

地点依存性を考慮した宇部港における照査用地震動の評価について

宇部興産株式会社 正会員 ○古松 琢美
 宇部興産コンサルタント株式会社 正会員 末富 博文
 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 正会員 野津 厚

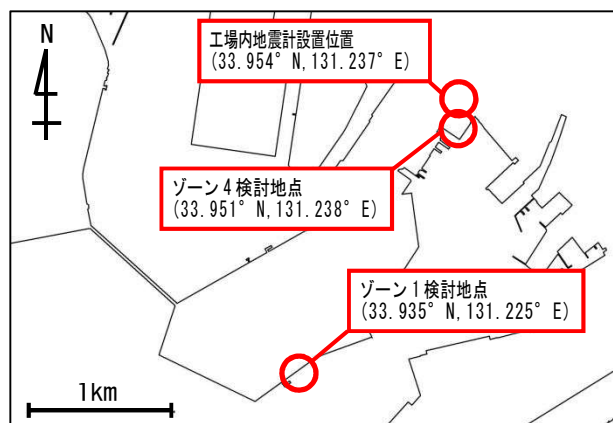


図-1 検討地点位置図

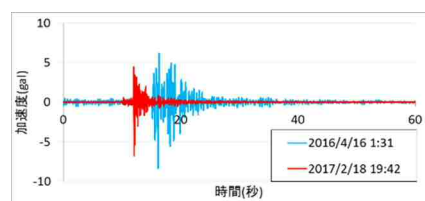


図-2 各種中小地震記録

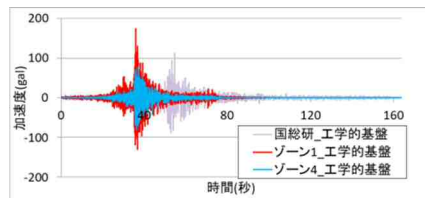


図-3 L1地震動加速度

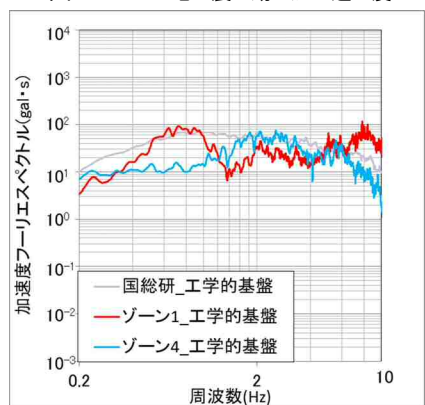


図-4 L1地震動加速度スペクトル

1. はじめに

地震動に対してはサイト特性の影響が大きいことから¹⁾、港湾施設はもちろん、工場施設の設計においても、サイト特性を考慮した適切な照査用地震動の評価が欠かせない。しかしながら、宇部港においてはこれまでサイト特性に関する十分な調査が行われておらず、国土技術政策総合研究所(以下、国総研とする)で公開²⁾されている宇部港のL1地震動は、サイト増幅特性の評価にあたり地震観測・常時微動観測とも実施されておらず、振幅・周期とも信頼性は低いと考えられる。こうした中、著者ら³⁾は、地震観測・常時微動観測に基づき、宇部港にお

けるサイト増幅特性の面的な評価を実施し、宇部港がサイト特性の異なる複数のゾーンからなることなどを明らかにした。そこで、本検討では、これらの結果を宇部港における照査用地震動に反映させるべく、地点依存性を考慮した照査用地震動の評価を行った。その際、地点依存型の照査用地震動を設定するための一つのツールとして、港湾の施設の技術上の基準・同解説¹⁾の記載内容と、そこで紹介されている計算手法を活用した。また、平成28年には地震調査研究推進本部により宇部港周辺の主要活断層の長期評価が改訂されているため、その改訂内容をL2地震動の評価に反映させた。

