

日本建築学会の地盤震動シンポジウムに参加して考えたこと 『現在の観測データ至上主義で果たして良いのだろうか』

2020.12.15. AIJ 地盤震動小委員会 OB 瀬尾和大

コロナ禍の大変な中で地盤震動シンポジウムを開催して下さった日本建築学会地盤震動小委員会のご関係各位にまずもって感謝を申し上げたい。ほとんどの学会活動が WEB 会議システムを利用した参加形式を採用する中で、久しぶりに開催された会場での研究発表や自由討論の機会はやはり貴重なもので、従来にも増して新鮮かつ有意義なものであった。現職から退いて久しいので、最近の若手研究者の研究内容に目を見張ることばかりであるが、その反面、昔からの研究の経緯が過去の遺物になりかけている現状に不安や違和感を感じたりもしている。折々に、気になった点を書き留めておくことも無駄ではないのではと考えている。以下は昨年11月に開催された表記のシンポジウムに参加させて頂いて、少しばかり気になった点についてのメモである。

『現在の観測データ至上主義で果たして良いのだろうか』と云うのがその趣旨であるが、このシンポジウムで報告のあった数々の研究課題でも明らかなように、地盤震動、とりわけ強震動予測の解析精度は、我々が現役時代と比べて格段に向上していると思われる。この点について異論を挟む余地は全くないものの、唯一心配なことは、ほとんどの研究者が観測された地震動データを疑うことなく、解析技術を駆使して、何とか観測データを説明しようと、しきりにパラメータを増やす努力(若干の皮肉が込められているのであるが)を重ねているところにある。

現在のように強震動データが豊富になった契機は 1995 年兵庫県南部地震にあった。その時に被災地域での強震データが、京大防災研の入倉孝次郎教授を中心とする関西エリアの研究グループ(関西地震観測協議会、関震協)によって得られたこと、これに刺激を受けた防災科学技術研究所(防災科研)が、兵庫県南部地震の直後の1年間のうちに全国 1000 点の強震観測網(K-NET)を敷設し、やや遅れて気象庁も計測震度計を全国展開したこと、さらに重要なことは、これらの強震データが即時に公開されるという歴史的事実があった。一般の研究者にとって、強震データありきの研究環境が急速に整ったことは誠に大きな恩恵であった。しかしながら、それと同時に大きな問題が隠れていたことを、当初はあまり気づかれることはなかったのではなかろうか。それは、これまで地震動観測に努力を重ねてきた一部の研究者が、労力の割に成果を得ることが少ない、独自の地震動観測を行う努力を放棄するようになってしまったことではないだろうか。この時から、一般の研究者による地震動観測の主体は、効率の良い余震観測へとシフトしてしまったように思われる。

もう一点、注意しておきたいのは、地震動観測に用いる地震計の周期特性である。1960 年代に開発されたアナログ式の SMAC 強震計は、観測地震動の守備範囲を周期 0.1 秒程度以下の短周期を意識的にカットし、記録紙の時間軸を 1cm/秒のスケールで見ている。アナログ記録をデジタル値に変換するのも当初は手作業で、当時開発された専用の読み取り機を用いて 10 秒間の地震波形(長さ 10cm)を 1/100 秒刻みで読み取るのに約1時間を要した。もちろんその労力は大変なものであったが、その一方で、記録波形の特徴をじっくり自分の目で眺めることができるというメリットも大きかったように思われ、その他の電磁式の地震計にしても、観測対象は凡そ 0.1 秒よりも長周期

側に限定していたように思われる。また背景には、電算機の発達と並行して進められた建築構造物の地震応答解析の成果が考慮された点が大きかったものと考えられる。

そして、地震計の特性が現在のように広帯域のものに置き換わったのは、恐らく観測システムの自動化、デジタル化と軌を一にしており、大きな転機となったのは前述の関震協や防災科研によるものと推察される。気象庁の計測震度計も同様の周期特性を持っていたものの、従来の人体による震度計測との整合性をとるために特殊な人体感覚フィルター(人間フィルター)を用いて気象庁震度を発表していた(これは現在でもその通りに行われている)。このような幾つかの大変大きな歴史的変革があったことを、最近の若手研究者は知る由もないと思われる。

