数や国の基準、関連文献などをもとに、下表とおりに設定しました。

14 ページをお願いします。

地震応答解析のプログラム、FLIPにより解析を行った結果です。上の表は、護岸位置と護岸背後25m位置、50m位置の3点での変位量一覧です。なお、着目した3点は、護岸から主要な危険物タンク等の施設までの距離が、概ね50m以上であることを考慮して選定しています。

解析の結果、水平変位は、護岸位置で0.3m程度から1.9m程度で、護岸から離れるほど

小さくなっています。鉛直変位は、0.3m程度から1.0m程度です。なお、最大変位は、水平、鉛直方向ともケース2で生じており、水平変位は、護岸位置付近で1.9m程度、鉛直変位は、護岸背後で、1.1m程度となっています。

次に、各ケースの解析結果について説明します。

15のページをお願いします。

ケース1の概要です。上の図が全体の変形図、中ほどの図が過剰間隙水圧比コンタ図、下の図が地震前後の表面概形と水平及び鉛直方向の残留変位です。中ほどの図で赤色系の部分は、間隙水圧が高いことを示しており、護岸背後部で液状化が発生していることが伺えます。下の図から護岸と背後地盤が海側に移動し、護岸背後が沈下していることが読み取れます。また、護岸付近で水平変位 dx の最大値が生じ、背後地盤で鉛直変位 dy が最大になっています。

同様に16ページがケース2の概要です。

中ほどの図で、護岸背後部で、広範囲に液状化が発生していることが伺えます。下の図から、護岸と背後地盤が海側に移動し、護岸背後が沈下していることが読み取れます。また、このケースでも、護岸付近で水平変位 dx の最大値が生じ、背後地盤で鉛直変位 dy が最大になっています。

17ページがケース3です。

液状化が発生しているとみられる層は、薄くなっています。水平、鉛直変位ともケース1とケース2に比べてかなり小さくなっています。

18ページをお願いします。

対策工法の検討です。地盤の変形は、側方流動圧による影響が大きいと考えられます。変形を抑制する代表的な工法に、「締固め工法」「深層混合処理工法」「薬液注入工法」があります。ここでは、現場での施工性等を考慮して「深層混合処理工法」を前提に検討を行っています。右側の図のとおり、対策範囲は、背後地盤の対策として、直背後0m～50m区間と50m～100m区間の2ケース、護岸直下対策として1ケースを設定しました。背後50m～100m区間のケースは、危険物施設等がこの範囲に配置されていることを考慮して設定しました。対策工についても、FLIPによる地震応答解析を実施し、その対策効果を検証しました。

19のページをお願いします。

対策工法の解析結果一覧表です。背後地盤の対策では、主に沈下量の抑制に効果が見込まれます。護岸直下の対策では、水平変位の抑制に効果が見込まれる結果となりました。

それぞれのケースでの解析結果を20ページから25ページに掲載しています。

26ページをお願いします。

対策工とその効果を一覧表にとりまとめた資料です。

資料2-1の説明は以上です。

続いて資料2-2「被害想定と主な対策案について」を説明します。

側方流動について、被害想定概要と主な対策案をまとめた資料です。今回の検討結果をもとに、東日本大震災の国による調査結果や施設での液状化対策の実施状況、部会でのご意見など参考に、整理しました。

被害想定概要については、代表断面での地震応答解析の結果、地盤の液状化に伴い、側方流

動現象が発生し、護岸やその背後地盤が水平方向で、最大1.9m程度、鉛直方向で最大1.1m程度の変位が生じるおそれがある。

災害拡大の様相として、側方流動により、護岸や背後地盤にある配管、防油堤等の施設に影響が及び、油類やガス灯が流出するおそれがある。着火した場合、陸上・海上火災、爆発等の災害が発生する可能性があるとしております。

対策案、紙面の右側ですが、事業所において、今回の評価結果を参考に、調査を実施し、必要に応じて、地盤の液状化対策や、緊急遮断弁の設置などのその他の対策を実施する、防災本部では、事業所の取組みを把握し、今後の対応を検討するとしております。