2. 前提条件

サイト増幅特性は末富³⁾によるものとし、宇部港の各ゾーン³⁾のうち最も低周波側が増幅されるゾーン1(座標は33.935° N, 131.225° E)と最も高周波側が増幅されるゾーン4(座標は33.951° N, 131.238° E)にて地震動の算出を行った。なお当社では地震計をゾーン4の33.954° N, 131.237° Eに設置しており、この観測波を用いて検討を行った。各地点の位置図を図-1に示す。

3. L1地震動の検討

L1地震動は国総研で公開されており、当該地震動のサイト増幅特性を各ゾーンにおけるサイト増幅特性で置換することにより求めた。また位相特性は工場内地震計によって得られた2016/04/16/01:31の地震波を使用した。当該地震波形のうちNS方向の観測波を図-2に示す。

新たに設定されたL1地震動(工学的基盤での加速度)を図-3に、地震動の加速度フーリエスペクトル(水平2成分を合成しバンド幅0.05HzのParzenウィンドウを適用したもの)を図-4に示す。国総研で公開されている宇部港のL1地震動では加速度は110gal程度であるが、新たに設定されたL1地震動は、ゾーン1では

キーワード 宇部港、レベル1地震動、レベル2地震動、菊川断層、大原湖・小郡断層帯

連絡先 〒755-8533 宇部市大字小串1978-96 宇部興産株式会社 宇部渉外部 インフラG 土木TEL 0836-31-2264

表-1 共通パラメータ

項目	値
ρ (g/cm ³)	2.7
V_s (km/s)	3.5
Q値	63.8 ^{+1.00}
破壊伝播速度(km/s)	2.8
アスペリティ分割数	$0 \times 10 \times 10$

表-2 菊川断層に関わるパラメータ

項目	アスペリティ1	アスペリティ2	アスペリティ3	アスペリティ4	アスペリティ5
破壊開始点(東経)	130.615	130.416	130.981	130.844	131.139
破壊開始点(北緯)	34.410	34.543	34.161	34.266	34.000
破壊開始点深さ(km)	16.55	14.00	15.90	13.65	13.85
走向(°)	306	306	312	312	328
傾斜(°)	90	90	90	90	90
長さ(km)	13.1	8	11.8	7.3	7.7
幅(km)	13.1	8	11.8	7.3	7.7
破壊開始点ローカル座標X	13.1	8	11.8	7.3	7.7
破壊開始点ローカル座標Y	0	0	0	0	0
地震モーメント(dyne-cm)	1.18×10^{25}	2.62×10^{25}	8.60×10^{25}	1.91×10^{25}	2.34×10^{25}
アスペリティライズタイム(s)	1.17	0.71	1.05	0.65	0.69
破壊遅れ時間(s)	8.1	0.71	23.8	17.7	31.8

表-3 大原湖・小郡断層帯に関わるパラメータ

項目	アスペリティ1	アスペリティ2	アスペリティ3	アスペリティ4
破壊開始点(東経)	131.350	131.437	131.545	131.693
破壊開始点(北緯)	34.015	34.153	34.226	34.322
破壊開始点深さ(km)	15.80	13.55	15.00	13.05
走向(°)	27	27	52	52
傾斜(°)	90	90	90	90
長さ(km)	11.6	7.1	10	6.1
幅(km)	11.6	7.1	10	6.1
破壊開始点ローカル座標X	11.6	7.1	10	6.1
破壊開始点ローカル座標Y	0	0	0	0
地震モーメント(dyne-cm)	8.32×10^{25}	1.85×10^{25}	5.29×10^{25}	1.18×10^{25}
アスペリティライズタイム(s)	1.04	0.63	0.89	0.54
破壊遅れ時間(s)	16.7	10.8	6.2	0