さて、ここからが本題であるが、観測された地震動データは本当に正しい自然現象を記述しているのだろうか。そもそも“正しい自然現象”など誰にも定義できる訳がなくて、我々は地震計の周期特性という一種のフィルターを通して、自然現象の一部を見ているに過ぎない。少し飛躍するが、我々が身をもって体感したり、恐怖を感じたりする強震動もやはり人体というフィルターを通して感じているので、地震計のフィルターとは特性が大きく異なっているに違いない。考えるに、この周期帯域フィルターというのは、広帯域であればあるほど性能が良いというものでもないような気がしているのであるが、如何なものであろうか？

一つ、若手研究者にお願いがあるのは、過去における震源近傍の体験談が真実であるかどうかを、地震動データを用いて検証してみることはできないだろうか。過去には関東地震(1923)の際の藤沢市鵜沼海岸における体験談が非常に有名であるが、残念ながらその当時は、強震動データが得られていない。幸いなことに、東北地方太平洋沖地震(2011)の際にも、郡山市内でこれと非常に良く似た体験談が得られていて、しかも、付近(距離にして1~2kmの範囲)にはK-NETの強震動データが得られているので、もしかしたら体験談と強震動データとの関係を詳しく知ることができるかも知れない。このような検証作業がもしできるとすれば、それは地震動の解析技術に秀でた研究者以外には考えられないと思うが、如何であろうか？

参考までに、上に述べさせて頂いた二つの体験談を以下に示しておきたい。

1923年関東地震における有名な体験談 年関東地震における有名な体験談

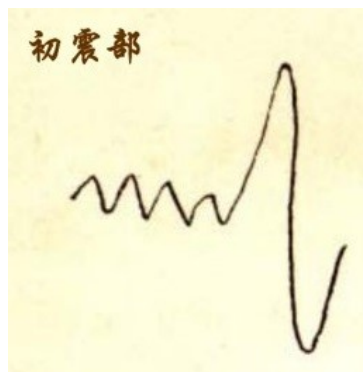
以前から不思議に思っている大地震の体験談に、1923年関東地震の際の藤沢鵜沼海岸での阿部良夫理学士の体験談が知られている(震災予防調査会報告第百号甲)。

そこには『急に戸、障子、柱等がガタガタと揺れ、間もなくドーンと強い音響と共に激しい強い上下動が一回あった。この時ほど水平動を雜えない純粹な上下動は今迄自分の出会わない処である。強い上下動はすぐに止んだけれども、用心の為に自分は縁側から庭に下りた。庭に下りた時には地震は全く止んで居り、庭に立って家をかえり見るに何の破損もない。「出るには及ばなかった」と思う間もなくにわかに足元がゆらぎ出し、直に自分は地上に倒された。側の松の小木につかまって立ち上がると又直ぐはねとばされる。上下となく、前後となく、左右となく、メチャクチャに土地が震れて立ち上がる事は出来ない。(中略) 話にだけきいて居た大地震が今現に起って居るのだという様な感じがした。やがて地震は殆ど止んだので、立ち上がり、ふりかえると我家はつぶれて居る。(以下略)』との記述がある。この体験談を非常に貴重なものとして、報告書への掲載を推薦したのは寺田

寅彦であった。また、この体験談に対して今村明恒は、『大地震に最も近い位置に於て最も能く事実を感得描写せられたものとして感歎措く能はず』とのコメントを残している。冒頭に不思議に思っていると述べたのは、この体験談に感歎した今村明恒の、近地に発生する大地震のイメージとほどのようなものであったのか、また、この体験談の記述は最新の地震学の知見である移動震源モデルでは説明できないのではないかとと思われる点にある。もし自然現象を忠実に記述した体験談を説明できないのであれば、最新の地震学の方に問題がありはしないだろうか。

1923 年関東地震の際の藤沢鵜沼海岸での阿部良夫理学士の体験談

(震災予防調査会報告第百号甲より 震災予防調査会報告第百号甲より)

