

3.2 強震動と地盤災害および土木構造物の被害

主要な地盤災害地点や被災した土木構造物の位置における強震動の特性を把握することを目的とし、地盤災害としては、大規模地すべりの生じた荒砥沢地域で2点、斜面崩壊により河道閉塞の生じた磐井川水系の市野々原、一迫川水系の小川原、湯湯および湯ノ倉の4地点、土木構造物として、まつるべ大橋、谷子沢大橋、赤倉大橋、焼石トンネルおよび仙台東部道路の仙台東 IC 周辺の5箇所の合計11地点で前節に示すように強震動の推定を行った。

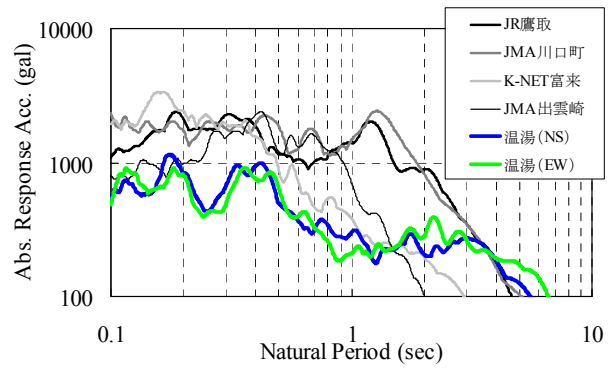
仙台東 IC を除けばいずれの地点も震源域直上であることから、まず、1995年兵庫県南部地震以降、国内に被害をもたらした地震のうち内陸のプレート内地震による震源近傍での観測記録の特性との比較を行う。次に、地盤災害地点における強震動と既往の距離減衰式による地震動強さの比較、前述のプレート内地震により得られた地盤災害地点周辺の観測記録の特性との比較を行う。最後に、土木構造物の被災地点における強震動と耐震設計で用いられている地震動との比較を行う。

3.2.1 既往の震源近傍の強震動との比較

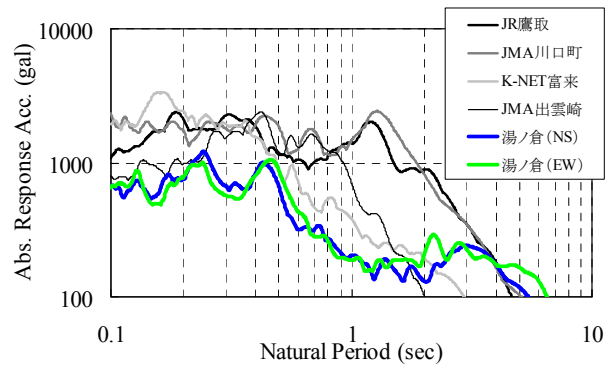
ここでは、国内に被害をもたらした地震のうち内陸のプレート内地震には、1995年兵庫県南部地震(Mj=7.3)、2004年新潟県中越地震(Mj=6.8)、2007年能登半島地震(Mj=6.9)、および2008年新潟県中越沖地震(Mj=6.8)の4地震を対象とした。震源近傍の地震動として、1995年兵庫県南部地震では震度7を観測したJR鷹取駅の記録、2004年新潟県中越地震でも震度7を観測したJMA川口の記録、2007年能登半島沖地震ではK-net富来、および2008年新潟県中越沖地震ではJMA出雲崎の記録を対象として。それら観測記録と推定した強震動の特性として加速度応答スペクトル(h=5%)の比較を図-3.2.1に示す。

これより、一迫川水系の斜面崩壊による河道閉塞が生じた3地点の記録は周期2から3秒以上の長周期側でJR鷹取やJMA川口と同程度であるが、それより短周期側で既往の観測記録より小さな値となっている。一方、震源近傍また北部の市野々原やまつるべ大橋の記録は、周期1秒より短周期側で既往の記録より大きな値を示している。特に、周期0.3秒より短周期側で10Gに及ぶスペクトル値が得られている。周期1から2秒では、JR鷹取やJMA川口の記録よりは小さいものの、他よりは大きく、周期2から3秒より長周期側では、それらと同程度の値となっている。

