

12. 広島県南部における芸予地震災害の地質学的要因

岡山大学理学部 ○鈴木茂之
岡山大学環境理工学部 竹宮宏和・島袋ホルヘ

1. はじめに

2001年3月24日に瀬戸内海西部で発生した芸予地震のマグニチュードは6.4、地表での最大震度は6弱が観測された。震源は地下51kmと深かったのが特徴で、広範囲に被害が発生した。鳥取県西部地震では境港市の軟弱地盤での液状化現象に対して、震源地周辺の山地や山間地では家屋の被害と斜面災害が発生し、地盤によって被害の内容が顕著に異なっていた(鈴木・竹宮, 2001)¹⁾。芸予地震では広島県南部に限って被害の種類をみると、液状化などの軟弱地盤が主要な原因になるものは広島市西区観音新町の例以外顕著なものはなく、一方棟瓦がずれる被害は、礫質な平地から段丘や丘陵地にも広範囲に多く認められた。このような被害の特徴は表層の軟弱地盤による増幅では説明できず、竹宮ほか(2001)²⁾は断層破碎帯における地震波の増幅を考えた。ここでは震災の要因に関して地質学的検討を追加し、破碎帯との関連、地震波増幅のしくみについて考察する。

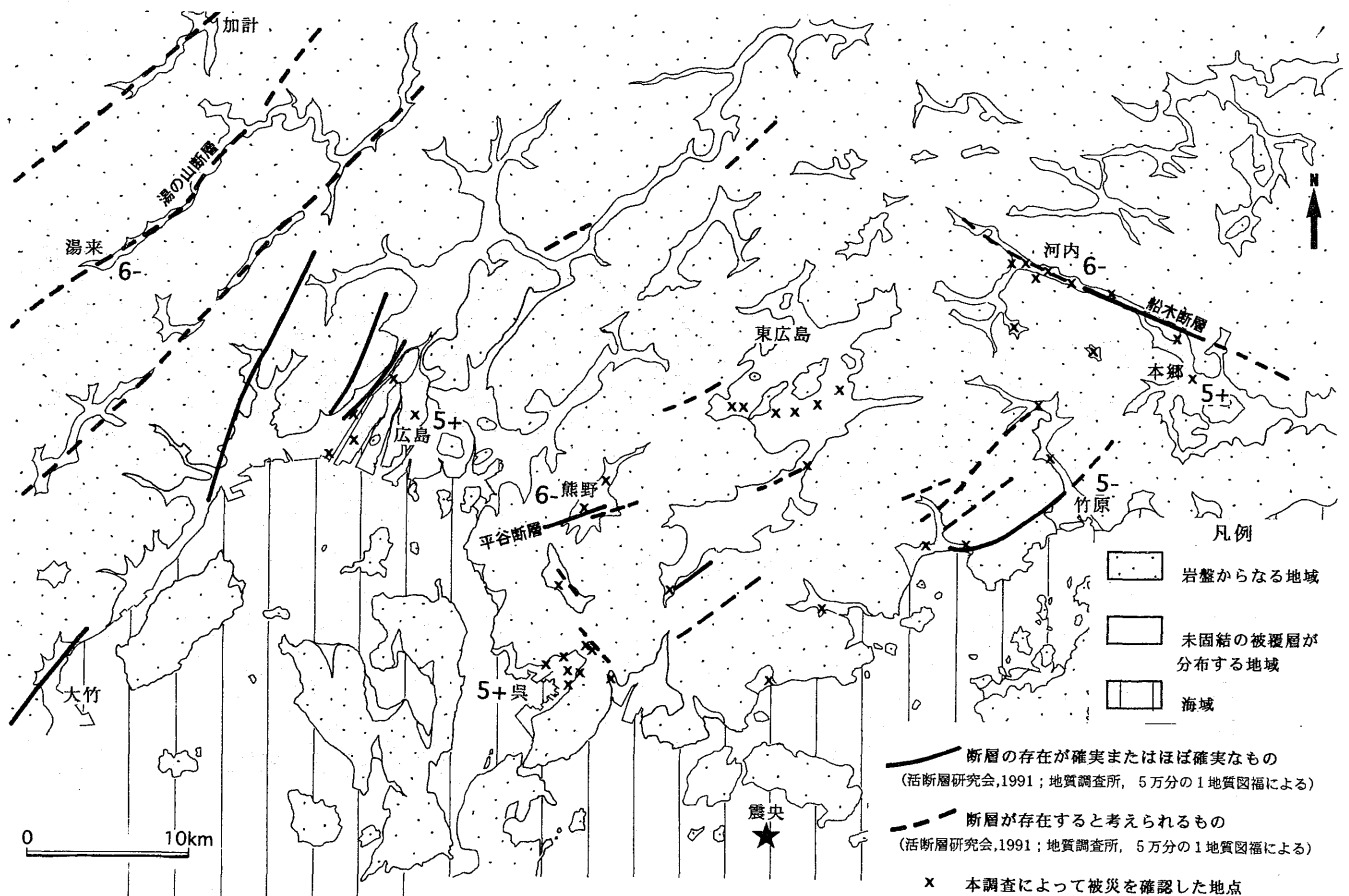


