

断層極近傍の地震動特性

神戸大学 フェロー 高田 至郎
神戸大学 学生会員 一之瀬 恵美

1. はじめに

近年大災害が多く発生し、とくに1999年9月21日 AM1:47 に集集鎮を震源として発生したM7.3の台湾集集大地震においては、地表面に約80kmにわたって断層変位が現れた。その変位は最大で横ずれが5~6m、隆起が7~8mである。死者は2,400人以上、家屋被害は10,000軒以上と報告されている¹⁾。中でも、断層が通過している地域では被害が甚大であった。

断層極く近傍の地震動特性に着目した研究は、その緒についたばかりであり未解明な部分も多い。本研究では台湾集集大地震に関して断層の200m以内を極く近傍と想定し、車籠埔断層が横断している地域に対してアンケート震度調査をおこなった。その分析結果について述べる。

2. 人的・家屋被害特性

集集地震での被害として全倒壊家屋は51,378戸、全半壊家屋数は53,522戸のうち集合住宅が138棟、合計11,284戸となっている。ここで、台湾大学地理環境資源学部のまとめた車籠埔断層沿線建物損害空間分布図集²⁾にもとづいて、断層の上盤側・下盤側において100m以内の建物破壊指数の分布を図1に示す。ここに示す破壊指数とは建物の損害面積を建築用地面積で除したものである。

被害分布図から、上盤側での被害が確実に大きいことが知られる。また、図1より断層から離れるにしたがって半壊の被害が増えている。そのことから、断層直上での被害はその付近の被害数に比べて少ないことが知られる。著者らが草屯で調査した結果では、地表に現れた2本の断層撓曲線の直上での被害は見られるものの、断層撓曲線に挟まれた地域での家屋被害は見られなかった。これは断層の近傍で変位による被害はあるものの、震動による被害は少ないことを示唆している。

3. アンケート震度調査

今回使用した震度アンケートは高田ら³⁾により提案されたものを用いた。これは太田らのアンケート震度をもとに、気象庁換算震度階、さらには家屋の倒壊などに適応できるものとなっている。

震度アンケート調査については、地震計周辺で15枚程度、断層の上盤側と下盤側でそれぞれ10枚程度を50mおきに配布することを基本として実施した。まず地震計周辺でのアンケート震度と地震計の記録より計算される計測震度値と比較した。アンケート震度は特定の地域で、ある程度多くの結果を平均化し、アンケートの持つばらつきを除くことで精度が向上する。またアンケート震度と地震計の観測記録から算定した気象庁の計測震度との相関を図2に示す。これによると、地震計の記録より計算された計測震度とアンケート震度の相関係数は0.578となっている。ここで、実際の調査データでは地震時における感覚的なキーワード 台湾集集地震、断層極近傍、アンケート震度、感覚的質問事項、断層直上の震度

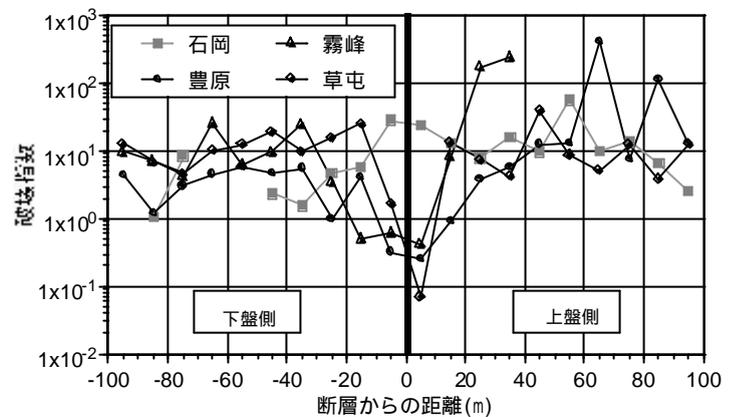


図1 断層距離と半壊家屋破壊指数

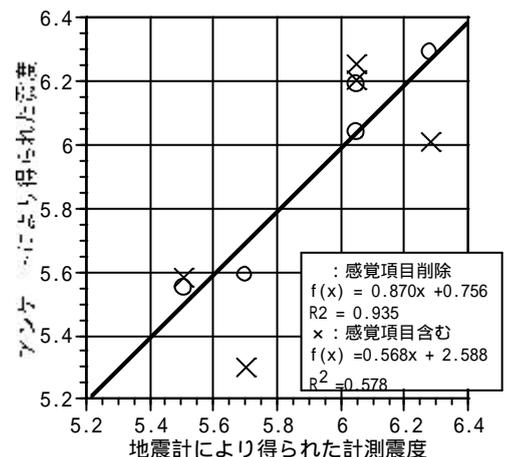


図2 地震計により観測された計測震度とアンケート震度

質問事項の中で、かなりのばらつきがあった。それは、個々人の地震体験にもよる影響、年齢にも深く左右されるような事柄であることから、感覚的質問事項を削除し、さらに地震計の周辺 500m 以内を対象とした。その結果も合わせて図 2 に示す。これによると、相関係数は 0.935 となっている。個人の経験に左右されるような感覚的な質問事項を削除することにより、地震計の観測記録より算出した計測震度とよりよい相関を示すことが明らかとなり、アンケート震度の精度が妥当であることが知られた。

