

1. まえがき

これまでの地震被害例の調査によると、各種構造物の地震被害は硬軟地盤境界部等の地盤条件の変化点で多くみられる。1995 年兵庫県南部地震による震度 7 の領域も、花崗岩等の岩盤からなる六甲山地の麓の土砂等からなる堆積地盤で発生しており、その発生機構を地盤に着目して考察したので次に報告する。

2. 震度 7 の領域と地盤状態

今回の震度 7 の領域は六甲山地の活断層からややずれた海側に現れたといわれている(図 1 参照)¹⁾。六甲山地周辺の接峰面図(峰の等しい標高を結んだ線図)²⁾に震度 7 の領域 a~g³⁾を記入した図 2 より、西宮付近の d、e を除くと、震度 7 の領域は神戸や芦屋、西宮付近(図中の a、b、c)では六甲山地の麓にあり、宝塚付近(図中の f、g)では北摂津山地の麓にあって、殆どが地盤面の等高線の密なところではなくその脇の間隔が大きい所に現れている。この等高線間隔から地盤状態を考慮すると、山地の岩盤と低平地の土砂その他からなる堆積層(以下、堆積層と称する)の境界部の後側側、即ち硬軟地盤境界部の後側側で、震度 7 の領域が発生したことが推定される。

伏在断層と震度 7 の領域は必ずしも一致していないことと、震度 7 の領域は伏在断層がつくる基盤の大きな段差の下盤側に位置していること等(地質平面図上の震度 7 の領域を示す図 3 及び同図中の東灘区を横断する A 断面を示す図 4 参照)が明らかにされている¹⁾。

ここで、図 4 より震度 7 の領域(震災の帯)が六甲山地の岩盤(花崗岩などの基盤岩)とそれに接する堆積層の境界部の後側側で生じていることが分かる。しかも、図 3 の A 断面以外の B、C、D 断面図(ここでは省略)より、震度 7 の領域は A 断面付近で六甲山地に最も近い位置にあることと、B、C、D 断面の順に六甲山地から海側に離れる傾向があることが分かる。これは六甲山地から海側へ続く埋没岩盤表面(大阪層群底面)の勾配が A 断面から D 断面にかけて小さくなることに対応するようである。即ち、震度 7 の領域の位置は A、B、C、D 断面の順に堆積層底面(大阪層群底面)の傾斜が緩くなるとともに、海岸側に移動している。それはあたかも軟らかい土層は厚さが薄くなるとともに剛性が大きくなるため、地震時の地表面変位が小さくなることに対応しているかのようである。即ち、六甲山地近くの傾斜が急な部分より緩い部分の堆積層の剛性は相対的に大きいことが影響しているものと推定される。

なお、六甲山地周辺の接峰面図²⁾と兵庫県南部地震の速度記録の粒子軌跡⁴⁾の関係を示す図 5 をみると、神戸から芦屋にかけての地盤が傾斜した所では粒子軌跡は長円形を示すとともに、その軌跡の長軸方向が地表面の最大傾斜方向にほぼ一致し、尼崎や大阪の平野内のほぼ水平な所では粒子軌跡の南北方向と東西方向の振幅がほぼ等しい大きさである。ポートアイランド付近は軟弱粘性土層が北西から南東方向に厚くなっており、それらも考慮すると地震時の地盤は地盤の傾斜方向や土層の厚くなる方向に大きく動き易い性質を持つことが推察される。

硬軟地盤境界部では地震時に軟らかい地盤はその境界線に平行に動くこともあるが、例えば六甲山地の麓の部分では山側から海側にかけて地層が傾斜しているためその傾斜方向に地盤が動き易く、軟らかい地盤が海側から山側に向かって動くときもあれば、逆に山側から海側に離れるように動くときもある。軟らかい地盤の硬い地盤に接する部分では、前者の場合には短縮側の動きが、後者の場合には伸張側の動きが生じ、ともに歪が大きく生じる。従って、地震時の地盤にこれらの伸びや縮みの動きや歪が急速に大きく生じ、これに伴って地盤に生じた大きい力が建物等に作用して被害が発生したこと等が考えられる。

しかも、地盤の動きに追従できない状態(異種支持地盤状態や完全支持杭基礎等)にある構造物に地震被害が多いのは⁵⁾、地盤条件の変化点では地盤の伸縮や歪に基づく力が尚一層大きく作用したためと考えられる。

キーワード：震度 7 の領域、六甲山麓、岩盤、土砂地盤、地盤条件変化点、歪集中
連絡先：〒371-0816 前橋市上佐鳥町 460 Tel. & Fax. 027-265-7342

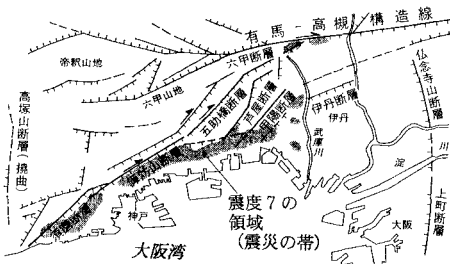


図1 震度7の領域¹⁾

3. あとがき

兵庫県南部地震による震度7の領域も各種構造物と同様に地盤条件の変化点で、即ち硬軟地盤の境界部の軟らかい地盤側で生じており、これは一般的に構造部材の剛性変化点で相対的に軟らかい側で問題が発生し易いのと似ている(図6)⁵⁾。震度7の領域における被害は地盤に生じた大きい変位差、即ち歪の影響で発生したことが推定される。終わりに、以上の調査に当たって引用させていただいた文献の著者に厚く御礼を申し上げます。

