

(財)鉄道総合技術研究所 正会員○那須 誠  
(財)鉄道総合技術研究所 羽矢 洋

## 1.はじめに

盛土や建物等の地震被害が特異な地盤条件の所、即ち傾斜基盤を伴うような地盤で多く発生していることは既に報告しているので<sup>1) 2) 3)</sup>、今回は主として橋梁関係の地震被害と地盤状態の関係の一部を報告する。

## 2.橋梁と地盤状態

### (1) 新潟地震(1964.6.16、M=7.5)

(a) 越後線信濃川橋梁で、傾斜等が生じた橋台と橋脚下の表層地盤は、砂丘先端付近の傾斜基盤面上の砂質土の河成層と人工埋立層から成る<sup>3)-7)</sup>。基盤面が傾斜していたため液状化した砂質土(GL-3~9m付近に多量の腐植土も混入)に地滑りが生じて変位したようである<sup>3)</sup>。

(b) 線路を跨ぐ桁の両側の橋脚間の拡大と可動端側の落下等が生じた笙口跨線橋(東跨線橋)は、固定端側の砂丘と可動端側の旧河道の境界部に作られており、砂丘側から旧河道側に傾斜した(あるいはせんんだ)基盤面上の埋立砂の液状化により地盤に不同変位や滑り等が生じて、桁が落下したことと考えられる<sup>4)-7)</sup>。

(c) 八千代橋の9P橋脚の沓破損は、橋脚周辺の小範囲の河底の移動で生じたと考えられた<sup>7) 8)</sup>。図1(a)をみると、9P橋脚は地震前後の河床変化の大きい所と小さい所の境界の、河床が左側に急傾斜し始める所に位置して左側に移動している<sup>8)</sup>。

9P橋脚下の地盤には、杭頭より約5m下にある厚さ4mの砂質土層に腐植土も混じっている<sup>3) 8)</sup>。

(d) 昭和大橋で橋桁が落下し杭頭部が折れ曲がった5P橋脚付近の地盤には、TP-12m付近に約1m厚さの腐植土層が存在し<sup>3)</sup>、隣の4P橋脚の鋼杭は深さTP-15m付近以浅で永久変形が生じている<sup>7)</sup>。

図1(b)によると、2P橋脚から7P橋脚までの落橋範囲は、河床が傾斜するとともに37年と39年地震後の間の河床変化量の大きい所と一致する<sup>8)</sup>。

なお、図2~3をみると、八千代橋と昭和大橋の地盤では、前述の信濃川橋梁の地盤と同じく、右岸側の硬い層が牡丹山砂丘で左岸側より比較的浅いが、被害が比較的小さかった万代橋の地盤全体は水平に近い層からできているようだ。また、4つの橋の橋軸方向がほぼ平行になっている<sup>7) 8)</sup>。

