

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5)

— 伝承すべき阪神・淡路大震災の特徴 (1/2) —

地球システム総合研究所 正会員 ○前原 博

1. はじめに

強烈な衝撃的鉛直地震波動の現象と問題の存在の発表を始め、昨年は10年目となり、その間かなりの成果が得られました¹⁻⁴⁾。しかし問題の波が地震計で正確にまだ観測できていないため、理解をされ難い点があり、観測し難い3特徴(高周波、局在波、威力波)と重要資料の紹介に論点を置き、昨年は4会場(土木・関西、地盤・第56回、土木・全国、地震・秋季)で発表しました。その効果が表れつつありますが^{5,6)}、年次発表では個別の特徴を中心にした説明で、発生原因迄は扱えませんでした。

近年は阪神・淡路大震災の継承の課題も浮上しており、今年は問題の波動現象の特徴の伝承関連の課題2題と、発生原因及び新しい地震観に焦点を当て、昨年に続き4会場で理解を広める発表を行う予定です。

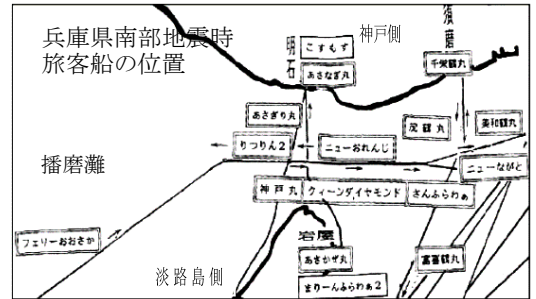
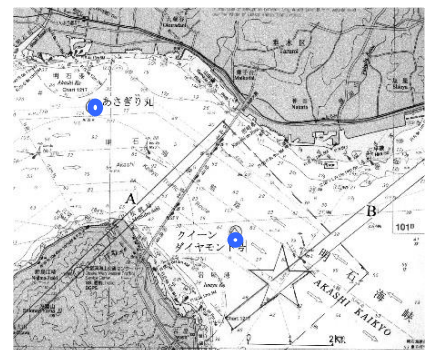
2. 阪神・淡路大震災における最大の特徴点

兵庫県南部地震は地震広域観測網が整備され始めた矢先に、近代都市の直下で起きた大地震で、これが最大の特徴とされています。この地震で近代的建造物の耐震脆弱性が明確になり、その後、記録された地震波形に基づき、耐震設計の水平震度は大幅に改善されました⁷⁾。しかし、本文の主題の地震波は地震計で、未だに観測できていないため顧みられていません。

その欠陥を明確に示唆したのが明石海峡付近の海震の事例です。図1、2は地震発生時の明石海峡付近のフェリーの配置⁸⁾と、その内のあさぎり丸[千トン級]とクイーンダイヤモンド号[9千トン級]の位置図です。この海峡付近では2隻のみ海震の強い衝撃を2度受けており⁹⁾、2度目の方が大きく、大型船の船長の証言⁹⁾での「(船体が)翻弄された時、2度目の衝撃を受けた」から、大型船を翻弄した波は本震で揺れた海岸が起こした表面波と考えました。離岸距離(約2km, 図2)と平均波速(0.7km/分, 図3¹⁰⁾)から、2度目の強い衝撃は初震から約3(≒2/0.7)分後と推定しました。この地震の本震の継続時間は15秒程なので、これが、本震の後に強烈な鉛直波が局地的に出ていることの発見の端緒です。また、3分の時間間隔はあさぎり丸が、点

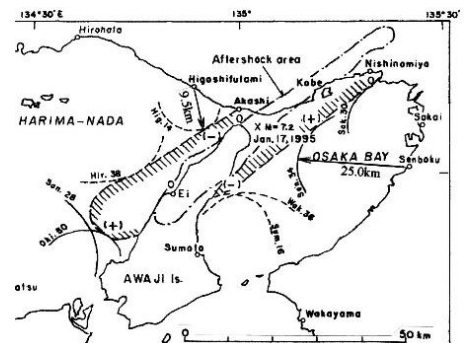
検後エンジンの再起動時に2度目の衝撃を受けたことや、次節のRC橋脚及び次回のピルツ橋脚の破壊状況と証言とも整合しており、2度目の地震波の水平規模(横幅)は限定的なことも示唆しています。そして地震学の一般向けの本¹¹⁾では地震の発生原因には3種類の機構が挙げてあり、海峡付近の他の船は受けてない本震後の強い地震波の発生原因は、岩盤の割れでもなく、溶岩にも関係なく、物質の相変化であることを暗示しています。

さらに特筆すべき重要なことは、船舶工学の専門家は「海震で船舶が損壊する時の地震波は、粗密波であることは常識である。」と指摘しています。これは陸の耐震関係部門では、120年程前に作成の海震の震度階表の件とこの常識を忘れ、防衛省仕様の艦船は船底下約10mでの魚雷の爆発に耐える措置がされ、これが鉛直衝撃波の地震対策も兼ねることが伝わらず、鉛直地震波が構造物に被害を及ぼす現象を軽視してきた現状への警鐘です。