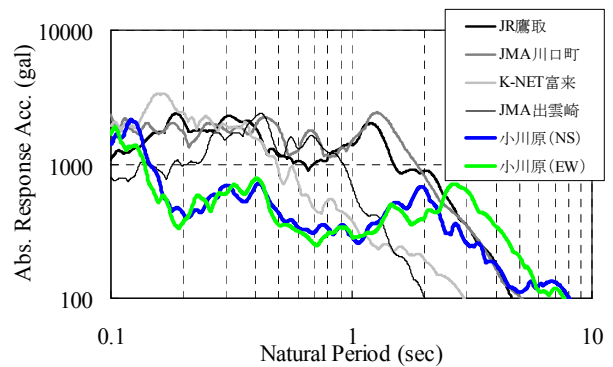
震源に近い市野々原やまつるべ大橋で推定された強震動は、周期0.3秒より短周期にて既往の観測記録を大きく上まわり、10Gに至る記録であるということが、大きな特徴と言える。



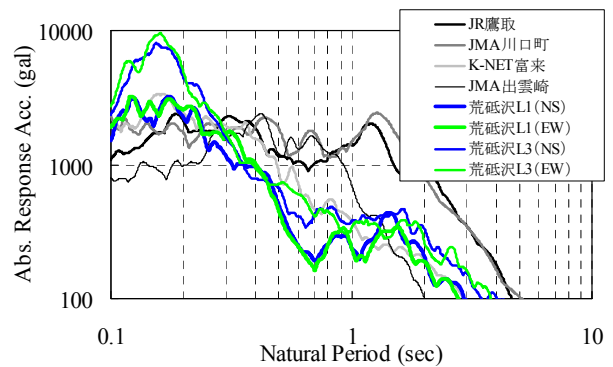
(a) 湯湯



(b) 湯ノ倉

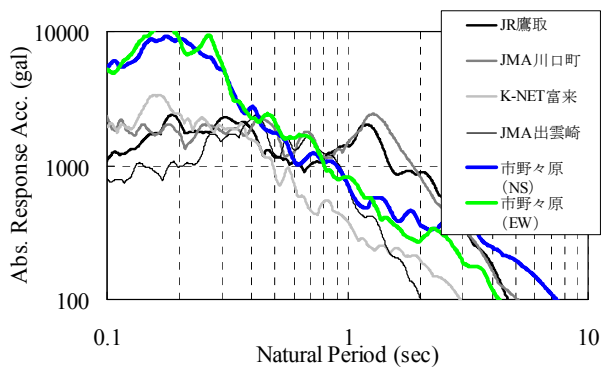


(c) 小川原

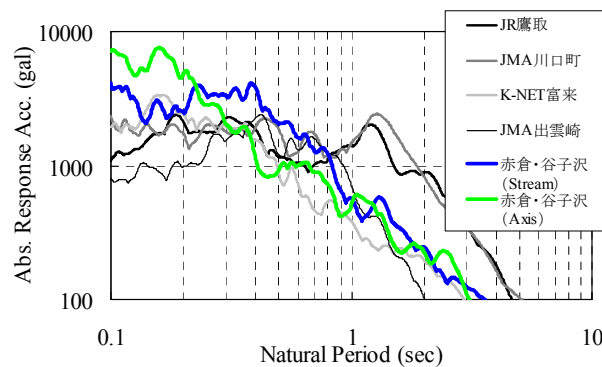


(d) 荒砥沢

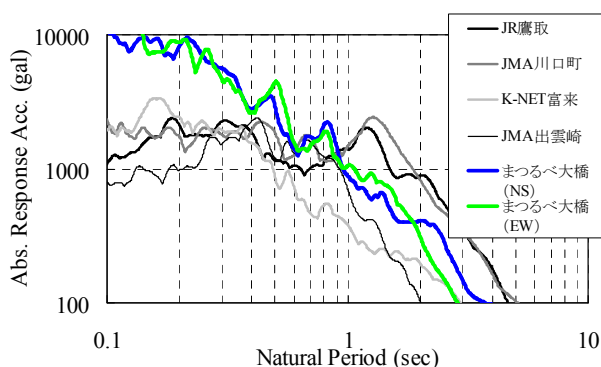
図 - 3.2.1(1) 既往の大地震による応答スペクトル(震源近傍地点)との比較



