

鳥取市街地における地震動特性と鳥取地震被害についての考察

鳥取大学工学部 正会員 西田 良平 砂防エンジニアリング（株） 正会員 ○尾崎 順一  
 鳥取大学大学院 学生員 西山 浩史 鳥取大学大学院 学生員 野口 竜也

1. はじめに

表層地盤を考慮した地震波の増幅に関する研究は、1930年代の妹沢・石本の時代から始まり、強震動、弱震動、常時微動記録、震度分布と地盤構造の研究が各地域で検討されている。また東京都・神奈川県・川崎市では、都市域の地震災害の地域分布評価（サイスミックマイクロゾーニング）がなされており、局所的な地盤条件を考慮した地震動特性が詳細に求められている。しかし、このような地震動特性を検討する研究は、地方都市において少ないといえる。よって本論では、鳥取市街地における地震動特性として表層地盤の卓越周期および最大加速度、速度に着目し、1943年に発生した鳥取地震(M7.2)の被害分布との関係を考察する。また本論における空間情報の解析ツールとしてGISを用いる。

2. 対象地域の概要

鳥取市は、鳥取県の県庁所在地で人口約15万人を有しており、山陰地方東部において社会・経済活動の中核となっている。鳥取市の位置する鳥取平野は、中国山地を源とする千代川の河口に形成された沖積平野で、海拔10m以下の低地面上に自然堤防、旧河道、扇状地、氾濫平野が発達している。本論の対象地域は、鳥取平野の東方に位置し、西側の千代川と東側の久松山系に囲まれた鳥取市街地（東西2km×南北3km）である（図1）。

3. 地震被害データ

1943年9月10日に発生した鳥取地震(M7.2)は、鳥取市を中心に被害が大きく、死者1,083名、全壊家屋7,485戸、半壊6,158戸の被害をもたらした。鳥取県震災調査報告<sup>1)</sup>を参照し、木造建造物（住宅、町屋、学校、官庁）鉄骨及び鉄筋コンクリートの建築構造別に被害状況を作成した。被害状況の評価は、全壊、半壊、大破、中破、被害なしの5ランクに区分した（図2）。

4. 地盤特性の解析

非線形を考慮したSHAKEプログラムを用いて地表面の地震動特性を求め

層番号	単体体積 積算(m <sup>3</sup> )	厚さ (m)	せん断波 伝達速度(m/s)	卓越周期 (s)
1	1.8	0.4~1.1	120	9.0
2	1.8	0~11.8	180	5.0
3	1.7	0~25.5	140	9.0
4	1.8	0~12.5	200	5.0
5	1.8	0~12	200	5.0
6	1.8	0~50.5	480	5.0
7	1.8	200	700	1.0
総量	2	∞	1000	1.0

図-4 地盤モデル

る。入力地震動は、大崎の模擬地震動（1994年版）<sup>2)</sup>を使用し、震央距離R=14km、マグニチュードM=7.2とした（図3）。地盤モデルは、S波速度(Vs)=1kmを地震基盤とし、ボーリング、PS検層を参考に設定した。地質層序に対応した3~8層のモデルとなる（図4）。ここで有効歪と最大歪の比を0.65、繰り返し計算における許容誤差5%とした。

5. 考察およびまとめ

被害と最大加速度（図5）、最大速度（図6）の分布を示す。また、速度応答スペクトルのピークにおける周期を地盤の卓越周期とし、被害についてまとめた

Location of Study Area



図-1 対象地域

Distribution of Damage



図-2 被害分布

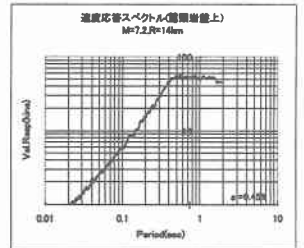
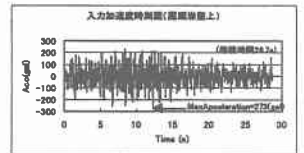


図-3 模擬地震動

ものを表1に示す。

学校について全壊を示す地点では、卓越周期が0.7secを示しており、全壊域と半壊域の境界が現れている。周期の長くなることに伴う被害の増加は見られず、逆の関係が読み取れる。最大加速度は、平均値でみると全壊が492galで最も大きく、被害なしが434galとなっている。400gal以上の加速度領域において、この差異がどの程度被害に影響するか厳密な検討をしなければならないが、大略的に最大加速度の増加に伴い被害が大きくなる傾向がみられる。最大速度は、中破の平均値が47.3kineと他に比し小さく、全体で45~55kineとなっている。全体の変化は、複雑で一様な傾向はみられない。

