

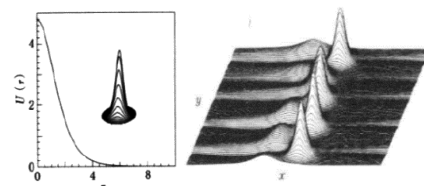
観測できていない強烈な衝撃的鉛直地震波動について (その2)

— 地震計で捉え難い局在波 —

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

強烈な衝撃的鉛直地震波動の現象が構造物に被害を及ぼしていることに関し、後述の体験証言等に基づいて、この問題を研究し提起する活動を始めました。しかしながら、この問題の波は地震計でこれ迄正確に把握できていないため、その特徴が明確になっていません。そこで本稿では、なぜ正確に観測できていないのか、という点に課題を絞って発表をすることにしました。近年の研究活動の成果¹⁻⁴⁾から問題の波は疎密波ですが、1. 高周波、2. 局在波、3. 威力波の3特性を持つため、観測を難しくしていることが分かりました。そして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がこの波の存在を気づき難しくしています。このように複雑な性質の波の現象が対象なので、この波の3特性に着目し、(3+1)回(土木学会-関西、土木学会-全国、地震学会-秋季大会)*に分けて議論することにします。本稿はその2回目で副題を“地震計で捉え難い局在波”として整理します。



(a) 切断図と立体図 (b) 連成する波
 図1 釣鐘型孤立波の例 (リットン)⁵⁾

2. 局在波とは

単独の波のイメージとしては図1に示す釣鐘(ベル)型の形の孤立波ですが、横方向に連成する場合も含まれます。その並び方にも1方向だけでなく時や、連断

続的な場合があります。平面的な規模は多くの場合ピンポイント的に生じて、裾野部を除く主要部の直径は30~50m程ですが、より大きい場合もあります。また、1方向に断続する場合の長さは数kmに及ぶこともあります。しかし、上下に伝播する疎密波なので鉛直入射した波は、その横には伝わらない波です。昨今の地震波の概念にはない波なので、局在波と仮称することにしました^{2,4)}。



(a) P465 山側 (b) P472 海側
 引張破壊の例
 図2 橋脚の孤立的破壊例(1)



(a) P402 (b) P414
 隣の柱はほぼ無傷(拡大すれば判明)
 図3 橋脚の孤立的破壊例(2)

3. 強烈な疎密波が起こしたと見られる破壊事例

鉛直地震動の疎密波は構造物に引張と圧縮の破壊を起こします。図2はRCの単独柱が上の橋桁の鋼製横梁を、天端中央の支承で支える状態の2基の角柱が、その上



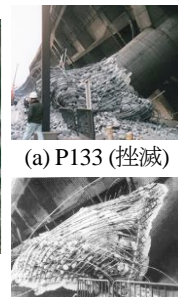
西 P166 (軽傷) と西 P165 (破壊), 西 P167 柱は崩壊-落橋
 図4 1基挟んでの破壊例



破壊面に空間がある破壊状況(南西面)
 図5 西 P165 近影



白色の側壁線が下がった部分(3ヶ所)に着目、斜め航空写真(縦型を横表示、補助線記入)
 図6 ピルツ橋区間全景



(a) P133 (挫滅) (b) P136 (ずれ落)
 図7 圧縮破壊例

端部分のコンクリート部の1m余りが突き上げ力により引張破壊をした事例です。図3ではRC柱が軸圧縮の破壊をしています。これらの4基は重度の破壊をしています。隣の柱は目立つ損傷はなく、孤立波による破壊を示します。

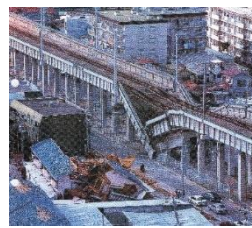
図4は橋脚1基を挟んで断続する波がT型橋脚2基(西 P165[破壊], 西 P167[崩落])を破壊した事例で、図5は西 P165 柱の破壊状況で



神戸西病院の被害
 図8 層間破壊の例



(a) 伊川橋東橋台(神戸市)