資料2-2の説明は以上です。

【質疑応答】

○室崎部会長

三村先生、お手伝いいただいているので、少しポイントをお願いいたします。

○三村部会員

基本的な考え方としては、すべてを解析するというのは実質的に不可能ですので、事務局のご説明のとおり、当該地域内では地盤はあまり変わらないので、構造形式の特徴的なものを3形式選んでいただいて検討されたということになっています。確認なのですが、水平距離で護岸から50mぐらいからタンクが存在し始めるということだったのですが、実際に検討されているときは、全領域にわたって無改良ということでもよろしいですね。解析領域としては護岸から150mぐらいまでとってありますが、ここは全く改良しておらず、タンクも存在していないという設定で検討されているということでもよいでしょうか。実際はタンクがあり、その下は地盤改良されているという理解でもよろしいですね。

○事務局

そうです。今回の想定ではものがない、地盤改良がされてないときにどれだけ動くかということを出しまして、ただ実際には三村先生が言われたように、タンクの下には先ほどの重点項目にもございましたように地盤改良が行われているものが非常に多くなっているということです。

○三村部会員

ご説明の中で対策効果のところをかなりさらっとお話されましたが、実際効果はどうなっているのかについてももう少し詳しくご説明をしていただけますでしょうか。

○事務局

19ページを開けていただきますと、地震応答解析対策工ということで、解析結果をとりまとめたものがございます。ケース2が一番変位が大きいので、これについて説明いたします。ケース2というのが表の真ん中にごございます。対策という段がございまして、護岸直下の対策をしたものがずっと右側にデータが出ております。護岸位置で護岸直下を対策した場合には、水平変位

が45cm、0.45mとなっています。もともとこれは、1.89mでございました。従いまして、24%の変位に抑えられるということでございます。25m位置ではどうかと言いますと、これも何もしない場合には1.69m動くのに対し、25cm、0.25mということで15%まで変位が抑えられる。50m位置も同様に0.21m、21cmまで変位が抑えられまして、元の19%まで変位が抑えられるということで、水平変位についてはこのような効果がケース2の場合は見てとれるということでございます。鉛直変位につきましても、背後を改良した場合に効果が読み取れるということで、ケース2を使って説明いたしますと、背後0から50mというのが一番左の段でございます。この場合ですね、一番右側が顕著でございますので、 $x = 50m$ 位置をご覧くださいますと、もともと1m程度合計沈下量あるのに対しまして、背後0から50mをやると28cmということで3割以下に収まる。同様に背後50から100mで対策を実施した場合でも、やはり31cmということで3割近くまで減少するというので、それぞれの対策を、例示で申し訳ないのですが、このような形で効果が見てとれるということになっています。

○三村部会員

護岸が沈下したり、側方流動したりすると、初期の高さを維持できなくなり、津波が入ってきやすくなるということがあります。もう一点は、地盤が変状したことによってタンク、若しくは付随する施設に被害が出るということが考えられます。つまり地震による地盤変状は津波の侵入とタンク関連施設への被害という2つの問題を含んでいると思います。こうした観点から、どの部分を優先的に地盤改良すべきなのか、少し示唆を与えるような形で考えていただければと思います。得られた結果を一次情報という形で、事業所にお渡しし、地盤変状とタンク関連施設部分の結果と、対策することによってどの程度の効果があるのかをお知らせすることが必要であると思います。それに基づいて事業所の方で何にプライオリティを置いて対応するかをお考えいただく基礎情報という位置づけになるのではないのでしょうか。

それから、先ほど避難ビルという話が出ましたが、避難ビルが設置してある地盤は液状化しないのですか。おそらく杭は打設してあると思いますが、2011年の東北地方太平洋沖地震時に、杭が地盤から抜けて建物が倒れている写真がありました。液状化したところに側方から波圧が作用したときに、杭が抜けてしまって上部構造物であるビルが倒れたという実績があります。こういうことが起こると、非常にまずいです。したがって、中間層が液状化しても構造物に問題が生じないように杭が打設してあり、地震の揺れに対しては十分耐えられたとしても、そこに水平方向に津波による波圧が作用する想定がされていない可能性があります。うちのビルは耐震設計をして杭も打ってあるので、地震がきても大丈夫ですということで、垂直避難とおっしゃっているのかもしれないのですが、液状化したところに津波が襲ってきた時の波圧の影響まできちんと考えておられるのかどうかについてご確認いただければと感じた次第です。

○室崎部会長

この資料を見ていたら、護岸の直下もしてほしいし、背後もしてほしいという気になってくるのですが、膨大なお金がかかる。そうすると、タンクの下とか部分的には改良されているのですよね。その効果がどの程度あるのかにもよりますが、ある程度期待できたら、少なくとも護

