

港湾地域強震観測の経緯と現状

野津 厚¹⁾

1) 非会員 独立行政法人港湾空港技術研究所, 横須賀市長瀬 3-1-1, nozu@pari.go.jp

1. 観測の経緯

港湾地域強震観測は 1962 年に開始され, その年度に京浜港, 清水港, 名古屋港, 神戸港, 鹿児島港など計 11 台が設置された¹⁾. これらは強震測定委員会が開発した SMAC-B2 型強震計であった. 港湾における最初の強震記録は 1963 年 3 月 27 日に越前岬沖で発生した地震を名古屋港で観測したものである. 以来, 強震計の維持管理を主に港湾建設局等の機関が実施し, 記録の解析を港湾技術研究所が担当するという形で観測が進められてきた.

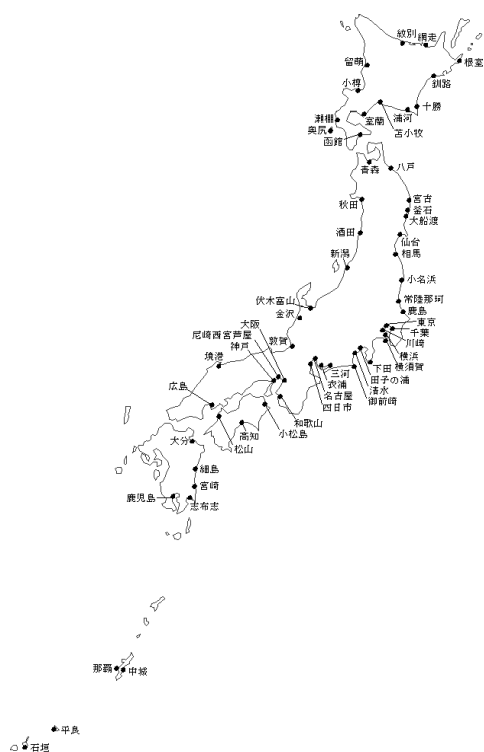


図 1 現在の観測網

SMAC-B2 型強震計の設置と並行して, 港湾における観測 (例えばボアホールでの観測) により適した強震計の開発が進められた. その結果, 電磁式でオシログラフに記録の得られる ERS-B,C,D 型や, デジタル式の ERS-F,G 型が開発された. 各々の強震計の詳細は他の資料^{例(2),(3)}を参照していただきたい. 最近では, やはりデジタル式の SMAC-MDU 型も導入されている.

図 1 に現在の観測網を示す. 2003 年 9 月現在では全国 60 の港湾に 104 台の強震計が設置されている. この観測網は現在すべてデジタル式強震計で構成さ

れている. SMAC-B2 型強震計は 2003 年 2 月を最後に姿を消した.

2001 年 4 月には港湾技術研究所を母体として独立行政法人港湾空港技術研究所と国土技術政策総合研究所 (の一部) が誕生したが, このうち港湾空港技術研究所は電話回線によるデータの収集と保管, 計器補正, 強震観測年報の刊行などを, 旧港湾技術研究所から引き継いで実施している. 一方, 国土技術政策総合研究所はウェブ・サイトを開設し, データ提供の窓口となっている.

2. 主な記録

1968 年 5 月 16 日に発生した十勝沖地震では東北から北海道にかけての広い地域で強震記録が取得された. このうち八戸港の記録 (いわゆる八戸波) は当時の代表的な強震記録であり, 現在でも高層建築物の耐震設計に利用されることが多いようである. ただし, 八戸波に含まれる周期 2.5s の顕著な成分は, 八戸港における深い地下構造の影響であることが現在では明らかにされているので^{例(4)}, 八戸港とは地下構造の異なる他のサイトにおける設計用入力地震動として, 八戸波が適しているとは思われない.

港湾地域ではしばしば地盤の非線形挙動の影響を受けた記録が得られる. その一例として, 1993 年 1 月 15 日に発生した釧路沖地震では, 釧路港の地表と地中で同時記録が得られたが, このときの地表の記録にはサイクリックモビリティの影響が明瞭に現れていた (図 2)⁵⁾. この記録は, 例えば, 地中の記録を入力した有効応力解析により地表の記録を再現するといった形での利用がなされ, 有効応力解析の信頼性向上におおいに寄与した.

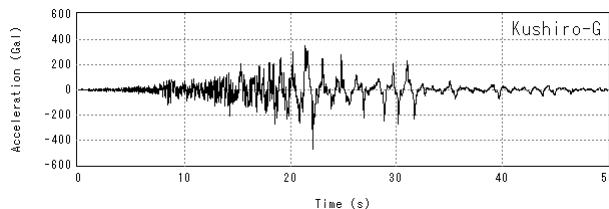


図 2 1993 年釧路沖地震の地表記録

3. ウェブ・サイト

港湾地域強震観測の 1960 年代から今日に至るまでのすべてのデジタルデータは国土技術政策総合研究所のウェブ・サイト (www.yk.nilim.go.jp) から入手できる. ウェブ・サイトには「記録検索」「地点情報」「計器特性」「デジタル化と補正」などのメニューが用意されている. 図 3 は記録検索画面である. 観測