さらに断層の上盤・下盤でのアンケート震度について、上述した感覚的な質問を削除して算定したものについて図 3 に示す。全ての地域で得られた値を 50m 間隔となるように平滑化している。断層撓曲線直上を 0m として上・下盤をそれぞれ正・負軸に示している。本図に示すように、断層線の直上では震度が低く顕われ、少し離れた地域で増加する傾向にある。実際に地震動は断層面の破壊に伴い、その蓄積されたエネルギーが逸散され、地表面と断層面が交差する断層線上では、長周期の変位に伴う運動エネルギーが卓越し、高周波の加速度によるエネルギーは小さくなると考えられる。そのため変位による被害が主となり、断層よりも少し離れた地域では、震度が大きく出るものと考えられる。

4. まとめと考察

アンケート震度の分布から考察すれば、断層近傍において震度が低く表れることから、震動よりも断層変位が被害に寄与していると考えられる。そのため断層の近傍域では被害の有無が顕著に現れたと考えられる。

そこで著者らがおこなった FEM による断層（傾斜角 30 度）の 3 次元解析⁴⁾の結果を用いて検証をおこなった。その結果を図 4 と図 5 に示す。図 4 から断層の直上や近傍ではなく、断層線よりも少し離れた場所で水平方向の最大加速度が卓越することが知られる。また、図 5 に示す水平方向の最大加速度分布図からも断層の直上では震度が下がる傾向にあることが知られる。この結果は、アンケート震度で得られた傾向と一致していることから、妥当な結果であると判断した。

また、台湾地震に際しては、上盤側近傍に山脈があり、そのふもとでの地震波増幅現象があったと考えられ、実際に上盤側の堆積層での震度のばらつきは大きい。断層から離れた地域では震動による被害であると推測できる。地表断層が露頭するような地震時の被害は、断層変位によるものと震動によるものに分類して分析を行っていく必要がある。

参考文献

- 1) 高田至郎, 尾崎竜三他: 地表断層変位露頭近傍の家屋・人的被害と地震動強度～台湾車籠埔断層の場合～, 建設工学研究所論文報告集第 43 - B 号, 2001.11.
- 2) 国立台湾大学地理環境資源学系: 車籠埔断層沿線建物損害空間分布図集, 内政部營建署, 2000.8.
- 3) 高田至郎, 上田直樹: 計測震度に対応したアンケート震度の新たな算出法に関する研究, 地震工学シンポジウム, 1998.2.
- 4) 高田至郎, 北村至: 断層近傍における強震動および地表変状変位の評価手法に関する研究, 神戸大学修士論文, 2002.3.

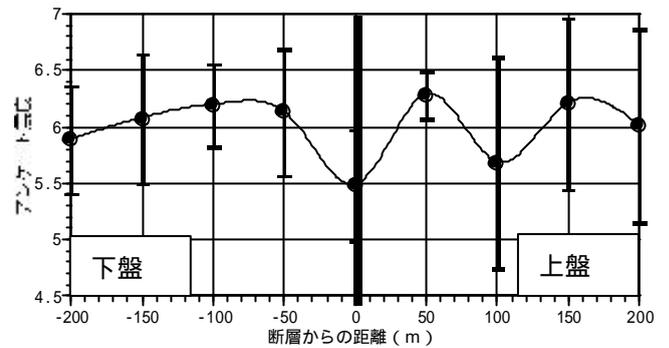


図3 断層からの距離とアンケート震度分布（平滑）

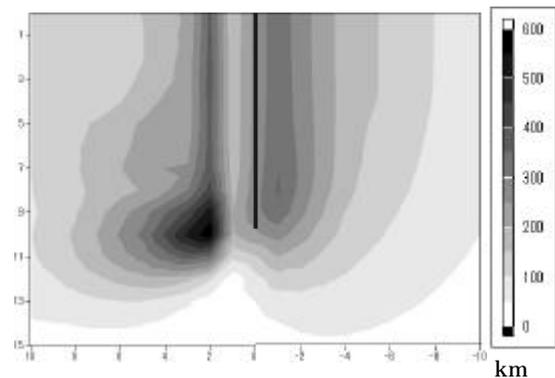


図4 最大加速度等高線図（水平方向）

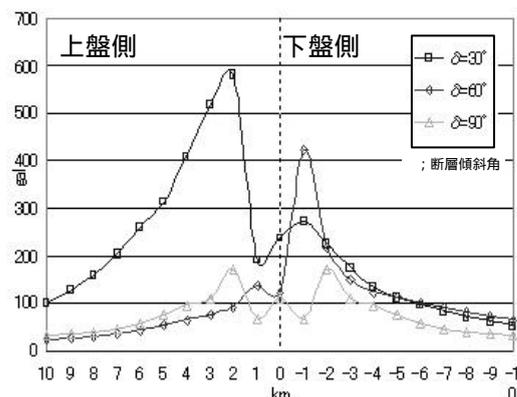


図5 最大加速度分布図（水平方向）