

地震観測記録を活用した宇部港におけるレベル2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
 国立研究開発法人 港湾空港技術研究所 正会員 野津 厚



図-1 地震計設置位置

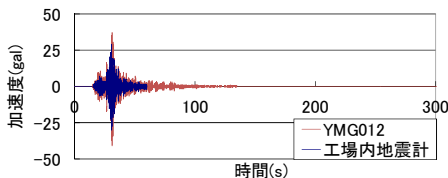


図-2 NS方向加速度

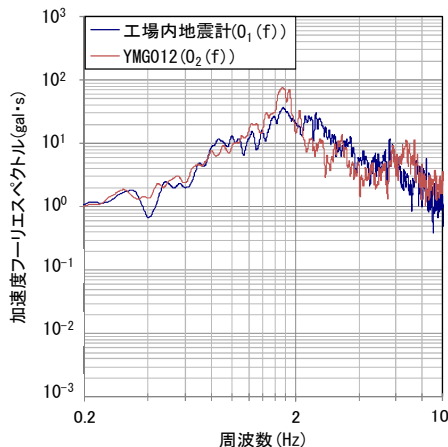


図-3 加速度フーリエスペクトル

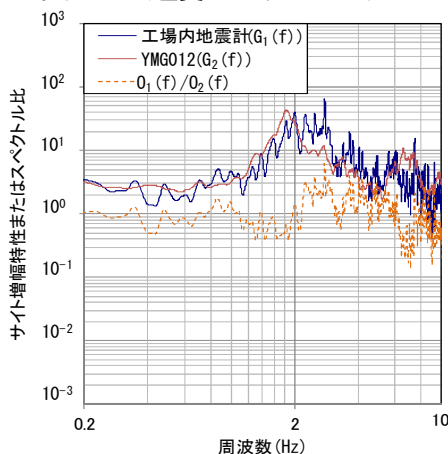


図-4 サイト増幅特性 スペクトル比

1. はじめに

港湾の施設の技術上の基準・同解説¹⁾(以下、港湾基準とする)においては、レベル2地震動は実測値等をもとに時刻歴波形を適切に設定するものとされている。しかし宇部港では実測値を得るための公的な設備が整えられておらず、レベル2地震動の時刻歴波形が設定できない状況であった。そこで本研究では、地震時の操業停止の判断のために当社工場内に設置されている地震計(以下、工場内地震計とする)から得られた地震動の実測値をもとに具体的なレベル2地震動の時刻歴波形を設定することとした。

2. 波形算定に用いる地震動の概要

工場内地震計は N:33.954° , E:131.237° に設置されている。波形算定に用いる地震動は工場内地震計で初めて地震動の実測に成功し、K-NET 宇部(以下 YMG012 とする)でも実測値が得られた2014年3月14日2時7分に発生した伊予灘沖を震源とする地震とした。工場内地震計と YMG012 の設置位置を図-1 に示す。

それぞれの地震計で観測された NS 方向の加速度を図-2 に示す。工場内地震計においては最大加速度が約 30gal だったのに対し、YMG012 では約 40gal であった。なお、地震計の観測時間は機器の設定からそれぞれ 60s、135s であった。

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-3 に示す。YMG012 での加速度フーリエスペクトル $O_2(f)$ では 1.8Hz 付近に鋭いピークが見られるのに対し、工場内地震計での加速度フーリエスペクトル $O_1(f)$ では 1.6Hz~3.0Hz までになだらかなピークが得られている。

3. 宇部港におけるサイト増幅特性

震源が同一であること、観測点間の距離が近いことから震源特性と伝播経路特性は同一とすると、式(1)が得られる。

$$G_1(f) = O_1(f) / O_2(f) \cdot G_2(f) \cdots (1)$$

ここで、工場内地震計および YMG012 でのサイト増幅特性は $G_1(f)$ 、 $G_2(f)$ とする。

それぞれの地震計設置位置での地震基盤面～地表面までのサイト増幅特性およびスペクトル比を図-4 に示す。なお YMG012 のサイト増幅特性 $G_2(f)$ は野津・長尾²⁾を参照した。

$G_2(f)$ では 1.8Hz 付近の成分波が極端に増幅されやすい傾向にある一方で、 $G_1(f)$ では 1.8Hz~3.0Hz にわたる幅広い成分波が増幅される傾向にある。

キーワード 宇部港, レベル2地震動, 港湾の施設の技術上の基準・同解説, サイト増幅特性, 大原湖断層帯

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 TEL 0836-31-2111



図-5 検討対象岸壁

表-1 土質データ

土質	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	平均N値	せん断波速度 (m/s)
礫混砂質土	2.50	1.73	2	100.80
礫混砂質土	2.70	1.73	4	127.00
シルト混砂	3.60	1.84	2	105.60
砂	4.80	1.84	9	166.40
礫混粘土	0.90	1.43	10	215.40
砂礫	2.50	1.84	36	262.90
砂岩	5.90	2.50	48	290.70
古洞	1.40	1.84	13	188.10
頁岩	-	2.69	50	300.00

