

港湾地域強震観測による1968年十勝沖地震の強震記録に関して (雑談風のメモ)

土田 肇

財団法人・震災予防協会の機関誌「震災予防」197(平成16年7月発行)を眺めていて、1968年十勝沖地震の強震記録に関する記事等が目につき、かつてこの記録に関わった仲間に報告しようと思いついた。以下は記事等(添付資料)に添えるために書いたメモである。書いているうちに、少し思い出話も書いて面白くしてみようかという気分になった。さらに、現在港湾地域強震観測に関わっている現役、さらには研究の管理者という立場で港湾地域強震観測について関わりを持つ方々にも資料とこのメモを送ってみようかなという気になった。そのような気分のもとで書いたものがこのメモである。

目 次

1. 予備知識
 2. 1968年十勝沖地震の八戸港の記録の利用度
 3. 青図屋さん
 4. 港湾地域強震観測 圧勝す
 5. おわりに
- 付録：1968年十勝沖地震の八戸港の記録 覚書
- 1) なぜ「八戸」なのか
 - 2) なぜ八戸港の記録の「NS成分」なのか
 - 3) 八戸港の記録の長周期成分
 - 4) 国鉄と八戸港の記録
 - 5) 八戸港の強震計の設置地点の地盤調査

添付資料 1 小林先生を偲ぶ

添付資料 2 <地震荷重の変遷と展開 その7：建築構造物>戦後半世紀における耐震構造の展開

1. 予備知識

港湾地域強震観測は1962年に強震計の設置を開始し、1963年から記録が得られ始めた。

1968年十勝沖地震では、室蘭、青森、八戸、宮古で最大加速度の大きな記録を得ると共に、多数の港湾で記録を得た。港湾地域強震観測としては、被害を伴った大地震を被害が発生した地域で記録した最初の地震であった。

東北・北海道には港湾関係以外の機関や大学も強震計を設置していた。しかし、強震計がきちんと作動し記録を残せたのは、主に港湾地域強震観測の強震計であった。

前記4港の記録の内、八戸港の記録が注目されることとなった。なぜ八戸港の記録が注目されたのかは、追って記したい。

2. 八戸港湾の記録と小林先生

小林啓美先生（東京工業大学名誉教授）が本年6月2日に逝去された。添付資料 1は瀬尾先生が書かれた追悼文である。

「1968年十勝沖地震の八戸などの強震記録の数値化を手がけられ」とあるが、この記録は八戸港の強震記録である。港研からお渡しした青焼きのコピー（コピー作成のことは後に触れる）をデジタル装置で読み取り、コンピュータで処理できるようにした数字表現の記録である。デジタル装置は記録波形の追跡は手動で行い、追跡指標の位置（記録波形の振幅と時刻）の読み取りは自動的に行う装置であった。この数値記録は「八戸港湾の記録」として、主に建築系の多くの研究者、技術者に利用されることとなった。

港研も記録をデジタル化し港研資料 No. 80として刊行している。この記録も土木系を中心に多くの研究者、技術者に利用されることとなった。

小林先生の数値記録が早く出たので、八戸港湾の記録は小林先生の記録という認識が世に卓越し、港研としては少なからず辛い思いをしたものである。

しかし、小林先生は強震記録をデジタル化することの重要性を早くから認識し、そのための装置の開発を進めておられた。（上記のデジタル装置）港研も小林先生が開発した装置を導入していたが、この時点では使いこなすに至っていなかった。あわせて、港研では余震を含めた多数の記録の整理や震害調査などに追われて、なかなか数値化まで手がまわらなかった。したがって、小林先生が八戸港の強震記録のデジタル記録を先に世に出す必然性があったのではある。

以上の経過から、建築系の耐震関係者は今でも小林先生がデジタル化した記録を利用している可能性がある。

「八戸港湾の記録」では小林先生に美味しいところを可なり持っていかれた感はあるが、先生は港湾地域強震観測の業績を高く評価してくださっていた。自ら観測や記録の処理を手がけておられたから、担当者の苦勞も十分に認識しておられた。昭和50年ころであったかと思う。「港湾は強震観測ではマイナーです。強震計の設置台数は、建設省、電電公社、国鉄に及びませんから」と話したら、先生は「強震計の台数で言えばそれでも、港研が世に出している記録の活用を考えれば、港研はメジャー中のメジャーだよ」と言ってくださ

った。

3. 1968年十勝沖地震の八戸港の記録の利用度

観測して、得られた記録を処理して(= 数字化して) それらを世に送り出した者として、記録が利用されていることを知ることは嬉しいことである。研究に利用された場合には、敵に塩を贈ったことになる場合もあり、単純に喜んでおられないこともあるが、社会のためになったのであるから、心を広く持って、この場合も喜ぶべきであろう。

