

## 2001年インド西部大地震によるカンドラ港の被害

独立行政法人港湾空港技術研究所 正会員 野津 厚

### 1. はじめに

2001年1月26日に発生したインド西部大地震ではパキスタン国境に近いGujarat州で甚大な被害が生じた。東京大学地震研究所の解析<sup>1)</sup>によれば本地震は東西に走向を有する逆断層で生じたものであり、モーメントマグニチュードは7.6である。ここではインド有数の貨物取扱港であるKandla港の被害について述べる。

### 2. 被害状況

Kandla港は図-1に示すようにGulf of Katch (カッチ湾) の湾奥から北に延びるKandla Creekの西岸に位置している。震源断層との位置関係については、Kandla港は震源断層の真南に位置する。Kandla港には貨物用バースが8(数え方によっては10)、石油バースが4存在する。これらのバースはすべてKandla Creekに平行な南北方向の法線を有する。今回の地震では貨物用バースNo.1-5と石油バースに被害が生じた。

貨物用バースNo.1-5は1955年に竣工したRC杭式栈橋である。写真-1に示すように、柱と梁の組み合わせからなる上部工をRC杭が支える形式である。我が国の横栈橋は背後に土留めを有することが多いが、本施設では緩傾斜護岸となっている。地盤条件は、比較的厚いシルト層の上に厚さ2m程度の埋立を行ったものである。写真-2~3に直杭の杭頭付近に生じたクラックを示す。同図に示すようにほぼすべての杭において杭頭付近にクラックが生じている。なお、クラックは、杭を一周するというよりも、杭の北側と南側の側面に生じている。このような被害の特徴から、当該栈橋には主に法線平行方向(南北方向)の地震力が作用したのではないかと推察される。先に述べたように本地震は東西方向に走向を有する逆断層の地震であり、またKandla港が震源断層の南に位置することから、Kandla港では南北方向の揺れが卓越したと考えられ、震源特性と被害との間に整合性がある。写真-4は陸側杭の杭頭に生じたコンクリートの剥落である。このように陸側杭は比較的大きな被害を受けている。これは、同一の上部工変位に対して杭長が短い分だけ杭頭モーメントが大きくなるためである。我が国では横栈橋の陸側杭は杭径を大きくとることが多い。本施設のように陸側において杭の本数を多くしても、杭径が同じであれば地震外力に対して有利とはならない。

今回の地震でKandla港の背後地盤では液状化が生じた。液状化は層厚2mの埋土ではなくその下の原地盤に生じたものと考えられる。写真-5は貨物用バースNo.7背後の上屋の液状化による被害を示す。この場合、杭基礎が打設されていた部分とそうでない部分の間に段差が生じた。この段差から液状化による沈下は20cm程度であったと推定される。写真-6は貨物用バースNo.7(栈橋)と背後の地盤の間に生じた段差を示す。栈橋は杭上に存在するので地震時に沈下は生じない。それに対して背後地盤が液状化により沈下したため段差が生じた。段差は20cmにのぼる。同様の段差は貨物用バースNo.6-8に共通して存在していた。写真-7は背後地盤の噴砂の跡を示す。

### 3. まとめ

以上に述べたように、Kandla港では液状化が発生し、上屋等に被害を及ぼした。しかし、貨物用バースNo.1-5の被害については、その特徴から判断して液状化に由来するものではなく、地震動によるものであると考えられる。

#### 謝辞

Kandla Port Trust の Raisinghani 氏と Sajnani 氏には熱心に現場を説明していただきました。調査に同行された在印日本大使館の山根参事官にはいろいろな面で助けていただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

#### 参考文献

1) 東京大学地震研究所 (<http://eri.u-tokyo.ac.jp>)

キーワード：インド西部大地震、港湾、栈橋、RC杭、液状化

連絡先：〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 電話:0468-44-5058 Fax:0468-44-0839

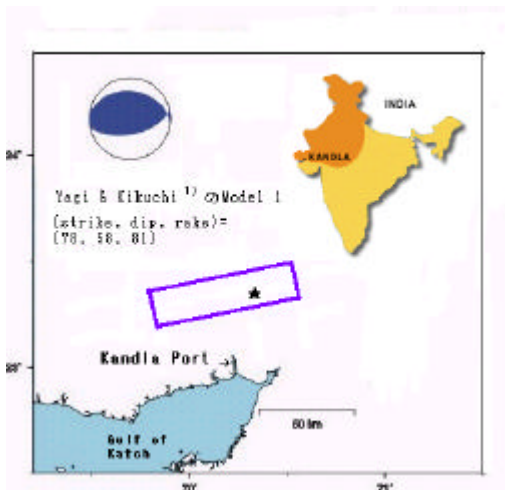


図-1 Yagi and Kikuchi の断層モデル<sup>1)</sup>と Kandla 港  
(二つのモデルのうちここでは南落ちの Model 1 を示す)



写真-1 パース No.1-5 の外観



写真-2 RC 杭の被害状況 (直杭に生じたクラック)



写真-3 RC 杭の被害状況 (直杭に生じたクラック)



写真-4 陸側の RC 杭に生じたコンクリートの剥落



写真-5 液状化による上屋の被害



写真-6 液状化による棧橋-背後地盤間の段差



写真-7 液状化による噴砂