図-1 本調査によって把握した芸予地震による被害分布と破碎帯の分布

2. 調査対象とした被害

現地調査において被害を外から把握できるものとして、家屋の棟瓦のずれ、斜面での崩壊・亀裂の開口・落石に着目した。被害を受けた屋根では写真-1にあるように、棟の上に載せてあった瓦が、配列を乱さずそのまま横にずれている。これは棟瓦が一気に跳躍して、列になったまま横に落ちたことを示す。写真-2に示した河内町国道432号線沿いの斜面崩壊の場合、風化した花崗岩の表層部が崩落している。斜面の方向の走向で、鉛直と斜面側に傾斜する2方向の節理が発達しており、崩落した部分はもともと不安定であったと考えられる。地震による加速度に持ちこたえられず崩壊したと考えられる。

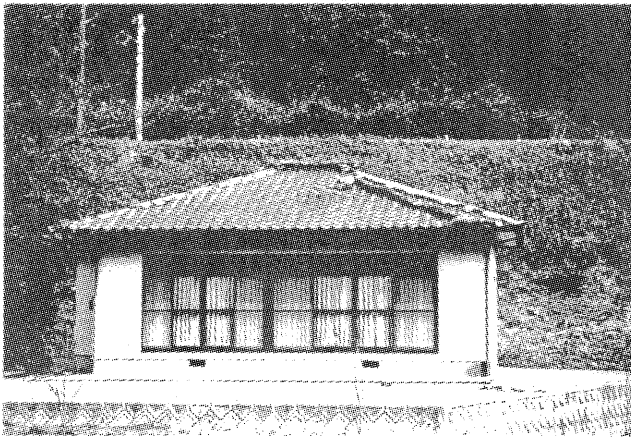


写真-1 芸予地震による屋根の被害(本郷町花園)

写真-2 芸予地震による斜面崩壊(河内町中河内)

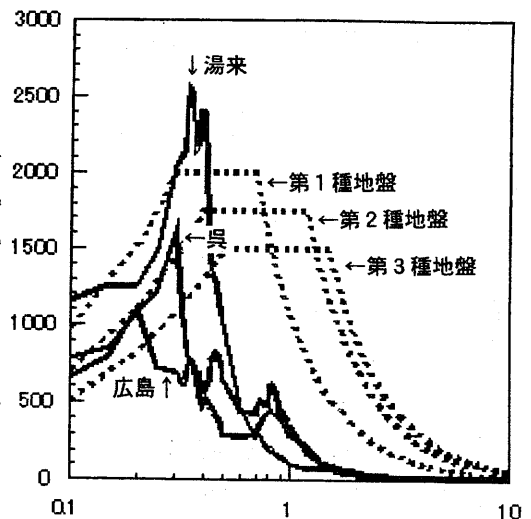
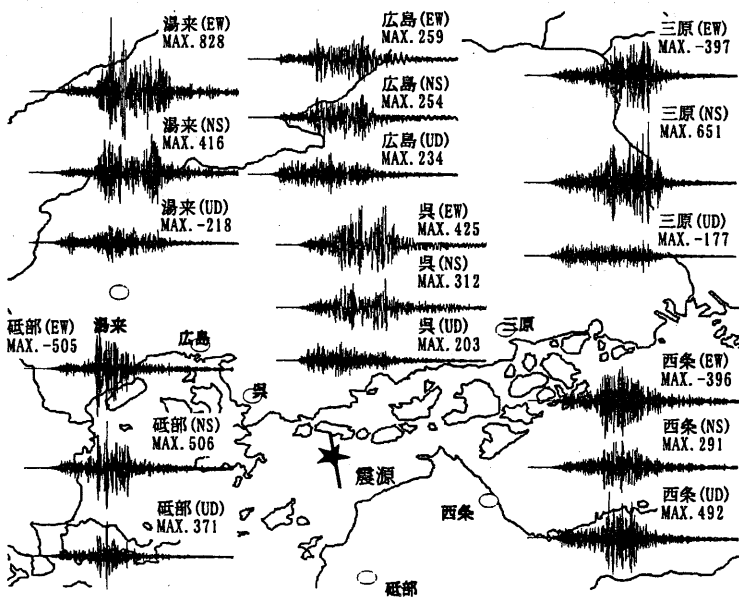


