

第 I 部門

観測できていない強烈な衝撃的鉛直地震波動について (その1)

— 観測されない強烈な初期鉛直波動 —

地球システム総合研究所 正会員 ○前原 博

大阪市立大学名誉教授 フェロー 園田恵一郎

山口大学名誉教授 フェロー 宮本 文穂

1. はじめに

2011.3.11 の巨大地震の津波による、原発事故の発生に触発されて、衝撃的鉛直地震動現象の問題を見直し、その翌年からこの現象について発表を始めました。地震計ではこれ迄に正確には、この特殊な鉛直波は観測できていないので、海震の疎密波での船舶破壊の事例、歴史的な海震度階級表、構造物の破壊事例および体験証言を中心に、問題の存在を提起する発表をしています。最近ではその効果が徐々に浸透してきています。

しかしながら、耐震関連の方々には地震波形のみを重視する風潮が根強く、理解が及びにくい状況があります。そこで強烈な衝撃的鉛直地震波動が、なぜ地震計で正確には観測できていないのか、という点に課題の焦点を当てました。これまでの研究成果¹⁻⁴⁾からは、この問題の波は通常の地震波とは異なり、1.高周波で、2.局在波で、しかも3.破壊力を持つ特徴が、その観測を困難にしていることが分かってきました。さらに波の発生時期と形態が変化に富むことや、発生原因が未解明なことも、実態の把握を難しくし、この問題の波の存在を気付かせ難くしています。

このように複雑な特性の現象が対象の課題なので、一言では説明し難く、それを3回(当会、土木・全国大会、地震・秋季大会)に分けて述べることにします。まず、本稿では地震発生の初期に着目して、1.高周波の特性を念頭に置いて、この波が捉えにくい実態を述べます。

2. 体験証言と合わない記録波形(波形はUD波形を抜粋表示)

地震計の記録に対する疑念の発端は、兵庫県南部地震(1995, M7.3)の経験にあります。図1は初期上下動に関する証言・約800件を纏めた文献⁵⁾の結果で、地震の初期に衝撃的上下動を示唆する「(ドンと)突き上げられた揺れ」を感じた証言は54.3%になっています。筆者の一人も初期の突き上げ力を感じましたが、後日公表された地震計の記録には、図2, 3のように、地震初期に大きな突き上げ力に匹敵する波の記録はありません。これが地震計の記録に“不確かさ”の疑念を抱かせ、さらに現場で多くの上下動によると見られる破壊事例を直接観察できたことが、地震計への疑念を確信的なものにしました。

明確な体験証言や事象等がある地震の例は、新潟県中越地震(2004, M6.8), 東日本太平洋沖地震(2011, M9.0), 熊本地震(2016, M7.3)等で事例があります。

図4は新潟県中越地震での山古志村竹沢の記録波形です。証言⁶⁾にある“人も家中の物も飛び上がったような”波形の記録は地震の初期にはありません。図5は東日

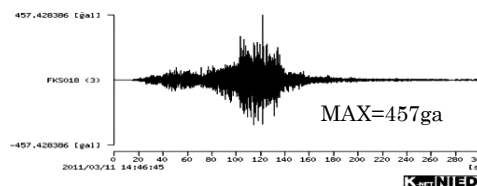


図5 郡山近傍のUD波形 K-net(FKS018)

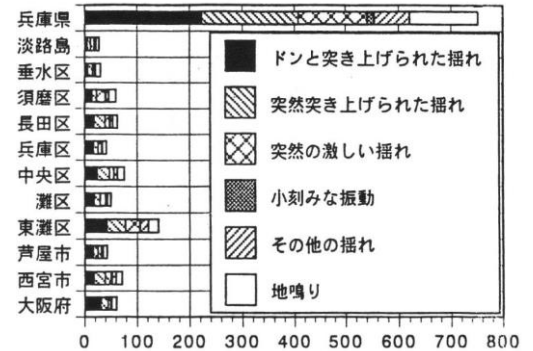
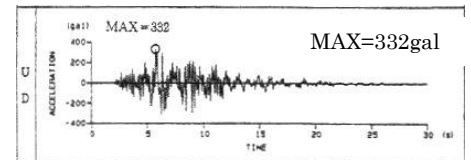
図1 初期震動の感じ方(累積数)⁵⁾

