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

宇部興産コンサルタント株式会社　正会員　○末冨　博文
宇部興産株式会社　正会員　古松　琢美
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

１．はじめに

港湾の施設の技術上の基準・同解説[1)]では地震観測等に基づいて地点毎のサイト特性を評価することが推奨されているが，宇部港では地震動の実測値を得るための公的な地震観測設備が整えられていない．一方，宇部港に主要工場群を構える宇部興産(株)では工場内に地震計[2)]を設置しており（33.954° N，131.237° E），先行研究[2)]以降，記録の蓄積が進んでいる．そこで本検討では，新たな記録を加え，地震計設置地点におけるサイト増幅特性を改めて評価した．また，常時微動観測を面的に実施し，上記のサイト増幅特性の適用範囲を検討するとともに，地震計の設置されていないゾーンにおけるサイト増幅特性を推定した．

２．地震観測記録に基づくサイト増幅特性の評価

工場内地震計で得られた記録を**表-1** に示す．工場内地震計と K-NET 宇部での記録のフーリエスペクトルとそれらの比を**図-1** に示す．取得されている記録は，深いスラブ内地震の記録や浅い内陸地殻内地震の記録など様々であるが，スペクトル比は比較的ロバストであり，2Hz 弱では 1 より小さい値を示し，2Hz 強では

表-1　工場内地震計で得られた記録（計測震度相当値は工場内地震計の記録から算定）

番号	年月日	時分	震央地名	深さ (km)	M	震央距離 (km)	計測震度相当値	備考
EQ1	2014/03/14	2:06	伊予灘	78	6.2	67	3.5	
EQ2	2015/07/13	2:52	大分県南部	58	5.7	121	2.4	
EQ3	2016/04/14	21:26	熊本県熊本地方	11	6.5	140	2.4	熊本地震前震
EQ4	2016/04/15	0:03	〃	7	6.4	146	1.9	
EQ5	2016/04/16	1:25	〃	12	7.3	141	3.6	熊本地震本震
EQ6	2016/04/16	1:30	〃	11	5.3	153	2.1	
EQ7	2016/04/16	1:46	〃	11	5.9	125	2.6	
EQ8	2016/10/21	14:07	鳥取県中部	11	6.6	287	1.6	
EQ9	2017/02/18	19:42	周防灘	12	3.7	13	1.2	

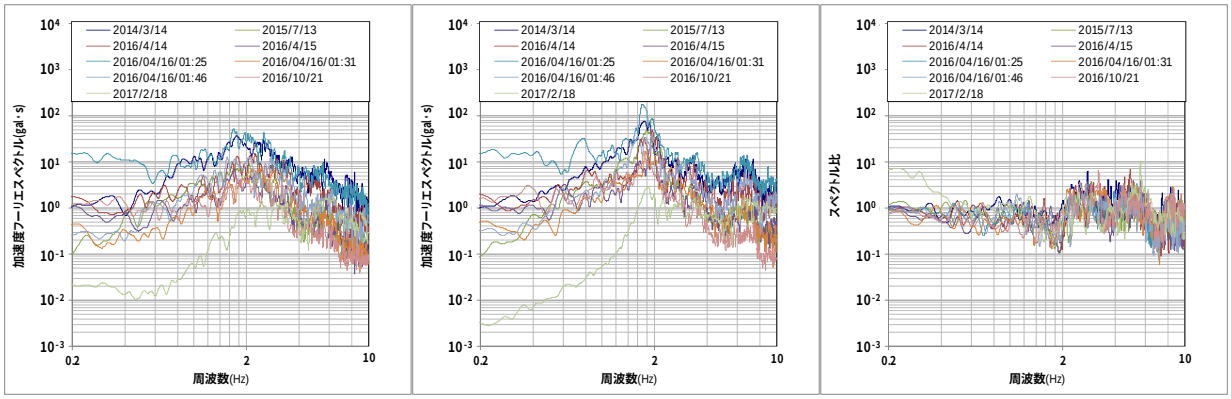

図-1　（左）工場内地震計で得られた記録のフーリエスペクトル．（中）同じ地震における K-NET 宇部観測点での記録のフーリエスペクトル．（右）フーリエスペクトル比（工場内地震計/K-NET 宇部）．フーリエスペクトルは水平 2 成分の自乗和平方根でバンド幅 0.05Hz の Parzen ウインドウを適用．

キーワード　宇部港，常時微動，ゾーニング，サイト増幅特性
連絡先　〒759-0206　山口県宇部市大字東須恵 3897-2　宇部興産コンサルタント株式会社　設計部　TEL　0836-44-1451

1 より大きい値を示す．規模が小さいため低周波側が十分な精度で観測されていない 2017/2/18 の記録を除外し，スペクトル比の平均値を求め，K-NET 宇部におけるサイト増幅特性[3]に乗じることにより，工場内地震計でのサイト増幅特性を求めた．前回検討と比較すると，全体的な増幅傾向は同様であるが，よりなだらかな形で 2.4Hz 付近にピークが得られた（**図-2**）．

