

神戸大学大学院 学生会員 鎌田泰子
 神戸大学工学部 フェロー 高田至郎

1.はじめに：1999年9月21日午前1時47分（現地時間）に台湾中部の南投縣集集镇を震源とするM7.4の地震が発生した。兵庫県南部地震より大きなエネルギーをもった地震によって、人命、建物ともに甚大な被害を受けた。そこで、本稿では地震後に震源地近くの集集镇において被害調査を行った結果を報告する。

2.集集镇の被害概要：集集镇における死者は42人、建物倒壊数は全壊1,736戸、半壊792戸、全半壊率にして69%と非常に高かった。死者42人の内、他地域から遊びに来ていた人を除いた41人について家屋の構造分類ごとにまとめた(表-1)。

表-1 死者が発生した建物構造

階	RC	レンガ	アドベ	計
3	12	0	0	12
2	4	3	0	7
1	0	14	8	22
計	16(39%)	17(41%)	8(20%)	41

集集镇の建物構造として70%がRC造であるのに対し、平屋の組積造において死者が多く出たことから死者発生的重要原因と考えられる。また、RC造でも壁がレンガであったために、壁が落ちたことで死亡したケースもある。

3.集集街道における被害分析：集集镇の市街地にあたる集集街道に焦点をあて、被害分析を行った。集集街道は北側の集集街から民生路、南側の民生路から民権路の二つの大きな街路に囲まれた円盤型の地域である。北側には山と街道近辺に清水溪、南側には濁水溪がある。

3.1 人的被災と倒壊率：この街道エリアで亡くなった人15人の地震時の居住家屋と照らしてみると、家屋の向きは13人が南北方向である。そこで、この原因が元々NS方向の家屋が多いためか、NS方向の家屋に被害が多かったためかを説明するため家屋被害を街道沿いに整理した。本稿で用いた資料は家屋の被害状況ではなく、地震後に家屋が取り壊され更地となっている

場所を被害箇所として倒壊率としているため、取り壊し以前の家屋数が明確でないところが多少あるが、取り壊しを必要とした家屋の倒壊率として扱った。エリア内の建物の向きで分類して、倒壊率を比較した(図-2)。南北方向に向いている家屋が東西方向のものより被害率が高い。台湾の家屋形式は、平屋のレンガやアドベ造を除けば、細長い矩形のRC造で隣の家屋と鉄筋のジョイントでつながる連棟式家屋である。また、1階の玄関部にはアーケードを設け、柱のみで支持している。そのため、建物の横方向に外力が加わると倒壊しやすい。地震時、集集近辺の中寮でNS方向611gal、EW方向983gal、水里でもNS方向302gal、EW方向440galという震度記録が得られており、集集においてもEW方向の地震動が大きかったと推測される。そのため、家屋は南北方向において倒壊率が高いという結果になったと考えられる。次に、北側の民生路、南側の民権路、その二街路間の内側部分とに分け、死者の分布を示した(図-3)。北側に走る民生路で殆どの方が亡くなっている。そこで、上述した方向性を考慮するためNS方向の家屋のみで3路線の倒壊率を示すと民生路の倒壊率が最も高い(図-4)。

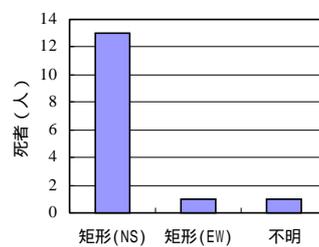


図-1 死者の居住家屋方向

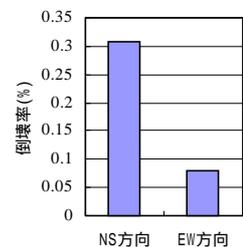


図-2 街道の家屋倒壊率

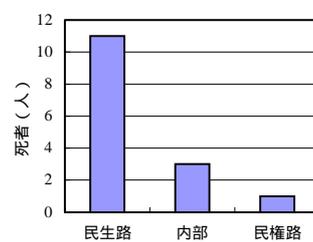


図-3 死者の居住家屋場所

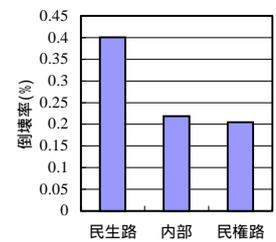


図-4 街路別のNS方向倒壊率

キーワード：921 台湾集集地震，人的被災，家屋被害の方向性，アンケート震度

連絡先：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL：078-803-6047

3.2 アンケート震度との対応：街道の北側(民生路)と南側(民権路)の倒壊率の差を説明するため、被災地住民にアンケートを実施して震度階の推定を行った。本アンケートは太田方式によるものである