岸だけはしっかりとして津波だけは防ぎましようとなりますし、タンクの重要度、危険度といった方がいいかもしれませんが、配管引きちぎられたら困るところはひよっとしたら、ケースバイケースかもしれませんが、組み合わせですよ。私は、全部、護岸の直下と背後 50mまで、100mまでやっていただいたらいいのではないかと思います、それは難しいかわかりませんよね。場所によって、少ないコストでというとおかしいが、コストパフォーマンスですか、波が入ってくるとやっかいなので、国がそこはちゃんとやってくれたらと。

○三村部会員

例えば、タンクの位置に実際にタンクを置き、地盤改良をしたように地盤条件を設定して実際に計算してみれば、タンクの安定性にどれくらい地盤改良の効果があるのかがわかると思います。もちろん、護岸が側方流動したことによって地盤全体が動きますので、タンク基礎地盤も相対的には動こうとするのですが、その中でもタンクの直下がきちんと改良されておれば、結構がんばってくれるのかどうなのかといった点についても事業所サイドと情報交換していただくことが重要だと思います。

ちなみに護岸については、府が管理されておられるのか、事業所が管理されておられるのかどちらなのでしょう。

○事務局

基本は事業所が管理しています。一部に港湾管理者が管理している護岸があります。

○室崎部会長

まともにやれば、事業所がかなりの負担になるということですね。そこは頭に入れておかないといけませんね。

○三村部会員

わかりました。

○高橋部会員

津波の波力についてはガイドラインが出ていて、避難ビルを設計する場合のものが出ています。既に津波の高さがわかっているのでもいいかと思います。

気になったというか、教えていただきたいのですが、9ページにチャート式の結果が出ていて、14ページにはFLIPの結果が出ているわけですが、もちろんチャート式の場合、大きく出るのはわかっていますし、データベースは標準的な構造のものしか入っていないので、その標準的な構造から離れて行けばいくほどチャート式は怪しくなるというのはわかるのですが、10ページの構造を見るとそれほど変わった構造ではないような気がするのですが、チャート式の場合はこれぐらいの差が大きくでてしまうものなのでしょうか。

○事務局

先ほど申し上げましたように、データベースで整理しているので、一定、大きめに出ます。そういうことを前提にこれを使ってくださいということがありますので、数値として **1.9m**、実際の分析結果が1 mぐらいと差はあるのですが、別に異常な数値ではなくて、チャート式では一般的に出てくるものかなとみています。

○高橋部会員

わかりました。

動的解析の方が精度が高いということで、14ページの方を基準に考えないといけないと思うのですが、あくまで個人的な感じですけど、意外と動かないかなと感じております。地盤改良なんかをしても、もっと動かないようにするのは重要かと思うが、事業者さんが自分で地盤改良をなかなか予算的にも難しいところがあると思うのですが、杭ももちろん打ってありますし、これくらい動くということであれば、緊急遮断弁が結構重要になってくるのではないかと。緊急遮断弁が整備されれば、このぐらいの流動であって、しかも杭をだいぶ打っておられると思うので、そうすると、コストパフォーマンス的には緊急遮断弁の方が事業者さんとしてはメリットが大きいのではないかという感じをうけております。

○室崎部会長

おっしゃる通りだと思います。動いても、むしろフレキシブルなどジョイントでカバーした方が、賢いかもしれません。この結果は、今度、事業者さんに示すわけですよ。事業所さんはこれをご覧になって、うちはどうしようと考えていただくわけですよ。基本的にはこの評価案というのをここで認めて、これを示して事業所さんで検討してもらう、ここで、ああしろ、こうしろと決めるわけではなくて、高橋先生が言われたようにいろいろな選択肢があるし、護岸もやるし、背後もやるという選択肢もあるし、お金をどこまでかけるかということと、重要度みたいなものですよ。守る目標にもよるかと思います。

私はこれで事業者さんにこの評価結果をお返しをして、少し側方流動なり、液状化についての対策を検討くださいということをお願いしていいのではないかと思います。よろしいでしょうか。

(3) その他

○事務局

まだ宿題の方が残っておりまして、次回の部会を12月ぐらいに開催したいと思っております。またご案内の方をさしあげますので、よろしく願いいたします。

○室崎部会長

次から次からと決めてこうなさいというと、事業所も大変なので、信頼性の高い評価方法なり、検討項目をしっかりじっくり時間をかけてした方がいいように思います。これでまた側方流動について検討してもらうわけですよ。

次回は12月ごろいうことで年末のお忙しいときをお願いすることになりますけれど、またお願いいたします。

3. 閉会