表-2 パラメータ設定

項目	値	項目	値
断層諸元		共通	
断層長さ(km)	20	ρ (g/cm ³)	2.7
幅(km)	20	Vs(km/s)	3.5
面積(km ²)	400	Q値	63.8 ^{1.00}
地震モーメント(dyne-cm)	7.60 × 10 ²⁵	破壊伝播速度(km/s)	2.8
		アスペリティ分割数	10 × 10 × 10
アスペリティ1		アスペリティ2	
破壊開始点(東経)	131.342	破壊開始点(東経)	131.342
破壊開始点(北緯)	34.03	破壊開始点(北緯)	34.03
破壊開始点深さ	14	破壊開始点深さ	14
アスペリティ面積(km ²)	64	アスペリティ面積(km ²)	24
長さ(km)	8.0	長さ(km)	4.9
幅(km)	8.0	幅(km)	4.9
破壊開始点ローカル座標X	8.00	破壊開始点ローカル座標X	-6.13
破壊開始点ローカル座標Y	0.00	破壊開始点ローカル座標Y	-1.55
走向	29	走向	29
傾斜	90	傾斜	90
地震モーメント(dyne-cm)	2.74 × 10 ²⁵	地震モーメント(dyne-cm)	6.1 × 10 ²⁴
アスペリティライズタイム(s)	0.71	アスペリティライズタイム(s)	0.44
破壊遅れ時間(s)	0	破壊遅れ時間(s)	0

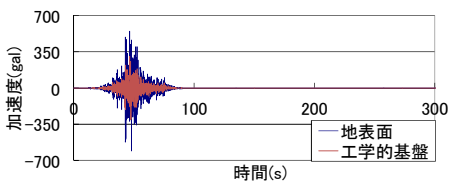


図-6 大原湖断層帯による時刻歴波形

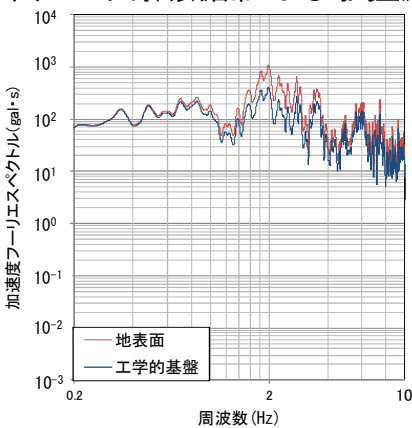


図-7 大原湖断層帯による加速度フーリエスペクトル

4. 宇部港のレベル2地震動

地震観測結果をもとに、港湾基準に基づいて宇部港におけるレベル2地震動の検討を行った。本研究では山口県発表資料³⁾により宇部市に最大の震度をもたらすとされている大原湖断層帯を対象とした地震動の算定結果を示す。なお算定方法は野津・菅野⁴⁾によった。

(1) 検討地点

検討は工場内地震計の最寄岸壁である宇部興産1号岸壁(N: 33.951°, E: 131.238°)を対象として行った。工場内地震計設置位置と検討対象岸壁の位置図を図-5に、工学的基盤への波形引き戻しに用いた土質データを表-1に示す。なお、せん断波速度の算出方法は道路橋示方書・同解説⁵⁾によった。また、山口県発表資料³⁾および港湾基準¹⁾により、地震動算定に用いる各種パラメータを表-2の通り設定した。

(2) 検討結果

地表面および工学的基盤における時刻歴波形を図-6に示す。地表面における最大加速度は約610galであるのに対し、工学的基盤での最大加速度は約310galであった。

また、地表面および工学的基盤における加速度フーリエスペクトルを図-7に示す。地表面におけるスペクトルのピークは2.0Hzとなっており、工学的基盤におけるピークも同一である。スペクトル形状そのものはほとんど変化がなく、工学的基盤～地表面での波形増幅効果は周波数特性にはあまり影響していないことがわかる。

5. まとめ

本研究では工場内地震計で観測された地震動をもとに宇部港におけるレベル2地震動の算定を行った。本研究結果

を応用すれば、宇部港において様々な断層を震源とするレベル2地震動の時刻歴波形の算出が可能となる。またわが国の臨海部に立地する企業の中には、地震時の操業停止の判断のために地震計を設置している企業も少なくないと考えられる。それらの地震計による記録を活用すれば、精度の良い照査用地震動の算出に資すると考えられる。

本研究を行うにあたり、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。記して感謝いたします。

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) 野津厚，長尾毅：スペクトルインバージョンに基づく全国の港湾等の強震観測地点におけるサイト増幅特性，港湾空港技術研究所資料 No.1112，2005年。
- 3) 山口県：山口県地震被害想定調査報告書，2008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。
- 5) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説(V耐震設計編)，2012年。