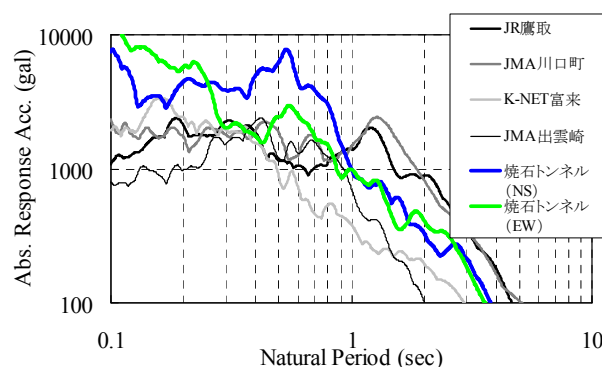
(e) 市野々原



(g) 赤倉大橋・谷子沢大橋



(f) まつるべ大橋



(h) 焼石トンネル

図 - 3.2.1(2) 既往の大地震による応答スペクトル(震源近傍地点)との比較

3.2.2 既往の地盤災害との比較

ここでは、まず、急傾斜斜面の地震危険度を評価¹⁾する際に用いられている距離減衰式²⁾より得られる地震動強さである基盤($V_s=400\text{m/s}$ 程度)上の最大加速度と河道閉塞箇所と荒砥沢の地すべり地における最大加速度の比較を図-3.2.2に示す。距離減衰式による震源距離は断層面よりの最短距離であるが、ここではその値を震源距離として算出した。震源近傍の市野々原や荒砥沢を除くと、距離減衰式による推定値は概ね推定した強震動が表層であることを加味するとその最大値と対応していることが分かる。しかし、市野々原や荒砥沢の強震動の推定値は、距離減衰式による推定値よりかなり大きな加速度となっている。

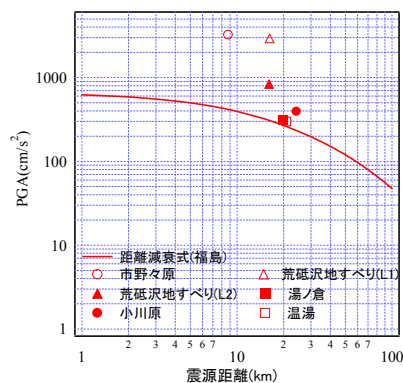
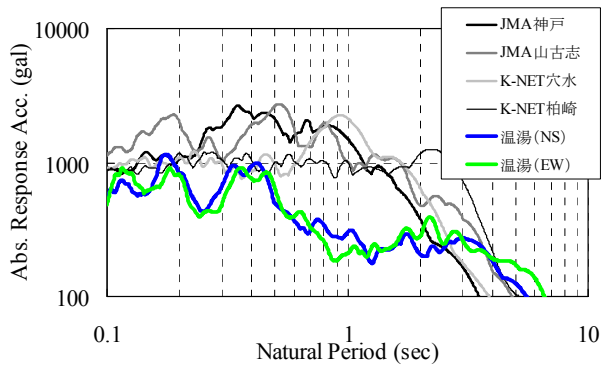


