

断層真上の構造物はどのように耐震設計すればよいのか？

東洋大学工学部 正会員 伯野元彦

1. はじめに

1999年の台湾・集集地震では、大きい食い違い量を持った逆断層が地表に現れ、構造物に大被害を与えた。写真1はこの逆断層により堤体に8mもの上下食い違いを生じ壊れたコンクリート堰である。このような大断層が構造物の真下を通った時どのような対策があるのか、問題提起をしたい。

2. 台湾の断層の問題点

構造物を耐震設計する上で、台湾に限らず断層の問題点は二つある。一つは、現時点の技術では1m以上もの食い違い量を持った断層が真下を通った場合壊れないようにすることはできないかもしれないという点である。そうすると、まず考えられるのが、予想される断層を避けて建設したり、特定個所で食い違ってもよいように構造物を設計する、ということである。問題点の二番目は、台湾地震の断層は、その大部分は予想された通りの位置に（数百m外れている場合もあったが、）



写真1 大断層により破壊されたコンクリート堰

地表に現れたが、北端部分で進路を東に変えコンクリート堰を壊した位置はなんと5kmも東にずれていたのである。そして、コンクリート堰を建設する前の地質検査では、断層の形跡は認められなかったといわれている。つまり、断層を避けたり、断層のずれ変形を避けて構造物を建設しても、予想通りの位置に断層が現れないのでは対策の立てようがないというわけである。

3. 日本の過去の地震断層による被害

- a) 北伊豆地震（1930年、 $M=7.3$ ） 総延長約37kmの色々な断層が、大体は左横ずれで動いた。中でも構造物に害を与えたものとしては、丹那断層がよく知られている。当時、東海道線の丹那トンネルの建設中で、丹那断層を横切って先進導坑を掘っていた。切羽の作業員が食事のため、切羽を離れていた間に地震が起こり約2.4mの横ずれ変位によって導坑はふさがってしまい切羽には戻ることができなかったという。
- b) 北但馬地震（1925年、 $M=6.8$ ） 田結では2本の平行した（約400m離れている）断層が見出された。長さはおおの約1.6km、西側が落ち、その差は大きいところで60～85cmに達した。予想されていなかった断層といわれている。
- c) 鳥取地震（1943年、 $M=7.2$ ） 吉岡断層（長さ4.5km、北側は最大50cm沈下し、東方へ最大90cm動く。断層面は殆ど垂直な逆断層）と鹿野断層（長さ約8km、南西翼では北が南に対し最大75cm沈下し東方に最大150cmずれ、北東翼では南側が最大50cm沈下し、西方にわずかずれ、断層面は60～70°で北に傾く）を生じた。鹿野断層上の家は倒れなかった。

キーワード： 地表断層、耐震設計、断層食い違い変位

連絡先： 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100、Tel:0492-39-1398, Fax:0492-31-4482

この家の下部は裂けていたが、棚のものは落ちなかったし、外に出たら断層ができていたという。
これもそこに活断層があるとはされていなかったと言われている。

- d) 伊豆大島近海の地震（1978 年、 $M=7.0$ ） この地震では、3 本の断層が地表に現れた。 すなわち、稲取一大峰山（ $N50^{\circ}W$ 、長さ 3km、右横ずれ最大 1m 余、NE 側沈下 0.2m）、根本の田（ $N70^{\circ}W$ 、長さ 0.5km、右横ずれ最大 0.15m 余、N 側沈下 0.05m）、浅間山（ $N55^{\circ}W$ 、長さ 3km、左横ずれ最大 0.5m、SW 側沈下 0.4m）の 3 本である。 このうち稲取一大峰山断層が、伊豆急行電鉄の稲取トンネルを横切り、厚さ 70cm の H 型鋼で補強されたコンクリート・ライニングに直径約 2m の大穴をあけた。 この地点は、空中写真から読み取りうる断層位置から約 500m ずれていたという。

4. 我々はどうすればよいのか？

台湾のような大断層が地表に現れたということに基づいて次のようなことをしなければならないのではなかろうか。

- 活断層という言葉が定着したのは高々この 30 年くらいのものである。 したがって、それ以前に地表に現れた断層について台湾の地震を含めて、現在の進んだ科学技術をもってしても、その活断層が発見不可能であったのかどうかを、徹底的に検証してみる必要がある。
- 現在の科学技術をもってすれば、ある程度の誤差を含むが、出現位置の特定が可能となれば、その位置に誤差を考えた範囲での重要構造物の建設を避けるか、どうしても建設しなければならない場合でも被害を最小限にする方策を考える。
- 位置の特定が不可能な場合には、日本全国どこで起こってもよいように断層変位対策を考えるか、活断層がないところに大断層が出現する確率を考える方向しかないのかなとも思う。

参考文献

宇佐美龍夫、新編 日本被害地震総覧 東京大学出版会 1996