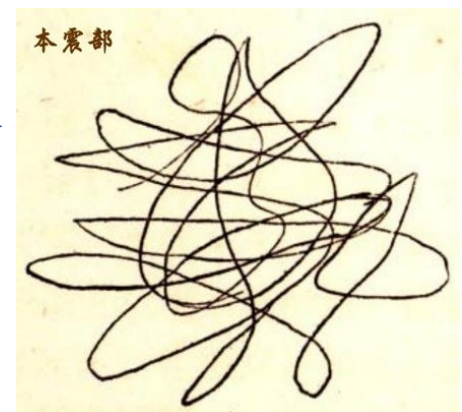


急に戸、障子、柱等がガタガタと揺れ、間もなくドーンと強い音響と共に激しい強い上下動が一回あった。この時ほど水平動を雑えない純粋な上下動は今迄自分の出会わない処である。

この間、約 10 秒



強い上下動はすぐに止んだけれども、用心の為に自分は縁側から庭に下りた。庭に下りた時には地震は全く止んで居り、庭に立って家をかえり見るに何の破損もない。「出るには及ばなかった」と思う間もなく



にわかに足元がゆらぎ出し、直に自分は地上に倒された。側の松の小木につかまって立ち上がると又直ぐはねとばされる。上下となく、前後となく、左右となく、メチャクチャに土地が震れて立ち上がる事は出来ない。(中略) 話にだけきいて居た大地震が今現に起って居るのだという様な感じがした。やがて地震は殆ど止んだので、立ち上がり、ふりかえると我家はぶれて居る。

2011 年東北地方太平洋沖地震の郡山市内における地震動についての気になる体験談

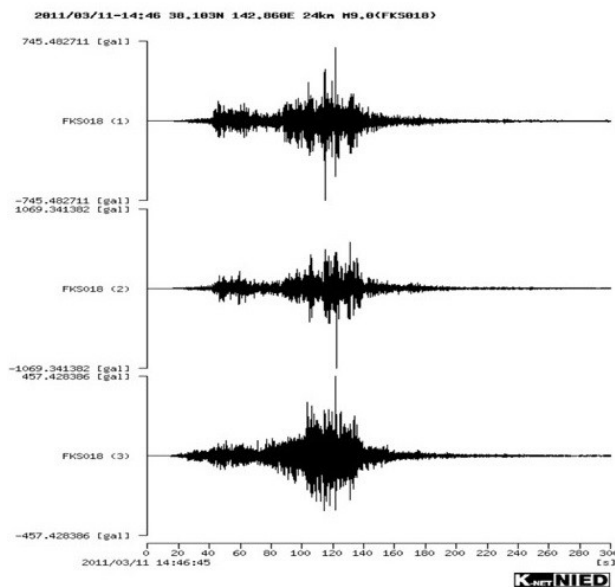
『そのとき、私は郡山市内の自宅にいた。突然「フウツ、フウツ」という初めて聞く異様な音が響き渡って驚いた。見ると、それは携帯電話から発せられている。画面には「緊急地震速報」の表示。すぐ突き上げるような縦揺れがやってきた。いまだかつて経験したことのない揺れ方だ。「庭に出ろ！」妻と一緒に飛び出した。その次の瞬間揺れは収まり、静寂が訪れた。妻は家に戻りかける。「戻るんじゃない！」私が制止したとたん、ふたたび大きな揺れがやってきた。今度は横揺れで、振幅がとても大きい。ゴーツという音とともに、自分を含めてすべてのモノが振り回されているようだ。落下物が当たらないように庭の中央まで行ったが、ひとりでは立ってられない。(以下略)』

(佐藤栄佐久著『福島原発の真実』平凡社新書、2011.06 より)

不思議なのは、点震源でもないのに P 波が到着してから S 波が到着するまで、静寂の時間が明瞭に存在するのは何故かと云う点なのであるが、それとも、二つの体験談に共通する最初の純粋な上下動というのは、初動 P 波とは別の現象なのだろうか。2011 年 12 月に郡山市の佐藤氏を訪問して確認したところ、上記の記述に間違いはなく、静寂の時間は 10 秒前後とのことであった。

郡山の強震動とは？

(防災科学技術研究所 防災科学技術研究所 K-NET より)



東北地方太平洋沖地震の震源モデル

(気象庁気象研究所による)