地点，検索期間，震源位置，マグニチュード，最大加速度等をキーとして記録を検索できる．ダウンロードできるデータにはオリジナル波形，補正波形，SMAC-B2 相当波形の 3 種類がある．ここにオリジナル波形とは，アナログ式強震計の場合，数字化後に計器特性補正以外の補正をすませた波形，デジタル式強震計の場合，ゼロ線補正のみを行った波形のことである．補正波形とは，計器特性に関する補正を行った上で，SN 比の十分でない低周波成分をハイパスフィルタにより削除した波形，SMAC-B2 相当波形とは，SMAC-B2 型強震計による記録と比較可能なように周波数成分を調整した波形である．それらの波形を求めた際の詳しい手順については同じウェブ・サイトの「数字化と補正」のところを参照していただきたい．観測にまつわるエピソードの数々を収録した「港湾地域強震観測物語」も標記ウェブ・サイトで閲覧することができる．



図 3 記録検索画面

4. 港湾以外の分野での活用方法の提案

港湾地域強震観測は，港湾構造物の被害原因の究明と，各港湾の地震動特性の把握を第一義的な目的としている．しかし，その記録は，港湾以外の分野においても，K-NET の記録とはまた別な意味で，有効に利用していただけるものと考えている．その一つとして，ここではサイト増幅特性の把握という観点からの活用を提案する．

港湾は，当然ではあるが，都市の最も海寄りに位置しているため，都市の中で最も堆積層の厚い場所に位置している可能性が高い．従って，地下構造情報が十分でない都市において，周期数秒の地震動増幅特性の上限値を知りたいというような場合には，港湾の記録にも注目していただきたいと考えている．

その一例として，旧清水市内で種々の機関が取得した強震記録にスペクトルインバージョン⁶⁾を適用し，地震研究所の観測点（岩盤）に対する相対的な

サイト増幅特性を求めた結果を図 4 に示すが，周期数秒の帯域では，港湾の観測点が最大の増幅特性を示すことがわかる．図 4 の結果から，旧清水市の地下には，周期数秒の地震動を増幅させる堆積層の存在が推定されるが，これは旧清水市が M8 クラスの想定東海地震の震源近傍に位置しているという事実と組み合わせて考えると，かなり深刻な結果である．当該地域の地下構造探査を早急に進める必要がある．

表 1 解析に使用した観測点

本稿での略称	設置主体	観測地点名	東経	北緯	機種
ERI	東京大学地震研究所		138.442	35.018	SMAD-3M
K-NET	防災科学技術研究所	K-NET清水	138.479	35.038	K-NET95
JMA	気象庁		138.488	35.013	95型震度計
BRI	建築研究所		138.494	35.009	
HND	国土交通省	清水日の出-U	138.483	35.000	SMAC-MDU
KJO	旧運輸省	清水工場-S	138.501	34.991	SMAC-B2
MHO	旧運輸省	清水美保-S	138.522	35.001	SMAC-B2
同上	国土交通省	清水-G	138.522	35.001	ERS-GV

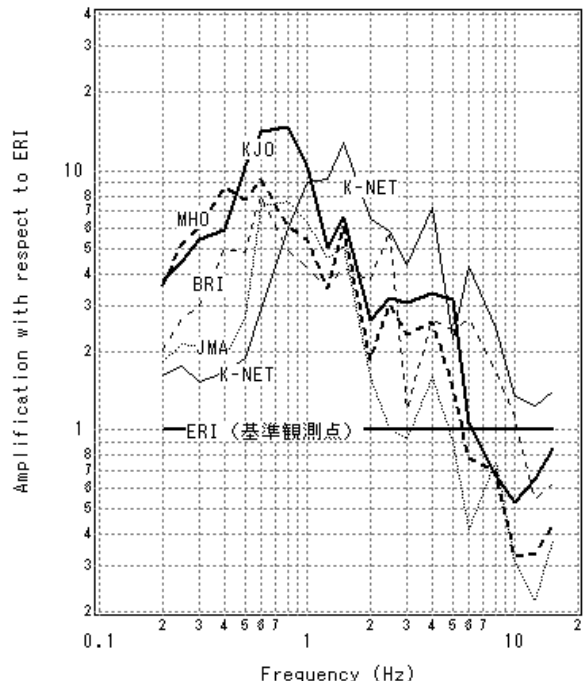


図 4 スペクトルインバージョンの結果

謝辞

本稿では東京大学地震研究所，防災科学技術研究所，建築研究所および気象庁の記録を利用させていただきました．記して謝意を表します．

参考文献

- 1) 土田肇：港湾地域強震観測の現状と成果，港湾技術研究所講演会講演集，pp.127-195，1979．
- 2) 井合進・倉田栄一・土田肇：強震記録の数字化と補正，港湾技研資料 No.286，1978．
- 3) 野津厚・佐藤陽子・深澤清尊・佐藤泰子・菅野高弘：港湾地域強震観測年報（2001），港湾空港技術研究所資料，No.1054，2003．
- 4) 工藤一嘉：強震動予測を中心とした地震工学研究のあゆみ，地震 2，46，pp.151-159，1993．
- 5) Iai, S., Morita, T., Kameoka, T., Matsunaga, Y. and Abiko, K.: Response of a dense sand deposit during 1993 Kushiro Oki earthquake, *Soils and Foundations*, Vol.35, No.1, pp.115-132, 1995.
- 6) 岩田知孝・入倉孝次郎：観測された地震波から震源特性，伝播経路特性及び観測点近傍の地盤特性を分離する試み，地震 2，39，pp.579-593，1986．