

海洋開発委員会 歴代委員長インタビュー

高山知司先生（一般財団法人 沿岸技術研究センター 参与）



司会：まず東日本大震災における津波被害について、今、お感じになっていることをお聞かせください。

高山：今回、GPS 津波計で津波の時間波形が取得され、これを用いて気象庁が津波予測を修正したことは良かったと思います。ただし電源が切れたことにより、避難のためのリアルタイム情報として活かせなかったことは非常に残念でした。

津波防波堤として建設された釜石港と大船渡港の湾口防波堤が壊れたことが、土木技術者として非常に残念です。八戸港では第一線防波堤の北防波堤が被害を受けました。この防波堤は混成堤として設計されており、反射波を抑える目的で後から前面に消波ブロックで被覆したものでしたので、かなり強い防波堤でした。数値シミュレーションによって得られた前面と背面の水位差によって、防波堤の中央部は第一波目で持ちこたえ、第二波目で壊れたことが分かっています。第一波目の引きが大きかったことで、その影響が強かったと思われませんが、港内の引きの部分は数値計算でうまく再現できていません。この防波堤の背後が 10m から 20m 近く洗掘されています。これは越流によって洗掘されたと思われませんが、このような洗掘が防波堤の滑動に及ぼした影響についても解明が必要です。

釜石港の湾口防波堤については、第一波目で少し変形し、第二波目以降でかなり壊されているのですが、その破壊メカニズムはまだはっきりしていません。ひとつには港内外の水位差によるものと、それからもう一つは、目地からの噴流による洗掘が原因ではないかということで、港湾空港技術研究所で実験を行っています。普通は水位差が生じた場合に背後から静水圧で押されることになるのですが、実験では、堤体背後の静水圧の低下が 10%

くらいになっていました。こうしたことを加味すると安全率が 1 くらいになって、現地の被災状況が説明できるようです。現在、数値シミュレーションに基づく検討結果から、渦によって防波堤背面沿いに鉛直加速度が働いて、それが重力加速度を小さくする方向に作用したことが考えられています。

今回の津波でかなりの防潮堤が壊されています。防潮堤そのものは基本的には越流しないことを前提として設計されていますが、今回は非常に大きな津波が来襲した結果、越流した海水によって背後が洗掘されて、堤体の支えがなくなって後ろに倒れました。今後は防潮堤をどのように設計していくか、非常に重要な課題と言えます。

今回の津波は 1,000 年に一回ぐらいに起きると言われたものですが、今までは 100 年から 150 年に一回起きるような規模のものを対象としてきました。今後は、1,000 年に一回といった稀に起きる津波であるレベル 2、それから今まで検討してきた数十年から百数十年に一回起きるくらいの津波であるレベル 1 に分けて考えることにしています。レベル 1 の津波については、これは構造物で防ぐことを考えています。レベル 2 の津波については、構造物が壊れると非常に大きな災害になるので、越流はしても完全には壊れないように造るということで、粘り強さが要望されるようになってきています。粘り強さをどのように確保するか、ぜひ海洋開発委員会を中心に考えていただければと思っています。

司会： 高山先生は波浪に対して信頼性設計法を研究されてきました。こうした設計法の津波への適用性はいかがでしょうか。

高山： 津波は非常に稀に起こる事象ですので、確率的な取り扱いは非常に難しいと思います。つまり、確率で取り扱うほどのデータを持っていないので、確率分布が得られないのです。地震についてはランダムに起きるのではなく、かなり年数がたって歪みエネルギーが蓄積され、それが解放される時に起きるということが分かっています。ですから、こうしたメカニズムを反映させた扱い方をしないといけないと思います。

司会： 粘り強い構造を実現させるためには、想定を上回る外力が作用した時の変形量を予測しなければなりません。その際に、これまで波浪で培われたような技術が使えると考えていいのでしょうか。

高山： それは使えるのではないかと思います。ただし、今、我々が考えている粘り強さというのは、単に構造物の強度を大きくすることではないと思います。例えば、裏込め石を使って受動土圧に期待するように、変形に伴って強度や抵抗力が増えるというものを粘り強い構造と考えています。粘り強いという言葉をいろいろな意味で使っているのですが、それをどのように実現するかが今後の課題だと思います。

司会： 越波や越流については、高山先生が波浪に対して設計法の確立を行われてきたと思います。津波の越流に関してお考えをお聞かせ下さい。

高山： 波浪の場合は大きな波が来た時に、一時的な越波によって背後地盤やコンクリート床版を壊すことが生じます。今回のような津波の場合は、流れがずっと越え続けているわけです。そういう現象について、今まで我々が検討してこなかったことが一番大きかったと思っています。

司会： 八戸港に対するシミュレーションの適用性についてお話がありましたが、こうしたシミュレーションを使ったアプローチについて、お考えをお聞かせ下さい。

高山： 今、港湾空港技術研究所が開発した CADMUS-SURF を使って防波堤を越流した水塊によってどのように背後に渦ができ、それによって防波堤の背後の水圧が変化するかを調べています。津波そのもののシミュレーション手法は確立していますが、マウンドの上に乗った構造物や、裏込め石として受動土圧を期待するような構造についてはシミュレーションによる評価ができていません。また、越流した津波がマウンドをどのように洗掘するかを再現するシミュレーションの開発が望まれます。