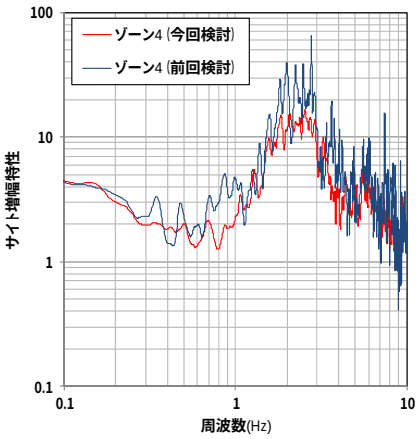

図-2　工場内地震計でのサイト増幅特性

３．常時微動観測によるゾーニング

宇部港内の主要工場群での対象 64 地点（**図-3**）で常時微動観測を行った（工場内地震計は地点 55）．観測地点は工場の立地する区域の外周に沿って原則 250m 間隔で設定した．常時微動観測データは工場の操業等の影響を受けているものもあったが，H/V スペクトルのピーク周波数は明瞭に出ている地点が多く，ピーク周波数の空間的な分布を明らかにするには十分なデータと判断した．代表的な地点の常時微動 H/V スペクトルを**図-4** に示す．地点 55 の常時微動 H/V スペクトルは 2.4Hz 付近に明瞭なピークがあり，地震計記録から得られたサイト増幅特性と良く整合している．しかし，より低周波側にピークのある地点も多く，地震計設置地点のサイト増幅特性を利用できるエリアは限定的であると判断された．常時微動 H/V スペクトルのピーク周波数に着目し，4 つのエリアにゾーニングし，0.8～1.2Hz をゾーン 1，1.2～1.8Hz をゾーン 2，1.8～2.3Hz をゾーン 3，2.3Hz～をゾーン 4 とした（**図-3**）．地震計の設置されていないゾーンにおけるサイト増幅特性は文献 4)の方法で推定した（**図-5**）．

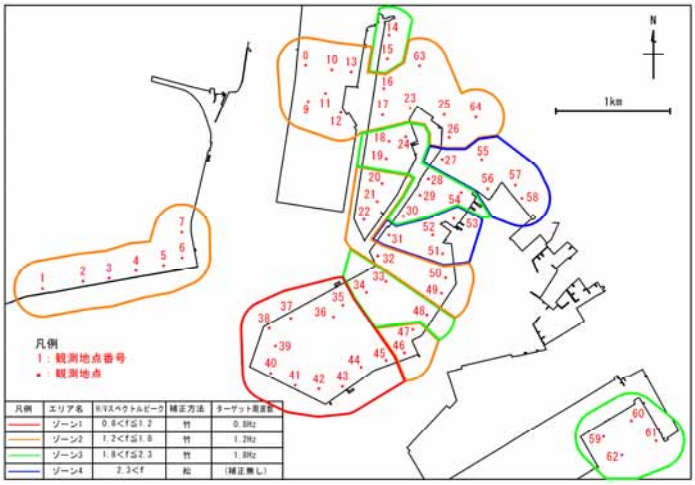

図-3　常時微動観測地点の配置およびそれに基づくゾーニング

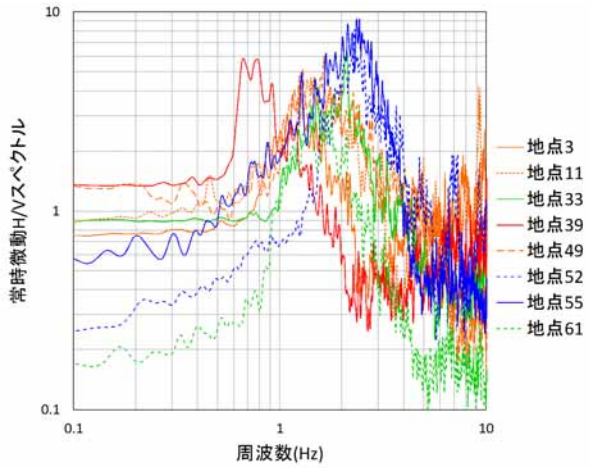

図-4　各地点の常時微動 H/V スペクトル

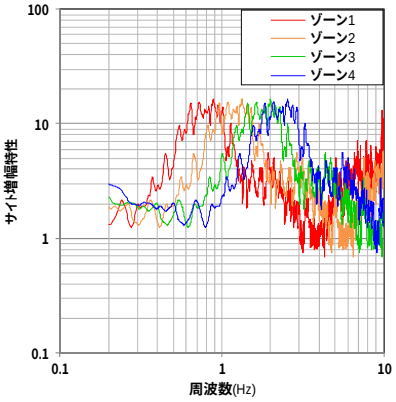

図-5　各ゾーンでのサイト増幅特性

４．まとめ

今回の検討では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が明らかになった．今後は本検討結果を照査用地震動の評価，港湾施設等の重要設備の設計に活用していく予定である．

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) 古松琢美，野津厚：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，土木学会中国支部研究発表会，2015 年．3) 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．4) 長尾毅，平松和也，平井俊之，野津厚：高松港における被害地震の震度再現に関する研究，海洋開発論文集 Vol.22，2006.