

第 15 回 松代地震センター談話会発表記録

1. 日 時：昭和 45 年 3 月 30 日
2. 場 所：松代地震センター
3. 発表題目：ボーリング孔周辺の断層変化
4. 発表者：東京大学地震研究所 恒石 幸正

私の場合は、水の圧入によって松代地震の際にできた断層が、どういうふうに動いたろうかという問題です。これは松代地震の時にできたクラック。ただ、こういう 2 本の点線の間の左横に断層が推定されたわけです。ボーリングの位置はこの辺りです。現在も断層の動きを観測しているのは、この点、この点ですが、ほとんどここで集中的に観測しています。

先程のお話しでも、ボーリング孔の先がずうっと曲がってき、ちょうどこの観測点の下近くまで来ているということなんで、観測するには非常に良い場所だったと思います。

これは、松代地震の際のことですが、断層の動きと地震活動とどんなふうな対応があったのか。一番下の地震活動はこの観測所のデータです。それに対して、これが断層の横ずれ成分の動きです。これは速度に直したものです。地震活動と非常に良く対応しているし、断層の動きそのものは、他の地殻変動、水管傾斜計とか水準測量、光波測量といったものと良く一致している。少なくとも松代地震の 1966 年においては一致していた。その後、地震が減少し断層も一見止まったように見えたけれども、もっと精密に測っていくと、決して止まったわけではなくて、現在なお、わずかながらずっと継続して動いています。その動きが水の圧入によって、どういうふうに変ったのかという問題になります。

ボーリングの先端が、ここの地下まで来ている。池田の宮の境内での地割れを観測している場所です。いろんな方法で、できた地割れを測っているの、それがごっちゃについています。問題になるのは、この白い V 字型になっているもの。この中には、ステンレスパイプで地割れを渡してあるだけです。地割れの動きをステンレスパイプの移動に換えて地割れの変位を測る。ここに黄色いブロックがいてある。3 つある。これは、スチールテープを引っ掛けて距離を測る。そのためのベースです。スチールテープは、夜間なるべく風のない状態で、温度補正を 0.1 度までやって、しかも目盛りを 20 分の 1 mm まで読んでいるので、せいぜいコンマ 2 mm ぐらいの精度で測れているようです。スチールテープの測線がある。

もう一つ、ここからここに渡したのはインバール線を通してあります。ここに差動トランスが付いていて、ここでそれを記録する。地割れはこれ。これに沿って平行に 2 列にできた。こっちのものは北側の 1 列しか挟んでいないが、インバール線による変位計の場合は両方挟んでいる。その意味で量が違ってくる。

それと、このインバール線については、本当は 2 つの方向を測れば一番いいんですが、現在のところは 1 方向だけ。どういう方向か、この地割れの方向がここでは東西です。東西に対して北西方向、つまりこの地割れは左ずれにもっぱら動くわけで、そう動けばこれが伸びていく。しかし、実際に地割れは左に動くだけではなくて、地割れに沿って開いたり閉じたりしている。そうすると 1 本では、はなはだまずいけれども、これで探知できるものは純粹に左ずれ、あるいは開いても伸びる、そういったものを測っていることになります。

これが今の見取図で、2 列の割れ目ができている。インバール線はこう渡している。ステンレスパイプ

はここ。スチールテープで測るのはこれです。この長さは11 m ぐらい。インバール線の長さは8 m です。

インバール線で、差動トランスを使って測っている昨年8月の例です。これが読み取った値、1日2回ずつ読み取る。現在は連続記録もやっています。スケールは一目盛り0.1 mm。このギザギザは大体0.1 mm です。12時間おき、朝の6時と夜の6時です。1日のうちでこういう変化をするわけです。

温度・気温を調べている。これは、ここの観測所で測ったものをいただいています。温度はギザギザになっています。それに対して観測もギザギザ。これは、いちおう温度の影響だろうというわけで、適当な係数でこの温度によるものを経験的に消す。消すとこういうものができます。所々にこういうステップがある。この場合、上に行くのが地割れが開くか、または左ずれに動かした場合は。ところがこういう箇所、この量は0.1～0.2 mm ぐらいですが、雨量を見えます。12時間おきに雨量を書いたものです。例えば、10 mm 以上の雨が降る時に変動しているのであって、地殻変動と言えるものではない。

雨が降ると、実際以上おそらく地割れは開いているんだらうと思うんですが、雨が降れば地下水面上昇して地割れを押し広げる、という考えが一番単純だと思いますが、そんなことではないか。そのあと日照りが続くと元に戻る。このぐらいの、どうしても消しようがない変動があるわけです。

そうした上で、今年の2月中旬までの地殻変動がどうだったかをまとめたものです。地震の最盛期、地殻変動がよく起こった時期が終わってから始まったもので、こういう3つの結果があります。まず、これについては先程のステンレスパイプ、一番古くから測っていて1966年からの記録があります。その左ずれ成分をプロットしたものです。単位は5 mm、10 mm、15 mm、20 mm。これは、明らかに時々下がることもありますが、全体として右上がりになっています。今でも左ずれに断層が継続して動いている。