こうした手法が確立しないとレベル2の津波が来た時の構造物の変形はわかりません。機能が本当に失われるのか、ある程度80%から90%くらいの津波防御機能を残しながら変形して留まっていくのか、そういうことをきちんと判定する手法、そういうシミュレーション手法が必要と思っています。ぜひ、若い世代の皆さんに、こうした分野に挑戦して頂きたいと思っています。

司会： 海洋開発は日本にとって非常に重要なテーマだと思います。しかしながら、土木分野の我々が手を出せる部分は少ないように思います。本来はもっと積極的に乗り出していきたいと思っているのですが、現状で何が我々に足りないとお考えでしょうか。

高山： 今回の津波による原子力発電所の被害を踏まえて、自然エネルギーの利用が非常に重要になると思います。お隣の韓国では潮流発電を実用化しています。日本においても海洋における風力発電には可能性が感じられます。そういう新規事業に対して、土木分野がどこまで入り込んでいけるかが課題といえます。ある程度主体的に取り組まないと土木の出る幕はないと思います。

司会： 海洋エネルギーについては、日本に比べると韓国が一步進んでいる部分があります。このような差がついた原因はどのへんにあったとお考えですか。

高山： 韓国に何回も行きましたけども、国を上げて課題に取り組む姿勢が明確です。日本の場合、B/C という言葉を言い始めてから大きいことをできなくなったと感じています。大きなことをするとなかなかBを出すというのが難しい訳です。目先のことであればすぐBを算定できるのですが、大きなことをやって遠い将来に役に立つものということになるとBを精度よく設定するのが難しくなります。だから B/C ということ言い始めて、それで優先度をつけてやるようになって、その結果、大きなことができなくなってしまったと感じています。だから韓国に後れをとったと思っています。

私はいろいろな委員会でも地方の港湾について議論しましたが、地方では B/C を1以上にすることが大変です。そうでないとなかなか予算がつかない。今までの土木の技術の反省にB/C というものが出たわけですが、それが行き過ぎになっているという感じがしています。強い指導力のある政治家が「これをやる」ということを言わない限り、今の状態ではどんどん尻すぼみになっていくような気がします。

司会： 海洋開発の拠点として期待されている南鳥島と沖ノ鳥島では、国境離島として施設整備を進めてられています。離島独特の自然条件による難しさがありますが、その点についてお考えをお聞かせください。

高山： 沖ノ鳥島にどういう構造物を作っていくか、あるいは係留施設をどのように作っていくかが現状の課題だと思います。また南鳥島の件でも同様です。ただし離島とは言っても、何か新しいものを開発する必要はあまりないと思います。ただ外力条件が非常に厳しくなるために現象を精度良く表すことが重要になると思います。逆に言えば、今までの技術の組み合わせとか、その応用である程度やっていけるだろうと思います。それは多分、今まで我々が取り扱ってきた沿岸の空間とあまり違いがなく、沖にそういう空間があるという話だと思います。

司会： 高山先生が海洋開発委員長の際に、特別セッションを始められました。特別セッションの意図はどのへんにあったのでしょうか。

高山： もともとの海洋開発というのは石油開発から始まりました。日本の周りでは石油が取れなくなったということで、私が委員長をしていた時期には海洋開発という名前の付いた会社が少なくなっていました。もともと海洋開発委員会のメンバーというのは、民間の方が多かったことから、ぜひ実務的な問題をやりましょう、ということになりました。そして応募を待つのではなく、こちらから積極的にこういう問題があります、とテーマを提示して、ディスカッションに来てもらうという形を取りました。これが特別セッションの始まりでした。

司会： 海洋開発委員会に対して、今後に期待することをお聞かせください。

高山： 海洋開発委員会は実務的な問題を取り扱うことが一つの特色であることは先ほど話したとおりです。それと自然エネルギーの問題などでは、単独で取り組んでいくのが難しいと感じています。やはりどこかのグループと共同で取り組む必要があると思います。たとえば経済産業省と組んで、お金をもらって実際に構造物を作るといったやり方です。洋上風力では土木分野の研究者が参加しています。このようにどんどん外に出ていく必要を感じます。

司会： 今の若い世代は、CADMAS-SURFのような便利なツールが用意されているので、入れ方と出し方を理解すれば、ある程度の答えが得られるようになってきました。その弊害もあるような気がしますが、どのようにお感じですか。

高山： 今はシミュレーションが中心ですが、昔は理論的に解を求め、その解がどう変化するかを丹念に調べていきました。計算機も自由に使えませんでした。時間の制限や、容量の制限もあって、計算ケースをかなり絞っていました。今は手当たり次第に計算するという感じで、頭を使わなくなったような気がします。

司会： 最後に若い世代の研究者に対するメッセージを頂いたところで、インタビューを閉じさせていただきます。長時間、多岐にわたるお話をありがとうございました。

インタビュー実施日： 2012年5月10日

担当： 土木学会海洋開発委員会幹事長 五明美智男（千葉工業大学）
同 上 改革小委員長 木村克俊（室蘭工業大学）