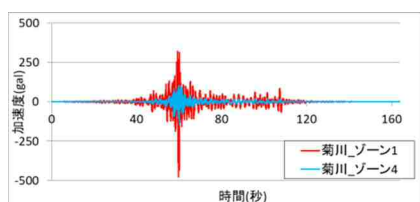


図-5 菊川断層地震動加速度

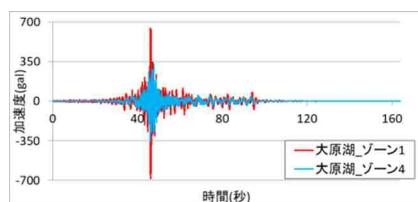


図-7 大原湖・小郡断層帯地震動加速度

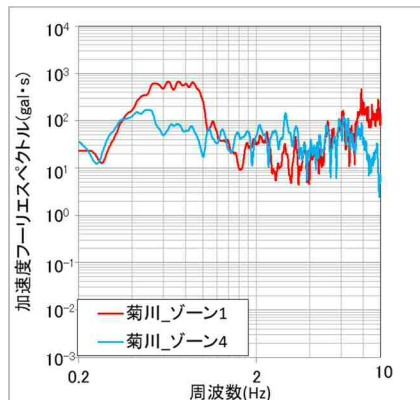


図-6 菊川断層加速度スペクトル

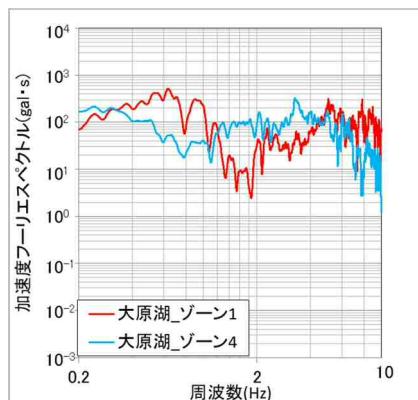


図-8 大原湖・小郡断層帯スペクトル

用地震動を用いることにより、地震動の卓越周期を避けるような構造上の工夫が可能になるなど、設計最適化、設備投資最適化、投資効果最大化につながることを期待できる。

謝辞 本検討を行うにあたり、防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET)の記録を利用させていただきました。

参考文献 1) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，2007年。2) 国土交通省 国土技術政策総合研究所：港湾研究部 港湾施設研究室ホームページ，<http://www.ysk.niml.go.jp/kakubu/kouwan/sisetu/sisetu.html>。3) 末富博文，古松琢美，野津厚：地震観測・常時微動観測に基づく宇部港におけるサイト増幅特性の評価，土木学会第73回年次学術講演会，2018年。4) 野津厚，菅野高弘：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法-因果性と多重非線形効果に着目した改良-，港湾空港技術研究所資料No.1173，2008年。

170gal，ゾーン4では80galとなった。また加速度フーリエスペクトルについては，国総研で公開されている宇部港のL1地震動は0.6Hzから6Hzまでなだらかなピークを有しているのに対し，新たに設定されたL1地震動は，サイト増幅特性に対応して，ゾーン1では0.8Hz付近，ゾーン4では2.4Hz付近にピークを有している。

4. L2地震動の検討

L2地震動は宇部地区に大きな被害をもたらすと考えられる菊川断層，大原湖・小郡断層帯について検討を行った。両断層による地震動を検討するにあたり，共通のパラメータを表-1に，個々の断層に係るパラメータを表-2，表-3に示す。地震動の算定方法は野津・菅野⁴⁾によった。また中小地震記録は2017/2/18/19:42の地震波を使用した。当該地震波形のうちNS方向の観測波を図-2に示す。

工学的基盤での加速度を図-5，図-7に，加速度フーリエスペクトルを図-6，図-8に示す。菊川断層に対し，最大加速度は，ゾーン1では480gal，ゾーン4では150galとなった。大原湖・小郡断層帯に対し，最大加速度はゾーン1では690gal，

ゾーン4では350galとなった。これはサイト増幅特性の差によるものであると考えられる。また加速度フーリエスペクトルは，ゾーン1では0.4-0.8Hz付近にピークがあるのに対し，ゾーン4では3Hz付近に弱いピークが見られる。これらはサイト増幅特性の影響であると考えられる。

5. まとめ

本研究では宇部港におけるサイト特性の調査結果を照査用地震動に反映させることを目的とし，新たな照査用地震動の評価を行った。本研究成果を用いることにより，宇部港の港湾施設はもとより，工場施設にお

いても，サイト特性を考慮した照査