地震応答解析などの業務に用いられた場合は、こちらの研究とは競合関係に無いから、無条件に喜ぶことができる。

強震記録が研究に用いられた場合は研究論文として発表され、活用されたことが認識できることがある。強震記録が地震応答解析などの業務に用いられた場合にはその活用が記録の提供者(直接手渡したという意味ではなく、公表したという意味での提供者)に伝えられることは少なく、強震観測の関係者が喜びを感じる機会を少なくしている。

千葉工業大学の長橋先生が書かれた「戦後半世紀における耐震構造の展開」(添付資料 2)に、八戸港の記録の活用を示す事例が出ているので、関係者に紹介したい。

日本建築センターが行った建築物の性能評価を行った事例で、2001年7月から2003年9月までに公表された結果について調べたものなので、約2年間の利用状況と考えてよいであろう。

表 2は、高層建築物の設計用入力地震動であるが、Hachinohe1968NSが1968年十勝沖地震の八戸港の記録のNS成分である。用いられた入力地震動のうち観測波形は、八戸の記録とEl Centro1940NS, Taft1952EWの3波である。El Centro, Taftと同じ程度に八戸港の記録が利用されている。

私としては、日本国内で得られた記録としては八戸港の記録のみが用いられているのに驚いている。同時に、El Centro, Taftの記録が未だに利用されていることにも驚いている。構造物の耐震設計で、先行する事例と同じ記録を用いて設計を行えば、設計結果を先行事例と比較することが容易であるから、いつまでも特定の記録が用いられ続けるということになっている可能性はある。

表 3に免震構造建築物の設計用入力地震動が出ているが、高層建築物の場合とほぼ同様である。

以上は、2年間に建築センターの審査を受けた建築物に対して用いられた入力地震動であるから、調査されていない期間の利用や、土木など建築以外の分野の利用を考えれば、八戸港の記録の利用事例は非常に多いと推察される。まだ現役記録として活用されていることは明らかである。

当時の担当研究室長として、観測に関わった方々に「皆さん、ご苦労をお掛けしましたが、記録は使われていますよ」とお伝えしたい。

3. 青図屋さん

前記の小林先生のところへお送りした強震記録のコピーは、青図の機械を使用して作成した。青図の機械などと言っても分からない人が多い時代になっているのだろうか。トレーシングペーパーに書かれた設計図等の原図から青図（すなわち設計図）を焼き付けるための機械である。この機械は原図を通して露光させた感光紙を現像するためにアンモニアを用いた。したがって、出来上がった青図はしばらくの間、強烈にアンモニアの臭気を発散した。

蛭田さん（現姓須藤さん）を先頭とするコピー作成班は、来る日も来る日も朝、管理部庁舎の青図機のところへ出掛け、お昼ごろアンモニアの臭気とともに研究室に帰ってきた。昼休みが終わるとまた出掛け、夕方、アンモニアの臭気とともに研究室に帰ってきた。研究室には終日アンモニアの臭気が充満していた。

SMAC - B2 強震計の記録は、幅 30cm、長さ約 200cm のロール状になっており、かつ、非常に痛みやすいものであったので、取り扱いが難しく、コピーの作成は神経を使い時間を費やす作業であった。

コピーをほしいという人は電話を一本掛けるか葉書を一枚書けば済むが、コピーを作るほう是一本の電話一枚の葉書に3人くらいが丸一日費やさねばならなかったのであった。

蛭田さん、本当にご苦労様でした。

4. 港湾地域強震観測 圧勝す

1968年十勝沖地震の時には、大学や行政機関など色々な組織が強震観測網を展開していた。しかし、港湾地域強震観測以外の観測網で設置されていた強震計の多くは、点検不備で電池が消耗しきっていたなどの事情により、記録を残せなかった。1968年十勝沖地震の主要記録は全て港湾地域強震観測の記録であった。港湾地域強震観測の圧勝であった。

港湾地域強震観測が確実に記録を残せたのは、直接的には個々の強震計を点検する（半月に一度点検することにして）港湾工事事務所とそれを指導する港研とが緊密な一体感を持って作業していたからだと思う。もちろん、背後に本省港湾局、港湾建設局等の理解と支援があったことも承知しておかねばならない。

この一体感を醸成するために、強震観測担当者研修が企画され、研修の際に研修生と講師の懇親会が行われた。港研で行う研修で懇親会が持たれたのは、強震観測担当者研修が最初である。私たちは、お酒を飲みながら研修生に強震計のことを頼むのは講義以上に大

切と考えていた。最初の研修のときの懇親会については、官費の支出が認められず、それなら自腹でもやろうということになった。林構造部長がポケットマネーを出してくださった。他の港研側主要メンバーも少しはポケットマネーを出し合ったかもしれない。

