

神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎

(株) オリエンタルコンサルタンツ ○正会員 上田 直樹
関西電力株式会社 正会員 田中 良英

1. はじめに

我が国において地震動強さをあらわす指標として、気象庁震度階がある。これは即時発表などの優れた特徴を持っているが、地震動強さについて数 10 km²に 1 点しか震度結果が発表されない。そのため地域別地震動分布を求めることは難しく、他の方法で地震動強さを推定する必要がある。その中の手法の一つにアンケート調査をもとにしての地震動強さの推定がある。この手法は多くの研究者によって行われており、その中でも太田らが作成したアンケートによる地震動強さの評価方法¹⁾は、かなりの精度を持って震度を表現できることが確かめられている。しかし、兵庫県南部地震のような高震度の地震に対しては幾つかの問題点があり、本研究ではこれらの問題に対する改善案を提示する。

2. アンケート震度算出法について

アンケート震度とは質問項目に対する選択肢番号が小さいものから大きいものになるにつれて低震度から高震度を表現するように設定されており、これらの質問に対し回答者が同程度の震度を意味する選択肢番号を重複して選ぶことにより地震動強さを表現する。また回答者の状況を示す条件係数と各々の選択肢番号を基準の質問番号に基準化する震度係数という 2 つの概念を導入している。アンケート震度(IQ)と気象庁震度階換算値(I_{JMA})を式 (1)、式 (2) に示す。

$$IQ = \frac{a}{N_e} \cdot \sum_i \beta_i(m_i) \quad \dots (1)$$

$$I_{JMA} = 2.958 \cdot (IQ - 1.456)^{0.547} \dots (2)$$

しかし、この既存の手法の問題点として項目内容の不足、高震度での計測震度との不一致、震度係数の機能的問題がある。

3. 修正手法について

ここでは、既存のアンケート震度算出法の問題点に対しての修正手法を提示する。まず、兵庫県南部地震時の状況を考慮すれば項目内容に家屋倒壊の概念が含まれていない。そのため家屋倒壊に関する質問番号 16、17 に対し、それぞれ 7. 家屋が倒壊するほど揺れ、8. 家屋の倒壊 を加える。

次に震度係数の再設定を行う。高震度の領域において対応できるように兵庫県南部地震の高震度領域でのアンケート²⁾を用いて算出した。新たな震度係数一覧を表 1 に示す。この新たな震度係数を用いてポートアイランド地域の質問番号 16 と 17 のアンケート結果を示したのが図 1

表 1 修正震度係数一覧

アイテム	カテゴリー							
	1	2	3	4	5	6	7	8
11	～	0.041	1.604	3.740	5.875	～	～	～
12	～	0.686	1.958	2.823	4.295	5.767	～	～
13	～	1.660	2.224	3.337	4.450	5.563	6.381	～
14	～	0.682	3.276	5.420	7.563	～	～	～
15	1.255	1.783	3.101	4.421	5.740	7.059	～	～
16	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	～
17	～	2.567	3.330	4.094	4.858	5.622	6.385	7.149
18	1.176	2.372	3.568	4.763	5.959	7.155	～	～
20	0.797	2.169	3.541	4.913	6.285	～	～	～
21	1.313	2.656	3.608	4.094	5.105	6.601	～	～
22	3.355	4.424	4.916	6.173	7.431	～	～	～
23	～	2.748	3.549	4.906	6.262	～	～	～
24	～	-0.226	1.486	3.564	5.642	～	～	～
25	1.642	2.780	3.918	5.057	6.195	7.334	～	～
26	～	1.678	2.862	4.405	5.230	～	～	～
27	～	3.454	4.133	4.813	5.493	～	～	～
28	2.578	3.805	5.032	6.259	7.486	～	～	～
29	～	0.926	1.767	3.449	5.761	～	～	～
30	～	2.213	3.329	4.445	5.562	6.678	～	～
31	～	2.513	4.403	6.292	～	～	～	～
32	～	4.021	5.903	～	～	～	～	～

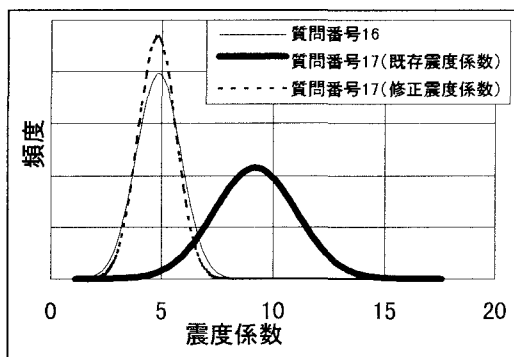


図 1 カテゴリーごと震度係数(ポートアイランド地域)