図2 神戸 JMA のUD波形

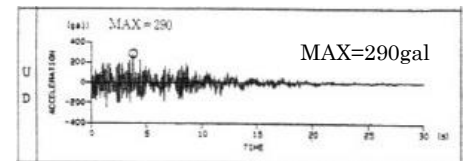


図3 鷹取のUD波形

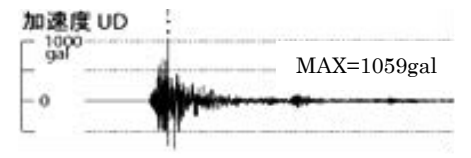


図4 山古志 竹沢のUD波形

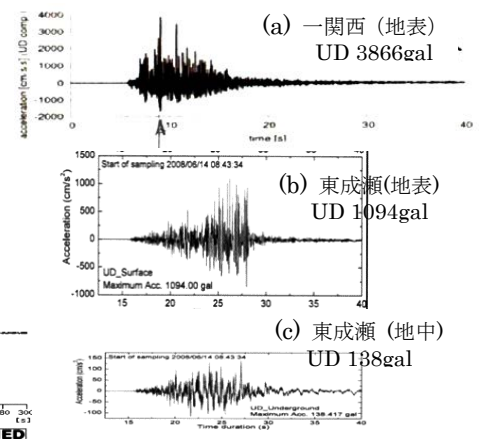


図6 一関西と東成瀬のUD波形

本太平洋沖地震での郡山市付近の記録波形です。同市内での“すぐ、突き上げるような縦揺れがやってきた”との証言⁷⁾の波は、地震初期にはありません。図7は熊本地震での最大鉛直波動が記録された益城町の前震の記録です。これにも“トーンとしてぐらっとぐらぐらってきた”との証言⁸⁾の波は、同様に記録の初期にはありません。このように地震の体験証言と地震計の記録は対応が見られません。

3. 地震計の記録に見られる正確には観測しにくい現状

図6は地震計でこれ迄の最大の鉛直地震波形が記録(3866gal)された、岩手・宮城内陸地震(2008、M7.2)での一関西(図6a)と、大きな鉛直波が記録された東成瀬(図6b,c)の波形です。どの図も初期には大きな鉛直波動は記録されていません。ここで注目されることは東成瀬(図6b,c)の記録で、地中(図6c)の主震動が収束する後半の末部で、地表(図6b)では大きな波群が記録されていることです。これは地中の地震計を素通りした鉛直波動が、地表の観測コンクリート台を震わせたことを示しています。一関西(図6a)ではコンクリート台が浮いた結果の記録と考えられます。

熊本地震の余震では、初期の突き上げ力を示す波の例がありました。図8がその事例(震央距離 L=4km)で地震初期に突き上げる波を記録しています。しかし少し離れた観測点(図9、震央距離 L=9km)ではそれに相当する波は判別できません。このように場所が少し離れると観測できない特徴を、突き上げ力の波は持っています。その上、図6aの場合のように、観測台を突き上げる威力も示します。そして、本稿の課題の高周波の点から記録波形を見ると、図2~7のように、初期の突き上げ力の波は、存在しても地震計を素通りしています。図10は広域観測網(K-NET)の代表的な地震計の性能比較(検査)のグラフの一部です。20Hz以上ではノイズが混じり易く、平坦性も確保し難くなり、記録では普通カットされているようです。結果的に周波数、局在性および波の威力の三特性が記録をし難くしています。

4. むすび

耐震分野では鉛直地震動の影響は少ないものとしているが、それは海震で船舶が損壊する時の地震波は疎密波であることは常識である、という古くからある海震の常識を忘れていません。すなわち、船舶や構造物を破壊する鉛直地震波動は、高周波で、局在波でしかも威力を持つため容易には観測できず、その存在に気付いていない訳です。