図1 明石海峡付近の旅客船の位置図⁸⁾

☆:震央, A:野島断層, B:須磨断層

図2 あさぎり丸とクイーンダイヤモンド号の位置



(元図に波速の測線を記入し、抜粋)

図3 波源域の推定図¹⁰⁾

Hiroshi MAEHARA

h.maehara1@gaia.eonet.ne.jp

3. 突き上げ力による典型的な被災事例

(跳び石現象と RC 柱の引張破壊)

海震の事例に続き問題の波動現象を代表する事柄は、突き上げ力の現象で、その中に跳び石や柱の引張・圧縮破壊の現象があります。

図 4 は跳び石現象の代表事例でお庭からの



図 4 庭からの跳び笠石¹²⁾



図 5 橋脚と橋桁の構造



横桁方向に見る.
(柱幅 > 横桁幅)
図 6 支承側面

跳び笠石が駐車中の車の後部を壊している写真です¹²⁾。石灯籠の高さは塀より低かったようで、笠石が塀を飛び越えるには 3m/s 程の鉛直初速度が予想され、これ程の初速度を受けると大概の木造家屋は甚大な被害を生じます。この母屋は潰れ住民の方は亡くなりました。類似現象に墓石やロッカーとか橋桁の跳び移動もあります。

図 5 は独立 RC 橋脚の頭部の引張破壊が、多数生じた工区の構造を示す写真で、図 6 は RC 柱の天端に支承が 1 個ある写真です。

図 7a~e は RC 柱に突き上げ力が作用した時、上部の破壊過程を示す貴重な写真です。突き上げ力は圧縮波として柱に入射し、上端で支承を突き上げ、支承下面部に圧縮波が溜まると側方に押し出す力が生じ、かぶり厚の少ない側が外に広がり、その段階で支承が下に埋まった状態が図 a で、図 b は横の破壊が進んだ状態です。

支承が少し押し上げられると、反射する波は引張の位相に変わり上端から引張力を生じます。図 c は横桁との狭い空間に内部コンクリートの小塊が跳び出す途中で、図 d は内部の大半が空洞の状態、図 e は引張破壊が進んだ部位迄、横桁が落下した状態です。図 d の空洞

状態は、入射波が高周波を表し、図 d,e の鉄筋の直立状態は、この破壊は主震動が収まって起きたことを表し海震の事例と整合します。図 7 の破壊は水平震動では生じえず、橋脚番号が示す通り、この破壊は長い連続波によらず孤立波と予想され波の規模が問われます。

4. むすび

このように阪神・淡路大震災は、単に水平地震動に対する耐震脆弱性が露呈にしたことに留まらず、現在の地震学や耐震工学の欠陥を焙り出しています。そこに伝承すべき最大の特徴点が隠されていますが、残念なことに、この方面の研究はまだ本格的には取り組まれていません。地震の活動期に入っている現在大変憂慮され、過酷事故を防ぐ対策が望まれます。



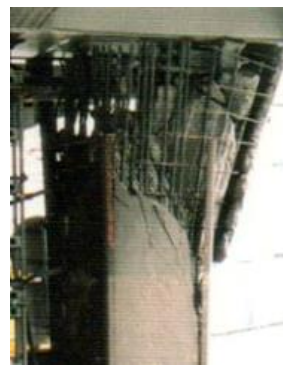
(a) P455 山側



(b) P463 山側



(c) P459 海側



(d) P465 山側



(e) P472 海側

図 7 柱上部の引張破壊の経過例

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) 前原博: 海震と強烈な衝撃的鉛直地震動に関する考察抄録・観測できていない強烈な鉛直地震波動と発生原因,

- 立命館大学, 第 10 回 RCS サステナビリティ評価研究会, R4.1.31.
- 6) 前原博: 観測できていない強烈な衝撃的鉛直地震波動, 月刊地球, 特集号 Vol.44, (投稿中), 2022.4.
- 7) たとえば, 道路橋示方書・同解説, V 耐震設計編, 3.3 レベル 2 地震動の特性値, p50, 平成 29 年 11 月.
- 8) 神戸海運監理部運輸部運輸管理官: 平成 7 年 1 月 17 日 5 時 46 分 「そのとき旅客船は・・・」アンケート報告, pp3, 平成 7 年 8 月.
- 9) 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, pp189-260, 1997.1.
- 10) 鳥羽徳太郎: 1995 年兵庫県南部地震津波の規模および波源域, pp461-466, 地震 第 2 集第 49 卷(1997)
- 11) 茂木清夫: 地震—その本性をさぐる, 東京大学出版会, p147, 1981.4.
- 12) 竹内隆・元神戸新聞社情報科学研究所職員提供.