

都立大学 正会員 小泉 敏一

同上 宮野道雄

福井工大 正会員 望月利男

1. はじめに 筆者らはこれまでに、関東大地震などいくつかの地震における、主として基石、木造建物被害に基づく推定震度(加速度)と震源距離・地形(地盤)の関係について考察を加えてきた。本報告は、それらの中で対象とされなかつた内陸型大地震の事例として1948年福井地震(M7.3)を選定し、上記と同様の検討を加えて、この種の地震における震源距離のより適切な計測手法について考察を行ったものである。

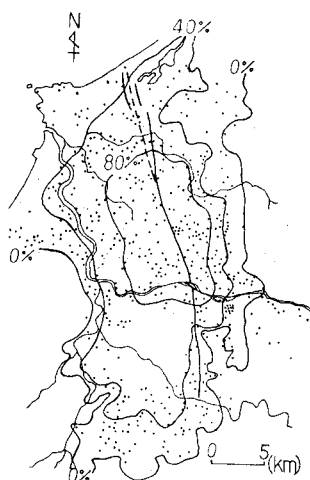


図-1. 住家全壊率分布と断層線

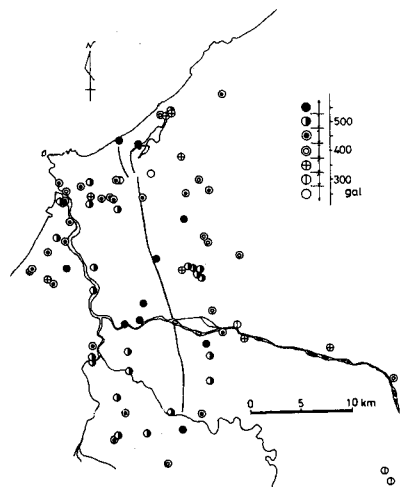


図-2. 基石による加速度分布

2. 震源距離と地盤分類

福井地震による地表面の隆起と沈降の境界線が測地学的データから得られ、地震断層は走向がほぼN20°Wで、傾斜が東へ約80°と推定されている。図-1に示した実線は上記境界線であるが、地表面で確認された99%の地割れ、亀裂帯がこの境界線と一致すること、およびこの地震が比較的浅発性のものと考えられることを併せれば、上記実線をfault trace(断層線)とみなし得ると思われる。したがって、この地震のように断層面が地表に対してほぼ直交している場合、被災地域における各地点の震源距離Xはfault traceからの最短距離として計測する方法がまず考えられる。しかしながら、本報告では、より適切なXの計測手法を考究するため、つぎに述べる3種類の方法で震源距離を決定し、さらに後述する断层面要素

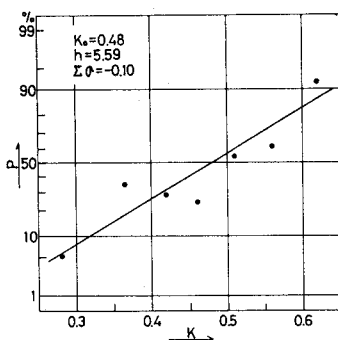


図-3. 木造住家全壊率Pと震度Kの関係

からの放射エネルギーを考慮した有効震源距離を用いた場合と比較検討する。① 図-1に示す北端で分岐したfault trace(実線)からの最短距離 X_1 (km)。② 分岐したfault traceの北端を図-1の破線のように一本の連続した線(長さ $L=26.3$ km)とみなし、 L を長軸、深さ W ($L/2$ と仮定)を短軸とする楕円を考え、その二つの焦点区間内(22.8km)を震源とした時の最短距離 X_2 (km)。③ 上記①の分岐したfault traceに②の楕円の考え方を適用した場合 X_3 (km)。一方、被災地域の地盤はつぎの分類に基づいて区分している。第I種:未固結層(大体N値30未満)厚5m未満の地層。第II種:未固結層厚5m以上10m未満としたし、未固結層が泥炭層など著しく軟弱な場合は3~4m)。第III種:未固結層厚10m以上30m未満(泥炭層の場合は5~10m)。第IV種:未固結層厚30m以上の地盤、厚さ5m以上の盛土地、10mを超える泥炭層を有する地盤。