参考文献 (1) 藤田和夫・佐野正人: 阪神・淡路大震災と六甲変動, "震災の帯" をもたらした埋没地形, 科学, Vol. 66, No. 11, pp. 793-805, 1996. 11. (2) 藤田和夫・笠間太郎: 大阪西北部地域の地質, 地域地質研究報告, 地質調査所, 1982. (3) (社) 日本建築学会編: 阪神・淡路大震災調査報告, 建築編1, 鉄筋コンクリート造建築物, p. 42, 丸善, 1997. 1. (4) 綱纒一起・吉田真吾・植竹富士: 震源過程モデルによる兵庫県南部地震の強震記録の再生, 阪神・淡路大震災に関する学術講演会, pp. 97-102, 1996. 1. (5) 那須誠: 地震被害への地盤の影響と被害機構の推定, 前橋工科大学研究紀要, 第1号, pp. 1-8, 1998. 3.

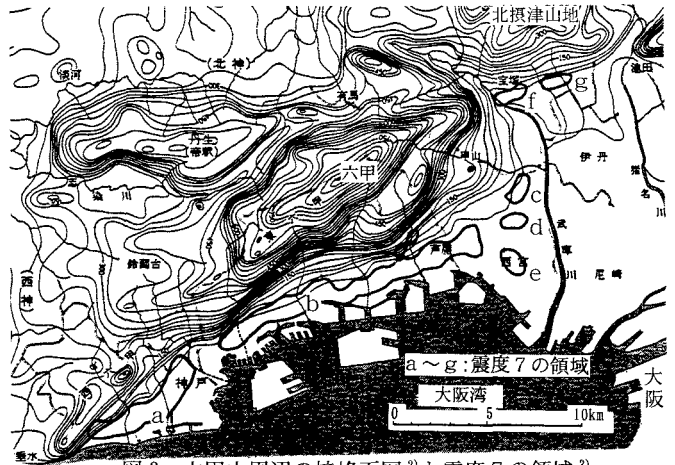


図2 六甲山周辺の接峰面図²⁾と震度7の領域³⁾

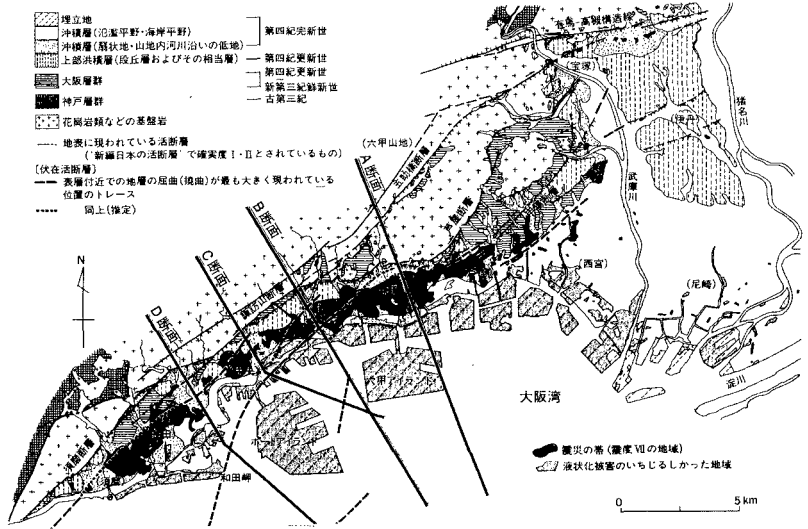


図3 地質平面図と震度7の領域¹⁾



図4 東灘区の地盤横断面図(図3のA断面)¹⁾

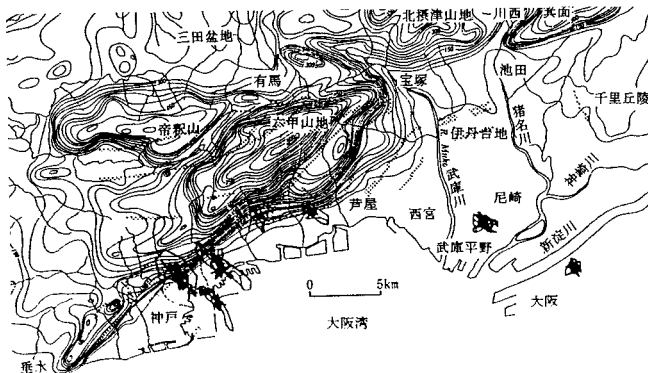


図5 六甲山地周辺の接峰面図²⁾と速度記録の粒子軌跡⁴⁾

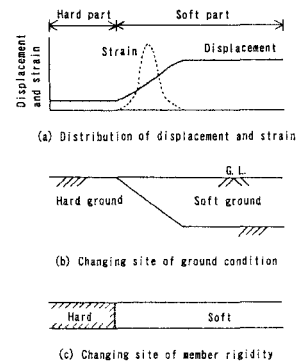


図6 硬軟地盤境界部と剛性変化点⁵⁾