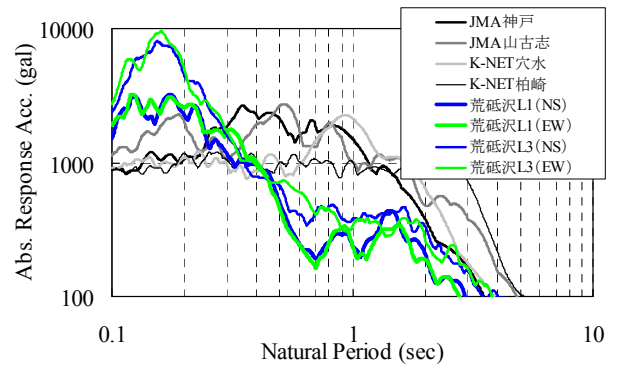
図 - 3.2.2 強震動と距離減衰式による最大加速度の推定値の比較

次に、前項で比較に用いた4つの地震について、地盤災害が生じた地域周辺の地震動として、1995年兵庫県南部地震では六甲山に近いJMA神戸の記録、2004年新潟県中越地震では斜面崩壊や河道閉塞などにより孤立した山古志村周辺のJMA山古志の記録、2007年能登半島沖地震では地盤変状による住宅被害が生じた地域周辺のK-net穴水、および2008年新潟県中越沖地震ではK-net柏崎の記録を対象として。それら観測記録と推定した強震動のうち河道閉塞が生じた4地点と荒砥沢地すべり地における2地点の特性として加速度応答スペクトル($h=5\%$)の比較を図-3.2.3に示す。

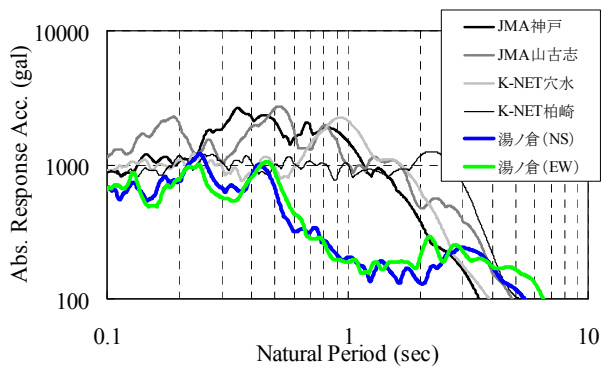
これより、市野々原のスペクトル値は、0.8秒より長周期側で既往の被災地震より若干小さな値となっているもの、それより短周期側で大きな値となっている。他、震源より南の温湯、湯ノ倉および小川原では周期2から3秒より長周期側、周期0.4秒程度より短周期側にて既往の被災地震のスペクトル値と同程度、また若干小さな値となっている。その間の周期0.4から2秒では、推定された地震動のスペクトル値は既往の被災地震のスペクトル値の5割程度と小さな値となっている。荒砥沢地すべりの2地点でも温湯などと同様な傾向があるものの、周期0.3秒より短周期側にて推定された地震動のスペクトル値が既往の地震より大きな値となっている。