懇親会の後で、東京都の港湾局から研修に参加していた唐沢さんから、「長年東京都に勤めておりますが、国からご馳走になったのは初めてです」と挨拶された。

強震観測担当者研修、その懇親会を始めとする様々な努力により、現地の強震観測担当者の観測に対する認識が高まり、港研との連帯感も緊密となり、信頼性のある観測体制が維持できていたのだと思う。

1968年十勝沖地震よりは後の話であるが、港研と港湾工事事務所の担当者とのつながりを示す一例を書いてみたい。強震観測担当者研修の懇親会で自己紹介を兼ねて倉田さんが言った言葉を記憶している。「現地の皆さんが強震計をきちんと点検して、確実に記録を取ってくださらないと、港研で処理解析する種がなくなるのです。そうすると、私のみならず家内も娘も食べていけなくなるのです。私の家族の命は皆さんの肩にかかっているのです。よろしく」 倉田さんは、新婚旅行の途中で新妻をホテルに残して、港湾工事事務所の強震計を点検に行ったほどの人であった。突然現れた倉田さんに驚いた工事事務所の人 が事情を聞いて、「ご苦労様です。奥様共々島内を案内させていただきます」と言った。もう時効でしょうが、官用車で新婚旅行した人も稀でしょうな。石垣島でのことでした。

倉田さんの奥さん、ご苦労様でした。島内観光は楽しめましたか。

5. おわりに

港湾地域強震観測による主要記録の一つである1968年十勝沖地震の八戸港の記録が未だに活用されていることを昔の仲間に伝えたく、メモを書いた。ついでに、共に楽しめそうな思い出話を二つほど書いてみた。書き出せばまだまだ書きたい強震観測の思い出があり、登場してもらいたいメンバーも沢山いるが、今回はこれにとどめたい。今回登場しなかった皆様、ごめんなさい。

添付資料に触発されて、暑い暑い夏でもあり、夏休みのシーズンでもあるので、このようなメモに半日くらい費やしてもよいかとパソコンに向かったが、半日では終わらなかった。

(平成16年8月20日)

付録：1968年十勝沖地震の八戸港の記録 覚書

1968年十勝沖地震の八戸港の記録が未だに活用されていることを昔の仲間他に伝えたく、メモを書いた。ついでに、なぜ八戸港の記録が代表的な記録として用いられるのかについて書こうとしたら、関連する情報も書いたりしたせいもあって、メモがだんだん長くなってしまった。それで、メモの主題がはっきりしなくなった。削除するのも惜しく、八戸港の記録に関する情報は切り離して、以下に残しておく。強震観測OB(OGもおられますが)にとっては必要なく、現役にとっては承知のことかもしれない。

1) なぜ「八戸」なのか

1968年十勝沖地震では、先に記したように室蘭、青森、八戸、宮古の各港で強地震動といえる最大加速度の記録を得ている。それなのに何故、主に八戸港の記録が用いられるようになったのであろうか。何故、そのNS成分が用いられるようになったのであろうか。

建築関係者が八戸港の記録に注目したのは、八戸周辺で建築物の被害が多かったからと記憶する。八戸工業高校などが大きな被害を受けた。

港湾でも八戸港の被害は大きかったが、津波による防波堤の被災が大きかったためである。したがって、地震動そのものによる施設の被害に着目すれば、港湾については八戸港以外の記録に注目してもよい訳であった。

青森港の記録については、強震計を設置した地盤が液状化して、その影響が波形に出ていると考えられ、構造物の耐震設計の入力地震動に用いるには慎重であるべきと考えられた。

宮古港の記録は、特定の周期の波が非常に卓越する波形で、他の多くの強震記録の波形と比較して特異な印象を与えるものであった。なお、地震後に強震計のメーカーの技術者が点検して、計器として異常はないとの報告を受けている。また、京都大学の後藤教授(故人)も宮古港の記録に関連して「私たちも、(別な地震で別の場所で)同じような波形の地震動を観測したことがある。特異な印象を与える波形ではあるが、計器のせいではないと思う」と述べられた。このことから、宮古の記録を構造物の耐震設計の入力地震動に用いるには慎重であるべきと考えた。

室蘭港の記録は最大加速度も大きく、強震計を設置した地盤が液状化したわけでもないので、構造物の耐震設計の入力地震動として不安を覚える点は無かった。ただし、室蘭港の強震計は地震時に記録ペンが正しいゼロ位置からほんの少しずれてセットされていたと思われる。(このずれは記録の数値化の処理の過程で補正されている)

室蘭港の記録ではなく八戸港の記録が多く用いられるようになった事情は詳しくは記憶していない。震源からの位置関係や港湾施設の被害の程度、最大加速度の大きさなどから室蘭港の記録よりも八戸港の記録が優先的に用いられるようになったのであろうか。建築