スチールテープで測った場合、これは1列しか地割れを挟んでいないが、こっちは2列挟んでいる。それも同様に、左ずれの変位が進行しています。一部こういうところは、こういうふうに ** (以下不明) 。一番問題なのは、圧入が始まった1月、2月のところ。全体としてはこっちに曲がっている。

これは、インバール線の結果を半月毎にプロットしたものです。他のものは純粹に左ずれの量ですが、これはそうではなくて斜めに横切っているの、開口と左ずれと両方の結果を表している。実際はちょっと下がっている。下がってまた回復しています。なぜ下がっているか、それは実際にステンレスパイプの場合、それからスチールテープの場合のベクトル図を画いたものですが、東西に走っている地割れの北側を固定して、南側がどのように動いたのかというものです。南側のブロックが右へ行くことは、左ずれの変位を示すことです。北に行くことは、断層が閉じることです。閉じながら左ずれをやっている。スチールテープの場合も同じです。それに対して、インバール線はこういう方向に行っているの、閉じながらの影響は出てきてしまう。はなはだまずいんですが、1方向しかないの、そういう結果になっています。

この中で、一番全体をカバーしていて信頼できるのはスチールテープの場合ですが、勾配が非常に急になっている。しかしながら、どうも年変化というのがあるようです。冬の間は、よく左ずれが進行するということがあるかも知れない。それにしても、今までのものに比べて、この期間は非常に大きい。ただ、ここが始まったのは圧入以前 ** (不明) ** 、あ、この表が圧入の当日かなんかだったので、この変位を圧入の結果とすることはできない。こっちは入っているかも知れない。その辺は微妙なところ。です。

ただ、雨で地割れがパクパクするということがあるように、ボーリングをしたことの影響が現れてくる可能性は消すことができない。つまり、ボーリングには水を使うし、水を抜くこともする。そういう

ことによる地下水の変動が、地割れを動かすことがあったかも知れない。

昨年7月にいったん逆行しています。こっちのベクトル図で見ると、横ずれなしにちょっと逆行しながら地割れが閉じ、さらにここのところで閉じていながら、今度はまた元の全体的なラインの上に戻って進行を続けている。このへこみは、何かもっと偶発的なことであって、決してそういう形に考えていいのかも知れないわけです。

スチールテープなどは、せいぜい1ヶ月に1回ずつしか測っていませんが、インバール線を使ったやつで12時間おきに測った結果として、圧入の期間がどうなっているか見てみたいと思います。この辺にあるギザギザの実線が実測値です。そして、この上にギザギザを消した形で出ているのは、温度補正をした結果です。この場合、下に行くとき伸びる、あるいは左ずれ変位を起こすということを表しています。

第1回の圧入の期間は、これです。どう見ても変化はなかった。第2回の圧入の期間、ここのところでガクッと変動している。これは「あっ」と思ったんですが、圧入を始める何時間か前からこれは始まっている。圧入の結果ということはできない。雨のほうを調べてみると、ちょうどここで大量に降っている。この変動は雨である。

一見したところ、圧入による大きな変動は見られないようではある。でも、しいて言えば見られなくてもない。ただ、8月の例でお見せしたように、雨で地割れが動いた場合、数日経ってそれが回復するわけです。どうもこの回復の仕方が悪い。それから、圧入前も全体としてはほとんど変動がない。この辺から少し勾配がついてきているのではないか、そういう感じがしなくてもない。このあとを見なければわからない。夕べ、今朝は測っていますが、補正をしていないので、この値がどうなっているか、ちょっとお話しできません。それに、水を入れてもすぐ影響が出てくるとは限らないので、もうしばらく結果を見なければわからない状態です。

【質疑応答】

質問) 雨量といってもあの頃は雪だから、溶けた影響はもう少しあとになりますか。

答) そうですね。これのはじめの期待としては、毎日の変動が0.1 mm ぐらいあるので、圧入によって地震が起き、それによって断層が飛躍的に動く、ということがあったとすれば(松代地震の最中には実際にあった)、0.5 mm か 1 mm 程度の動きがあってくれば、十分捉まえられると思って網を張ったんですが、動かなかった。しかしながら、水を入れたことによって、すでに断層はできているわけで、地震を起こしながら断層が動くというような形態ではなしに、地震なしに潤滑油を入れられたような形で断層が動き出すかも知れない、ということも期待していたわけです。その場合、もうちょっと全体的に前後を比べてみて、圧入をやったために、そのあと今まで年2~3 mm でクリープしていた断層の速さが、2倍とか3倍とかになったという結果が出てくれば、おもしろいんじゃないかと思っています。