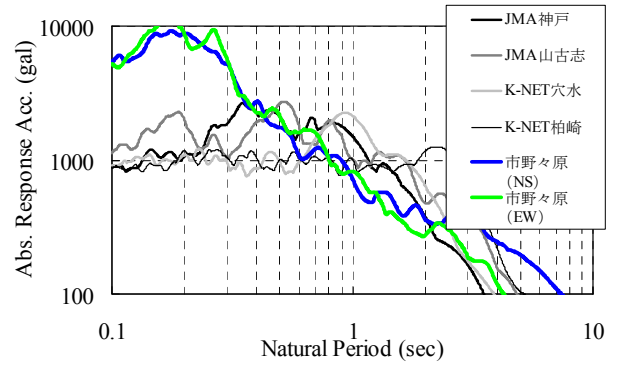
(a) 温湯



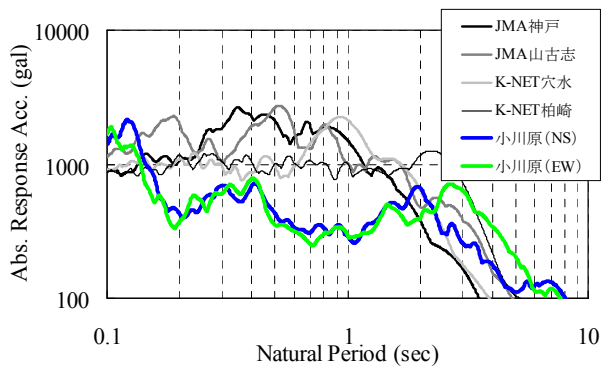
(d) 荒砥沢



(b) 湯ノ倉



(e) 市野々原



(c) 小川原

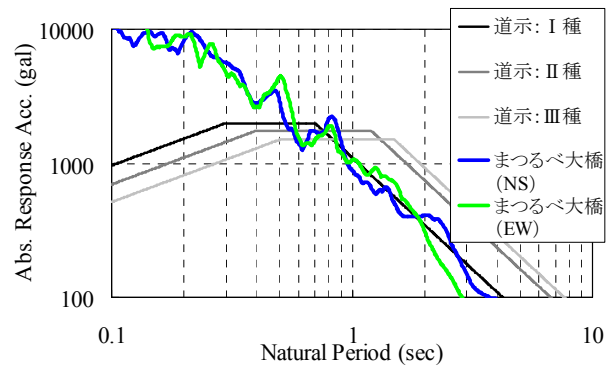
図 - 3.2.3 既往の大地震による応答スペクトル（地盤災害地点）との比較

3.2.3 土木構造物の設計地震動との比較

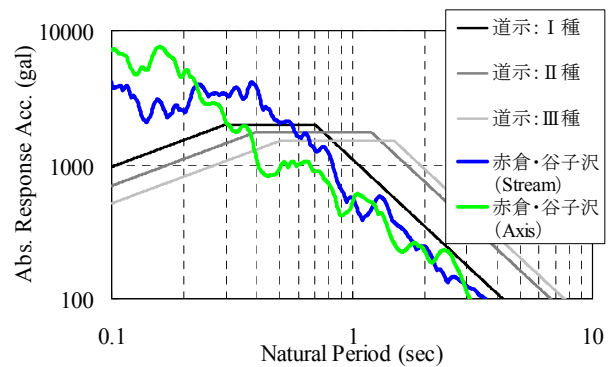
ここでは、道路橋の設計³⁾に用いられているレベル2地震動(タイプ II)の標準加速度応答スペクトルと推定した強震動のうちまつるべ大橋、赤倉大橋・谷子沢大橋および焼石トンネルの3地点の加速度応答スペクトル(h=5%)との比較を図-3.2.4に示す。ここで、レベル2地震動のスペクトルは、地盤種別に応じた3つのタイプを示している。いずれの地点も震源近傍に位置し、地盤種別は1種地盤に相当している。3地点とも、推定した強震動のスペクトルは、標準加速度応答スペクトルに比べ、周期0.7秒より長周期側で同程度、それより短周期側でかなり大きな値となっている。ここで示した標準加速度応答スペクトルはトンネルの設計に用いられる地震動はない。また、まつるべ大橋は橋脚の背後地盤の崩壊による橋梁全体の崩壊、赤倉大橋・谷子沢大橋も背後地盤の変状による橋脚の移動、基礎の変状に至っており、振動に起因する被災とはなっていない。しかし、ここで推定された周期0.7秒より短周期側で設計地震動を上まわるスペクトル特性を有する地震動が、設計で保証すべき性能に及ばず影響という観点での検証を行うことが必要であると考えられる。

参考文献

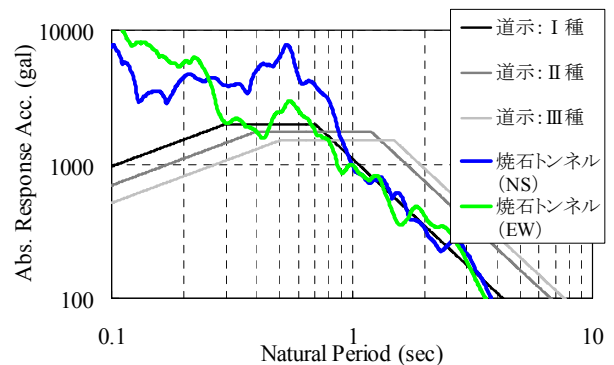
- 1) 内田太郎他、地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究、国土技術政策総合研究資料、第204号、2004。
- 2) 福島美光、田中貞二、新しいデータベースを用いた最大加速度の距離減衰式の改訂、地震学会講演予稿集 No.2、pp116、1992。
- 3) (財)道路協会、道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、2002。



(f) まつるべ大橋



(g) 赤倉大橋・谷子沢大橋



(h) 焼石トンネル

図 - 3.2.4 道路橋示方書の基準スペクトルとの比較