である。修正震度係数の頻度分布は既存震度係数の頻度分布と違い、質問番号 16 に基準化されており、震度係数の設定が的確にされているのがわかる。また、図 2 にアンケート震度に対し、アンケートの震度係数の散らばり度を示す変動係数の平均をアンケート震度ごとに算出した。図 2 のとおり既存の震度係数と比べ高震度領域で顕著に変動係数が小さくなっている。これは、回答者が同程度の選択肢番号を選んだことを示している。つまりおのおのアンケートの信頼性が高くなったことを示す。

4. 修正気象庁震度階換算値 (I_{JMA}) の分析

この手法による気象庁震度階換算値（以下 I_{JMA} ）の信頼性について検討する。図 3 には計測震度とその観測された地点での I_{JMA} との比較をした。既存値は計測震度が大きいほど I_{JMA} と計測震度との差が大きくなっている。これに対し、修正値では 18 箇所中 14 箇所で誤差範囲の中に I_{JMA} が存在している。この誤差には一様性はなく、 I_{JMA} がある程度の信頼性で地震動分布を示していることをあらわしている。しかし、計測震度が 4.5 付近では修正値の方が計測震度との差が大きくなっている。これは、震度係数設定の際に高震度のアンケートを用いたために中震度と考えられるこの範囲で誤差が発生する。

また、図 4 は旧気象庁震度階 7 地域の I_{JMA} を震度階級別に分類し、その相対度数を示したものである。この図 4 をみると既存値では震度 7 の階級が 10% 強であったのに対し、45% 強にまで増加している。また、この地域が旧気象庁震度階 7 地域にもかかわらず、既存値では震度 5 以下が 10% 以上も存在していたが、修正値では 4% 以下に減少している。この地域が計測震度で震度 6 以下と震度 7 が混在していることを考慮すると高震度領域では、計測震度と類似した結果と考えられる。

6. まとめ

今回アンケート震度算出法の問題点に対する修正方法を提示した。その結果、兵庫県南部地震において、高震度領域では計測震度とおおむね対応した結果となった。しかし、震度係数を再設定するときに用いたアンケートの震度領域以外では信頼性に多少問題が生じることがわかった。今後、本手法で信頼性の高い地震動強さの分布を算出するには、必要とする震度領域および地域において、震度係数を再設定することが望ましい。そのためには、多量のアンケートデータが必要であり、アンケート調査に対する事前の準備および行政の協力が必要と思われる。

参考文献 1) 太田 裕ほか：アンケートによる地震時の震度の推定，北海道大学工学部研究報告第 92 号，pp. 117-128, 1979, 3

2) 神戸大学工学部建設学科土木家教室耐震工学研究室兵庫県南部地震アンケート調査グループ：兵庫県南部地震に関するアンケート調査-集計結果報告書-，pp. 1-592, 1996, 11

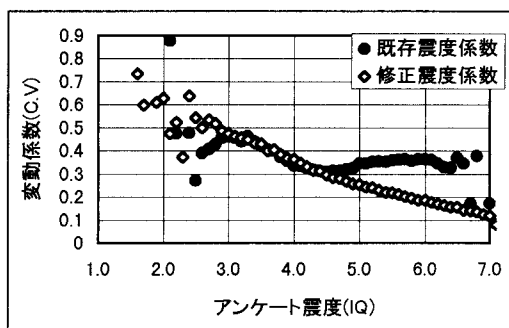


図3 アンケート震度に対する変動係数

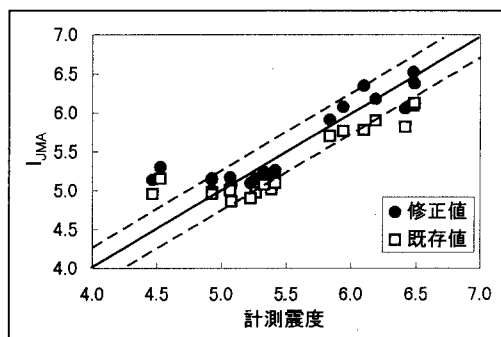


図2 計測震度と I_{JMA}

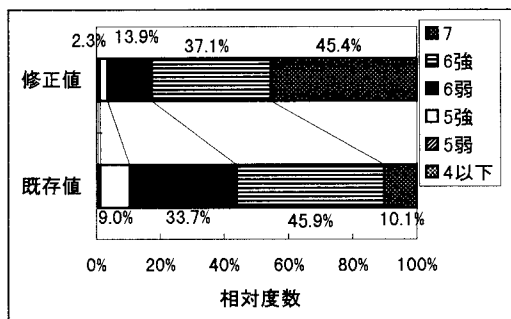


図4 震度階別丁目相対度数
(旧気象庁震度階 7 地域)