系の専門化が八戸港の記録に注目していたことも影響しているかも知れない。この点は、野田さんや上部さんが詳しいと思う。

2) なぜ八戸港の記録の「NS 成分」なのか

八戸港の記録を用いるにしても、NS 成分を用いるか EW 成分を用いるかという選択が必要である。(もちろん、両方を用いるという選択もあるが) このことも野田さんや上部さんが語るべきことであるが、私の記憶では、「NS 成分のほうが最大加速度が大きく、その分強い地震動の特性が NS 成分により多く埋め込まれているだろう」と考えたからであった。

3) 八戸港の記録の長周期成分

手元に八戸港の記録のスペクトルを持ち合わせないので、記憶に頼って記すので以下における数値はおおよそのものである。八戸港の記録はスペクトルを見ると約 2.5 秒の周期に一つの山がある。このような事例は、その時までの強震記録では見られなかったことなので、関係者が注目することとなった。

そのような周期の長い振動成分がやや卓越して含まれるということは八戸の地盤構造が原因ではないかということになり、常時微動測定や物理探査も行われた。物理探査は大掛かりな作業になるので、幾つかの大学等の研究者が共同して実施したと記憶している。これらの研究は建築系の研究者と地震関係の研究者が中心となって実施された。小林先生はこれらの研究の中心的人物であった。なお、港研はこれらの研究に参加していない。意図的に参加しなかったのではなく、強震観測業務や他のテーマの研究に忙しくて参加する余裕がなかったのである。

東京大学地震研究所の田中先生は、このような研究の一環として、八戸港の強震計の設置地点で地中地震観測を行われた。耐震設計のための実効的な基盤(設計基盤面)と考えてよい地下約百数十メートル(と記憶する)の地点と地表とその中間数点に地震計を設置して観測を行われた。実際の地震動を観測した結果や、地震計設置の際に行った PS 検層の結果から求めた地盤の振動モデル(仮に田中モデルと書く)により解析すると、1968 年十勝沖地震の八戸港の設計基盤面における地震動のスペクトルは約 2.5 秒の付近に顕著な山を持っていないことが明らかにされた。

八戸港の記録を用いる際に、地表で得られた記録をそのまま用いる場合には、地盤の振動モデルに起因する問題はない。しかし、設計基盤面の波形に変換して用いる場合には、どのようなモデルを用いて地表の記録を設計基盤面の波形に変換するかにより、設計基盤面の波形が異なってしまう。八戸港の強震計の設置地点では地表から 10 メートル程で N

値50以上の地層が現れる。(これは港湾地域強震観測のウェブサイトを参照しつつ書いている) この地層の表面を設計基盤面として、それより上の部分の地層を振動モデルとして(仮にAモデルと書く)、1968年十勝沖地震の設計基盤面の波形を求めると、そのスペクトルは約2.5秒に山を残している。

八戸の地盤の振動モデルとしていずれが適切かについて、学会等の専門家の中で意見の一致を見るに至っているのか否かは承知していない。田中モデルが提示される以前にAモデルが相当に用いられたので、依然としてそれが用いられているのではないかと推察する。周期の長い構造物の地震応答解析では田中モデルを用いたほうが楽な(構造物に発生する変位や応力が小さい)地震動が得られる。したがって、設計上の安全を考えるとという観点からはAモデルを用いたほうが安心できる。しかし、田中モデルがより正しく実際の現象を反映しているならば、Aモデルを用いることは不経済設計となるのではあるが。

4) 国鉄と八戸港の記録

1968年十勝沖地震によって、国鉄東北本線の八戸付近の鉄道盛土に大きな被害が発生した。このこともあって、国鉄は八戸港の記録に大きな関心を寄せ、自ら強震計設置地点の地盤調査のためのボーリングを実施したいとの申し出があった。港研が国鉄と八戸港工事事務所との間の調整を行い、鉄道技術研究所が発注してボーリングが実施された。

ボーリングを自ら実施したのであるから、国鉄も八戸港の記録を相当に活用したに違いない。

5) 八戸港の強震計の設置地点の地盤調査

以上に記したところから明らかなように、八戸港の強震計の設置地点では地盤調査等のためのボーリングが3回実施されている。すなわち、港湾地域強震観測として実施したもの、鉄道技術研究所が実施したもの、地震研究所の田中先生が地中地震計を設置するために実施したものである。実施の時間的な順番はここに記した順番である。

ボーリングをした深さもここに記した順番で深くなっている。

当然のことではあるが、N値の分布は三つのボーリングで大きな相違はない。土層の境界の位置、土層の土質の記述等は相互に若干異なる部分がある。