鉄骨及び鉄筋コンクリート建築物は、5点とも市内の中心部にある。木造建築の被害が大きい地域に分布しているが、どれも目立った被害は無かった。最も階数の高いもので4階立て(1階;1件, 2階;1件, 3階;2件, 4階;1件)であり、大正末期から昭和10年代の建築物である。地表面の卓越周期は、0.9secである。<sup>3)</sup>鉄筋コンクリート4階立てに相当する固有周期は、0.32secであり、地盤の卓越周期と建物の固有周期の違いが被害の無かった原因の一つと考えられる。最大加速度・速度は500gal・51.9kineとなっているが、兵庫県南部地震において、昭和10年代のRC構造物が意外にも高い確率で生き残ったという報告<sup>4)</sup>がある。昭和10年代の構造物は極めて丁寧な造りをしており、設計余裕度を稼いでいたとしている。対象地域の五臓焙菜局については、壁が厚く丁寧な作りであったという報告から上記の傾向がみうけられる。実際の設計耐力がどの程度であったか検討が必要であるが、鉄筋コンクリート建築物において被害が極端に少なかったことは、建物の固有周期と地盤の卓越周期の違いを考慮することで十分に説明できる。

6. おわりに

GISを用いてボーリング、被害分布などの鳥取市街地のデータベースを作成した。そして、地表面の地震動特性について、1943年に発生した鳥取地震(M7.2)の被害分布との関係を考察した。得られた結果は以下のとおりである。1)対象地域内における最大加速度が約300~700gal, 最大速度が約20~60kineとなった。2)最大加速度と学校の被害分布には相関が見られた。3)鉄筋コンクリート建築物において被害が極端に少なかった原因として、建物の固有周期と地盤の卓越周期の違いが考えられる。また、本研究においてGISを用いることによりデータ分布が容易に認識でき、データ相互間の重合化も簡便に行えることから、複雑なデータ解析に適していることが示された。

参考文献

- 1)日本建築学会：鳥取県震災調査報告，建築雑誌，2・3月合併号，pp.79-128，1944.
- 2)大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門，pp.167-214，pp.259-266，1994.
- 3)川崎市防災会議地震専門部会：川崎市地震被害想定調査報告書，pp.11-23，pp.39-58，1988.
- 4)亀田弘行：平成7年兵庫県南部地震とその被害に関する調査報告，平成6年度文部省科学研究費研究成果報告書，pp.270-285，1995.

Distribution of Damage & Calculated Acceleration

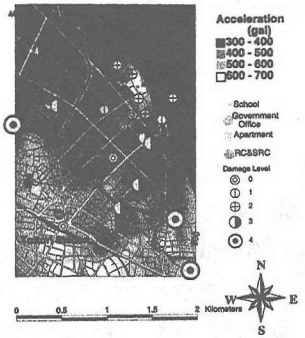


図-5 被害と加速度分布

Distribution of Damage & Calculated Velocity

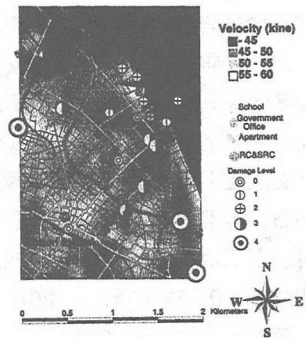


図-6 被害と速度分布

表-1 被害まとめ

種類	被害状況 (Damage Level)	戸数	卓越周期 平均(sec)	最大加速度 平均(gal)	最大速度 平均(kine)
学校	全壊(4)	3	0.7	492	50.8
	半壊(3)	5	0.9	486	49.2
	大破(2)	4	0.9	494	53.0
	中破(1)	3	1.0	429	47.3
	なし(0)	1	1.0	434	53.4
官庁	大破(2)	1	0.9	519	52.8
	なし(0)	1	0.9	488	51.2
住宅(官舎)	なし(0)	1	0.8	582	56.5
町屋	全半壊	344	1.0	474	51.1
RC&SRC	なし(0)	5	0.9	500	51.9