参考文献

- 1) 土木学会関西支部 平成27-28年度 共同研究グループ、直下地震における耐震問題に関する研究 成果報告書、平成29年5月。 https://www.jsce-kansai.net/wp-content/uploads/2017/05/kyodo_chokka_h27-28.pdf
- 2) 土木学会関西支部 平成29-30年度 調査研究委員会、都市直下地震での鉛直方向の免震構造に関する調査研究成果報告書、平成31年3月。 https://www.jsce-kansai.net/wp-content/uploads/2019/06/chosa_chokka_2017-2018.pdf
- 3) 前原博：いまだき海震の話が注目されているとは！、日本船長協会誌[Captain]第456号、p33-41、2020.5.
- 4) 前原博：海震と強烈な衝撃の鉛直地震動に関する考察、

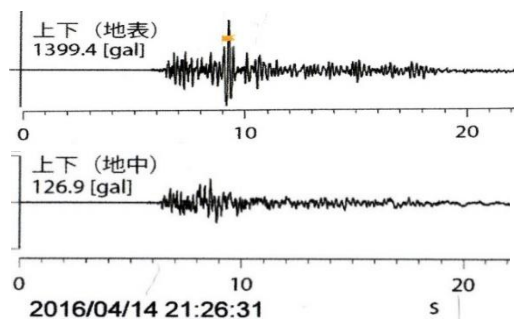


図7 KiK-net 益城のUD波形(前震)

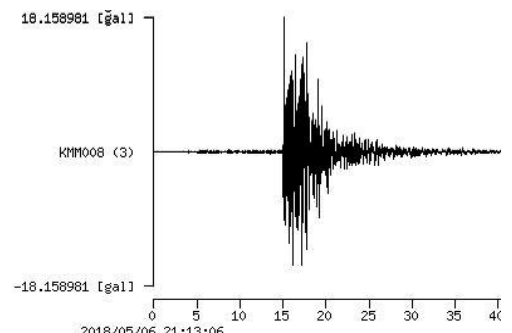


図8 熊本 宇土観測点 地表UD波形, L=4km

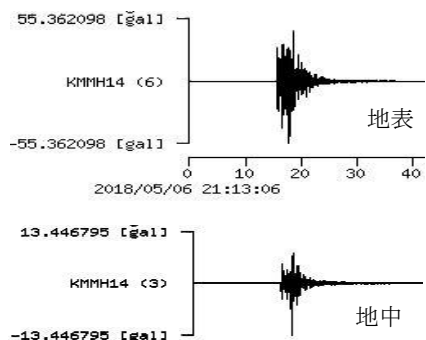


図9 熊本 豊野観測点 UD 波形, L=9km

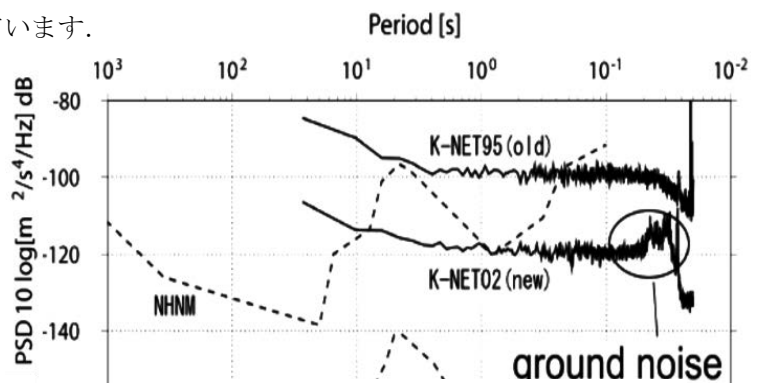


図10 K-NET地震計の新旧性能の比較例

- 日本船長協会誌[船長]第138号、p48-86、2021.1.
- 5) 園田恵一郎、小林治俊、長野圭：兵庫県南部地震一初期上下動の証言について、大阪市立大学工学部紀要-震災特別号 別刷、p189-260、1997.1.
- 6) 山古志のHP：山古志のカルチャー・地震発生時の体験記録、<http://www.yamakoshi.org/culture/culture06.html>、(2013)
- 7) 佐藤栄佐久：福島原発の真実、p1、平凡社新書、2011年6月。
- 8) NHK、緊急報告熊本地震 活断層の脅威、am9時台放映、益城町住民の証言、2016.4.16.