(b) 松林寺架道橋(西宮市)⁶⁾

図9 山陽新幹線高架橋の局所的被害例

キーワード； 衝撃的鉛直地震波動，疎密波，局在波，突き上げ力，ピンポイント的破壊，孤立波。

連絡先； 〒569-1042 高槻市南平台 5-53-29, Tel.072-693-0385, h.maehara1@gaia.eonet.ne.jp

○ 衝撃的鉛直地震波動が示す局在波の状況と発生時期に関する体験証言⁷⁾

新谷敏章氏・藤家 武氏。(神戸新聞社社会部 25歳・写真部 25歳、兵庫区と中央区の境付近の国道2号を走行中のタクシー車内)、(略)新谷は約三十メートル先に信号待ちのトラックを見た。タクシーがゆるゆるとスピードを落とす。軽くブレーキを踏んで停車しようとした瞬間、轟音とともに車が左右に揺れた。藤家の方は追突されたような衝撃を覚えると同時に、目の前が光った。全身をかき回されるような激しい揺れ。自分の体を制止するのが精一杯で、何度も頭を打った。道路が波打っている。新谷も何かにつかまろうとするのだが、重力がなくなったようで自由が利かない。手を伸ばし、足で踏ん張ろうにも、不規則な揺れで空を切るばかり。いったい何が起きたのだ。混乱する頭で「追突?」と思った。体を捻じ曲げて後ろを振り向くが、車はいない。正面を向き直ってギョッとした。信号待ちをしていたあのトラックが跳ね飛んでいる。ダーン、ダーン、四トンの車体は宙に浮いて、着地するたびに、すさまじい音を立てる。「ゴーツ」。身のすくむ地鳴り。垂直に引き込むような縦揺れ。そして横揺れ。新谷は、「早く端に寄せてください」と、運転手に叫んだ。運転手も何か言っているのだが、言葉にならない。いつ車が止まったのか。新谷、藤家は声も出さず、肩で息をしながら互いの顔をしばらく見つめ合った。(略) [神戸新聞の100日、プレジデント社、1995年11月、p26]

す。図3の例も含めこれらの柱の破壊面とその下端部に隙間が見られ、単純な圧縮破壊ではないことを暗示しています。

図6はピルツ橋区間の全景で斜め航空写真の縦を横にして、白色の側壁高欄の変化を見やすく、補助線を入れた物です。白色の幅は1mで、3ヶ所大きく窪んだ場所に4基あり、約3m柱長さが短くなっています。図7はその内の2基(P133, P136)の柱が圧縮破壊をして柱長を短くしています。P133柱(図7(a))は挫滅破壊をし、P136柱(図7(b))はずれ破壊をし、これらは断続的に生じた波で破壊しています。

図8は建物の中間層を圧縮破壊した事例で、壁面が外ずれを呈していません。このような中間層破壊の事例は沢山見られました。

図9は山陽新幹線の高架橋がピンポイント的な破壊をした、伊川橋東橋台(図9(a))と松林寺架道橋(図9(b))の事例です。図10(a)は山陽新幹線高架橋が断続的に破壊した区間の一部の阪水高架橋の事例で、図10(b)は2層立体ラーメン4橋梁の柱の破壊位置を示します。連続

する橋梁で柱の破壊位置が違うのは、水平慣性力による破壊ではないことを表します。この付近での破壊は3km余り断続的に起きました。

4. むすびにかえて

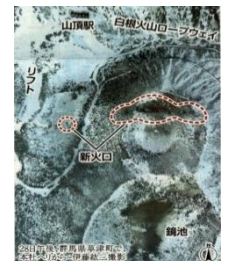
衝撃的鉛直地震動が局在波の状況を示す体験証言が得られており、重要な証言なので別枠に



(1989年) 図11 手石海丘の噴火



(岩手宮城内陸地震2008年) 図12 栗駒山山麓崩壊⁹⁾



火口配列の例(2018年噴火)

全文を掲載します。約30mの至近距離で跳ねるトラックを見ている人は、その波動を受け、火口配列の例(2018年噴火)していません。似た状況は図11に示す手石海丘の噴火時の観察者と現象の関係があります。図13 元白根山の噴火跡視野をこのように大きくしてみると、岩手宮城内陸地震での荒砥沢ダム上流の大地滑り現場が図12では小さく見え、図13に示す元白根山の噴火口の形状に似て、大地滑りの要因に局在波の強烈な鉛直地震波動の関与が類推されます。このように、強烈な衝撃的鉛直地震波動は局在波の場合が多く、発生場所に地震計がないと観測できない訳です。

参考文献 (本文中の付番の無い図は文献2,4)より引用)

- 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：いまど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：海震と強烈な衝撃的鉛直地震動に関する考察、

- 新しい地震観の構築に向けて—、日本船長協会誌 [船長]第138号、p48-86、2021.1.
- 5) 川原琢治：ソリトンからカオスへ—非線形発展方程式の世界—、p161、朝倉書店、1993.5.
- 6) 毎日新聞社：阪神大震災全記録、1995年特集.
- 7) 園田恵一郎、小林治俊、長野圭：兵庫県南部地震—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、p213-214、1997.1.
- 8) 全日本建設技術協会：M7.2技術者の見た 阪神・淡路大震災 その被害と復旧、p135、1995.11.
- 9) 塩井幸武 八戸工業大学名誉教授より。
- *)(その4)を第56回地盤工学研究発表会に追加投稿中。