図-2 各地の加速度記録波 (K-net, KIK-net)

図-3 応答スペクトル(5%減衰比)

縦軸は加速度応答スペクトル(gal), 横軸は周期(s)

3. 地盤震動の特性

図-2はK-net³⁾, KIK-net⁴⁾による中国四国地方における芸予地震の強震記録波形である。いずれの観測地点でも鉛直方向の揺れが観測された。最も大きな最大加速度が観測されたのは震央から52kmも離れた湯来においてで828 galである。最も大きい震度は6弱で、湯来、熊野、河内で記録された。それより震源に近い観測点ではむしろ低い震度5強から5弱が記録されている。

構造物への入力動として周期成分の特徴を評価するために、応答スペクトルを湯来、呉、広島での観測波形に対して計算した結果が図-3に示されている。湯来と呉の記録波形は0.3~0.4秒の短周期構造物に影響する特性を示している。しかし土木・建築構造物へ影響する0.4秒前後より長い周期帯域では、応答スペクトルは示方書のものより大幅に低い値を示している。

住宅被害数が2万6千棟以上に達したが、その99%が一部損壊にとどまったことは、応答スペクトルが倒壊に関係のある周期帯(1秒前後)で低かったという特徴のためと考えられる²⁾。棟瓦が跳躍する被害は鉛直方向の揺れの加速度がある程度以上に強かったことを反映したものと推測される。

4. 被害分布と地質との関係

棟瓦のずれと斜面の変状を中心に被害の分布を三原市から広島市にかけての広島県南部を調査し、被災地点を図-1に示した。被害は広島県南側半部の広い範囲に分散するように分布するが、そのなかでも幾箇所か集中した地域がある。ここでは震度6弱を記録した河内町から本郷町での被害分布を主に取り上げる。

河内町本郷町での被害分布；被害は河内町中河内から本郷町船木にかけての沼田川沿いに断続的に認められた。写真-1,2はこの地域の被害の例である。斜面の変状は写真-2の例のほか、地盤にクラックがはいり段差ができる被害が道路や造成地の斜面に数地点認められた。棟瓦の被害は所々顕著な地点がある。周囲が田で地盤が軟弱と考えられる地点での被害はむしろ少なく、多くは地盤が礫質と考えられる沖積段丘や扇状地上の地点である。これらの被災地の分布は直線的であり、ほぼ船木断層の分布に沿っている。一方、沼田川南岸の山地は頂部が高原地形をなし広島空港のほか多くの集落があるが被害はまれであった。

河内町以外に震度6弱を記録したのは熊野町と湯来町であるが、熊野町には平谷断層と重地(じゅうじ)断層が東西方向に走っており、湯来町の観測点は湯の山断層上にある。東広島市南部の吉川から田口にかけては、棟瓦に被害を受けた地域が断続的に東西に分布し、その地域は段丘上であったり谷底平野であったりする。この地域は西条層や段丘礫層に覆われるが、直線的に分布する被災地地下の岩盤には後述するような破碎帯が存在する可能性がある。