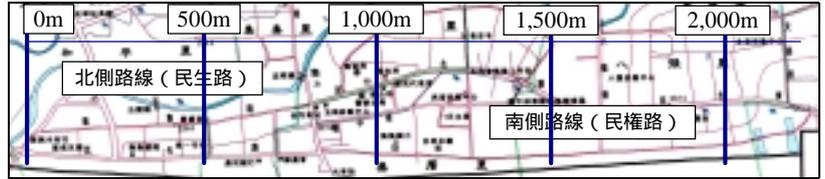


図-5 集集街道地図

が、高震度階の推定に充分に対応しないため、阪神・淡路大震災の折りの約2万人に対するアンケート調査の結果から震度階推定のために新たに項目の追加と係数の設定をし直したものである¹⁾。アンケートを中国語に翻訳し、鎮公所の協力によって小中学校、農場、軍隊、警察等に配布、回収した。集集街道近辺の回答でアンケート震度を算出し、そのアンケート震度から気象庁震度階換算値(以下、 I_{JMA} とする)に換算した。

アンケートから得た換算値 I_{JMA} と倒壊率を3街路で比較した(図-6,7,8)。横軸は地図(図-5)の原点からの距離で500mごとに縦軸を入れてある。内側での倒壊率は、二街路がNS方向の細長い矩形の家屋であることを考慮し、適当なサンプルで整理した。これらの図から各路線の倒壊率と I_{JMA} が比較的良好な関係をもっていることがわかる。兵庫県南部地震においてアンケート震度を修正した後、今回実際に強震度階の地域で調査を行ったが、家屋被害と良く対応していることから修正アンケート震度の信頼性が得られた。部分的に倒壊率が高いのは、集集街道の家屋の大部分がRC造の3階であるのに対し、その地域には平屋のレンガ造が多かったためと考えられる。 I_{JMA} と被害が共に局所で大きくなっている前後では微地形における地盤の変化があると考えられるが、現段階ではその要因を解明するに至らなかった。

得られたアンケート震度で街路ごとに I_{JMA} の平均値を示すと、図-4 で示したように I_{JMA} においても民生路で高い値を示す(図-9)。このため、民生路での倒壊率が高かったと考えられる。

4.まとめ：集集街道において、死者の居住家屋の向きと場所から被害の傾向を分析し、家屋被害ならびにアンケート震度と対応させた。家屋については、方向性の被害特徴があると考えられる。また、修正アンケート震度と家屋被害についても良い相関があった。修正アンケートの震度や被害が局所的に大小する所の原因については明らかにできなかったが、北側の川が影響しているとも考えられる。今回は街道で調査を行ったが、奥地へ入れば平屋のアドベ造やレンガ造の家屋が多く、被害は街道のもの以上であった。

謝辞：集集の調査において、集集鎮鎮公所、警察署の皆さんのご協力に厚く感謝します。

【参考文献】1) 高田至郎, 上田直樹：計測震度に対応した新しいアンケート震度の算出手法, 第10回日本地震工学シンポジウム, C1-18, pp.631-636, 1998.11

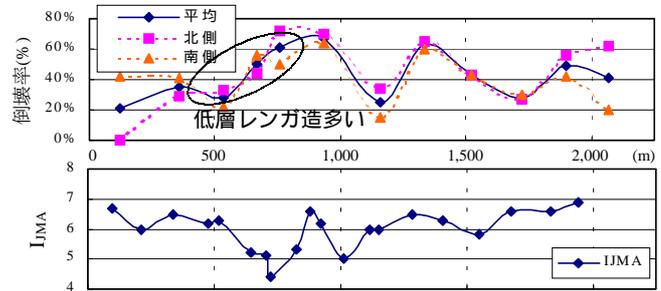


図-6 街道の北側(民生路)の倒壊率(上図-a)と I_{JMA} (下図-b)

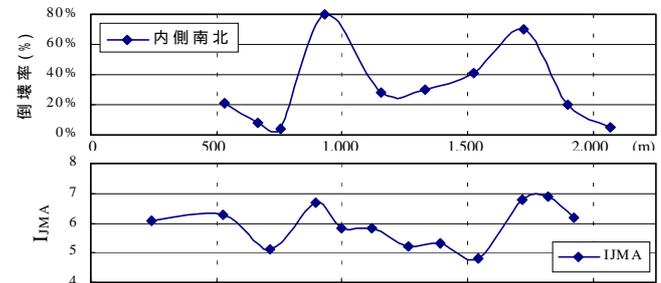


図-7 2路線の内側(NS方向)の倒壊率(上図-a)と I_{JMA} (下図-b)

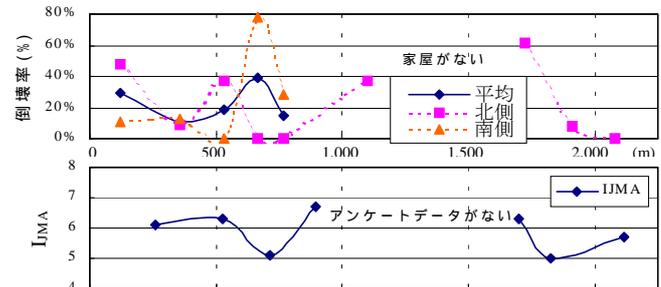


図-8 街道の南側(民権路)の倒壊率(上図-a)と I_{JMA} (下図-b)

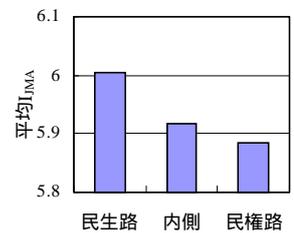


図-9 3街路の平均 I_{JMA}