3. 木造住家全壊率と震度の関係 図-1には前述したfault traceを示してあるが、同時にこの地震で住家被害を蒙った地点、およびそれらにより描いた木造住家全壊率分布のコンターラインも示されている。一方、被災地のほぼ全域で行われた基石調査の結果から、加速度(震度)分布を推定したものが図-2である。同図に示

された各地点の震度 K と同一箇所における木造住宅全壊率 P (字別集計)との平均的な関係を物部の手法に基づいて求め、正規確率紙上に示すと図-3のようになる。この結果を用いれば、図-1に示す如く非常に99%の地点で資料が得られている P から、工学的な適用性をもたせて K または加速度 $A(K \times 980 \text{ gal})$ が推定できる。

4. 震度と震源距離・地盤の関係 図-4は前述した①の方法で震源距離 X_1 を定め、地盤種毎に $X_1 = 1 \text{ km}$ 間隔で A の平均値を求めて、面対数紙上にプロットし、さらにこれらを $A = \alpha X_1^b$ の関係型に最小自乗近似した結果を実線で示したものである。ただし、地盤種ⅢとⅣについては、Ⅳの資料の得られた距離範囲が限定されることと、Ⅲ、Ⅳの $A-X_1$ 関係に大きな差異がないことから、両者を合わせて関数近似を行っている。これらの図によれば、 $A-X_1$ 関係はある距離を境に折れ曲がり、2本の直線(ⅰ):境界点より距離が小さい側、(ⅱ):境界点より距離が大き側)で表わされるように思われる。図-5は、図-4の各 $A-X_1$ 関係を同一紙上にまとめて示し、関係式の係数 α 、 b および重相関係数 R の値を付記したものである。また、図-6、7はそれぞれ、②、③の方法で X_2, X_3 を定め、上記と同様の整理を行ったものである。図-5、6、7の結果を比較すれば、(1)す

れも海洋型の関東大地震と同様に、 $A-X$ 関係は上述の2本の直線で表わされ、その境界距離はⅠからⅣへと地盤条件が一般に悪くなるほど大きくなり、大きな加速度がより遠方にまで及ぶことを示している。さらに、直線間に若干の交差はみられるものの、ある X に対する A の値を地盤条件にほぼ対応した傾向を共通して有しており、大差はないが、全体的な R の値からすれば、 X_2 が比較妥当な震源距離を示すと考えられる。

5. 震度と断面要素の相乗効果を考慮した震源距離・地盤の関係 内陸型地震の震源を線から面へと拡張した場合の一つの試みとして、図-8に示すように震源を長さ $L=26.3 \text{ km}$ 、幅 $W=L/2=13.15 \text{ km}$ の矩形断面(地表面に対して直角)と考え、断面上の $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ の各要素から大きさ1のエネルギーが放射されると仮定した。図-9は計算結果から描いたコンターラインである。同図にはfault traceの垂直二等分線が破線と示されているが、これはここで求めた E_n を震源距離に変換する基準線である。つまり、基準線上で E_n と震源距離の関係を決めて、放射エネルギーの相乗効果を考慮した有効震源距離として X_4 を定めた。図-10は前述と同様にして求めた $A-X_4$ 関係であるが、地盤性状に対応する合理的な減衰傾向を示しているとは言い難く、 $X_1 \sim X_3$ に比べて X_4 がより適切な震源距離を与えているとは思われない。

図-4. 地盤種別の $A-X_1$ 関係

図-5. $A-X_1$ 関係

図-6. $A-X_2$ 関係

図-7. $A-X_3$ 関係

図-8. 断面モデルと断面要素

図-9. 到達エネルギー分布

図-10. $A-X_4$ 関係