5. 被害の地質的要因の考察

震度6弱を記録した河内町、湯来町、熊野町で発生した地震災害の地質的な要因は、先述したように被災地点の分布が断層の位置と調和的であることから、断層の影響が考えられる。この場合問題となる断層は起震断層ではなく、地震波を発生させていない。しかし観測のデータは他地域より強い地震波が来たことを示しており、何らかの地震波の増幅があったと考えられる。そこで断層がどのように地盤震動に影響するかを以下に考察する。

断層が地盤震動に影響を与える要素として2つ考えられる。一つには断層が地下の岩盤に異方性をもたらすことである。広島県南部地域の岩盤のほとんどが花崗岩や流紋岩などの物性的に均質な地質であることから、断層が岩盤に異方性をもたらし、断層に沿った地震波の伝播をもたらした可能性がある。次に断層破碎帯の弾性波速度が岩盤より遅いことが重要と考えられる。船木断層や湯の山断層は断層谷としてリニアメントをなしているように、選択的に侵食を受けている。このことは断層破碎帯が厚いことが想定される。また地表部で断層が長く連続することから地下深部にも達していると推測される。そこで断層付近に地盤震動の増幅をもたらしたしくみとしては図-4のような地震波の複合が考えられる。すなわち直接震源から到達している地震波に破碎帯に沿って遅れて来た地震波が重なり、加速度が増幅したという解釈である。

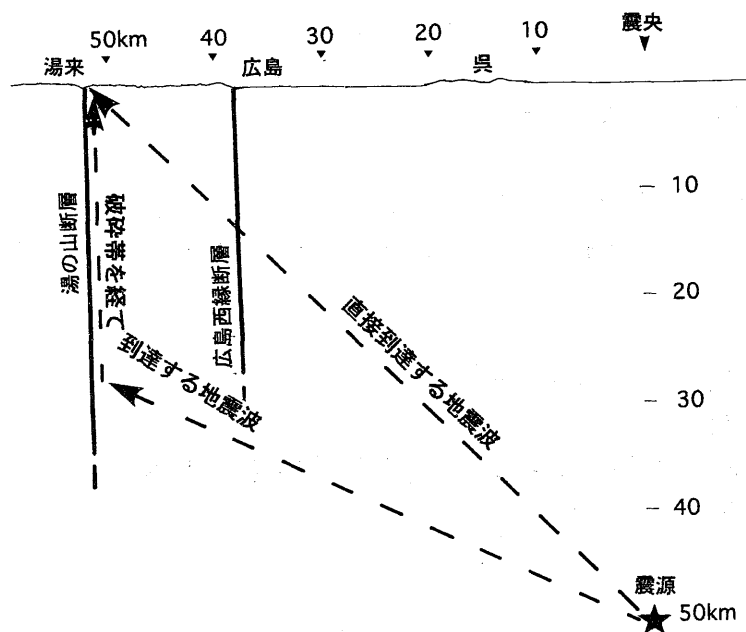


図-4 破碎帯における地震波増幅のしくみ

6. おわりに

広域的に被害が広がった芸予地震の震災の要因として、破碎帯によって地震波が増幅した可能性を述べた。しかし個々の被害の要因はいくつかの要因が複合していると考えられる。三原市の沖積地盤地域での被害では、軟弱地盤とその下位の岩盤の破碎帯が共に増幅の原因になった可能性がある。広島平野では西部に被害が多かったことから、広島西縁断層と軟弱地盤さらにはなぎさ現象が複合して地盤震動の増幅に影響した可能性がある。

引用文献

- 1) 鈴木茂之・竹宮宏和 (2001) : 鳥取県西部地震における地盤地質と地盤震動および被害の関係。2001年10月鳥取県西部地震による災害に関する調査研究, 平成12年度科学研究費補助金研究成果報告書 (代表者, 梅田康弘), 147-154.
- 2) 竹宮宏和・鈴木茂之・島袋ホルヘ・ジャンズルフィカール (2001) : 芸予地震による広島県南部の被害—被害分布と地震動特性の地形・地質からの解釈—. 土木学会中国支部第53回研究発表会発表概要集, 819-820.
- 3) 科学技術庁防災科学研究所: 強震観測網 (K-net) ホームページ.
- 4) 科学技術庁防災科学研究所: 基盤強震観測網 (KIK-net) ホームページ.