(e) 通船川水門と新郷川水門では、盛土と構造物の取付部に数10mに渡って特にひどい沈下、亀裂が生じ

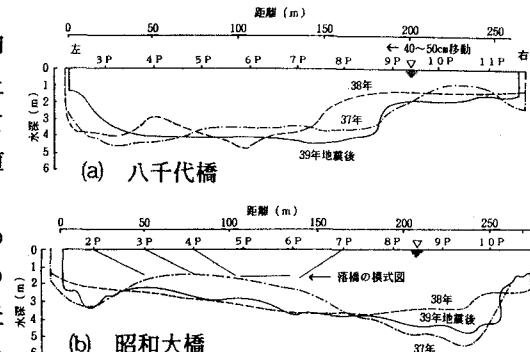


図1 信濃川の河床変化<sup>8)</sup>

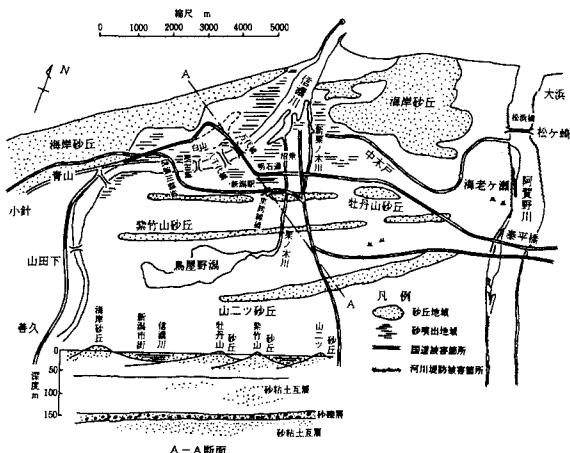


図2 新潟市付近の地盤と地震被害<sup>8)</sup>

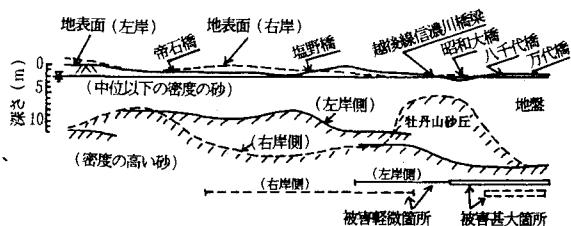


図3 信濃川两岸の地盤状態<sup>7)</sup>

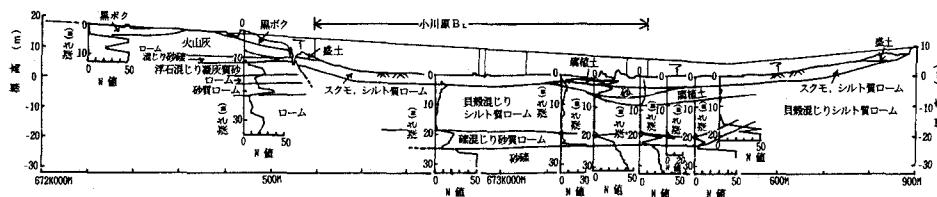
たが、構造物は基礎杭がある程度支持層の中まで打込まれており被害をうけなかった<sup>7) 9)</sup>。前者の地盤(図4)<sup>7) 9)</sup>では、基盤面が川表から川裏に向かって傾斜しているが、水門構造物の基礎杭も基盤面のほぼ水平な所に打込まれていたため、被害が生じなかつたように思われる。また、後者では地盤表層、基盤面両方がほぼ水平である。

#### (2)十勝沖地震(1968.5.16、M=7.9)

##### (a) 水平、鉛直残留変位等が生じた東北本線

姉沼高架橋では、軟弱腐植土層(厚さ12~25m)の下の基盤表面がW形に窪んだ所で水平変位が大きく、かつその最大値はその窪みの傾斜の急な縁の上で生じているようだ<sup>4)</sup>。また、残留水平変位が大きい所の杭頂部の曲げひ

び割れは<sup>10)</sup>、  
地震時に長  
柱の挙動が  
生じたため  
と思われる。

図4 通船川水門<sup>9)</sup>

(b) ごく

一部に多少の変位や地盤沈下程度の軽微な被害のみが生じた東北本線小川原高架橋<sup>11)</sup>の地盤は、厚さが約20mもある軟弱地盤であるが、堅い支持層の上面は水平に近いようである(図5)。

(3) 宮城県沖地震(1978.6.12、M=7.4)で、橋脚の亀裂やくい違い等が生じた東北本線江合川橋梁では、復旧で作り変えられた橋脚基礎の鋼管杭は、旧井筒基礎底面の約3倍の深さの約18mの砂礫層まで根入れされた(図6)<sup>12)</sup>。根入れが浅い基礎をもつ橋梁の地震による変形例は、鉄道橋以外でもみられるし、また地震被害以外でもみられるようだ。

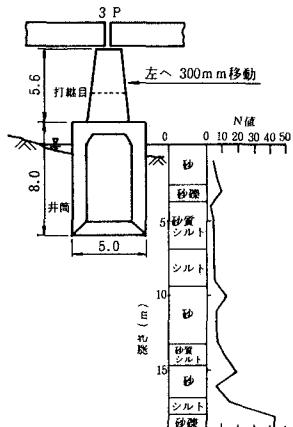
(4) 千葉県東方沖地震(1987.12.17、M=6.7)で、三浦海岸付近の各種被害が生じた所は、地形図<sup>13)</sup>によると谷底平野にあたり、鉄道高架橋の被害箇所は谷筋を斜めに横断する地形になっているようと思われる。

### 3. わわりに

橋梁でも盛土や建物と同じように地盤と基礎に原因がある地震被害例が多いようだ。このような例は外国、例えば1971年のサンフェルナンド地震の高架橋等の被害例<sup>14)</sup>他にもみられるようだ。また、各種被害例も参考にすると、地盤構造と構造物の被害形式(構造物や基礎フーチング、杭のひび割れの発生状態等)が対応し、震央方向も被害発生と関係があるようと思われる。なお、いつの地震でも十分な根入れがあったり、堅い支持地盤に達する基礎をもつ建造物の被害は極めて少ないとも言われている<sup>5) 6) 12)</sup>。

わわりに、以上の調査に当たって、お世話になった池田俊雄前長岡技科大教授、柳沢栄司東北大教授、佐藤絢志防大教授他と、参考あるいは引用させて頂いた貴重な文献の著者に厚く御礼を申しあげます。

- (1)那須：地盤と土構造物の地震時の挙動に関するシンポジウム、土質工学会、pp.181-188、1989.1
- (2)那須ほか：第24回土質工学研究発表会講演集投稿中、1989.6
- (3)那須ほか：土木学会第16回関東支部技術研究発表会講演概要集Ⅲ-28、1989.3
- (4)那須：土木学会第42回年次学術講演会講演概要集Ⅲ-44、1987.9.5
- (5)池田：構造物設計資料、No.1、pp.3-9、1964.12
- (6)那須ほか：鉄研速報、No.A-87-153、1987.3
- (7)昭和39年新潟地震震害調査報告、土木学会、pp.388-389、1966.6
- (8)地震と地盤、土質工学会、pp.119-140、1965.3
- (9)岡本：耐震工学、オーム社、pp.248-249、1971.9
- (10)田村ほか：関東地震50周年記念地震工学シンポジウム論文集、pp.147-154、1973.8
- (11)基礎と地盤、土木学会、p.177、1973.8
- (12)宮城県沖地震調査報告、鉄研報告、No.1111、1979.3
- (13)地形図、横須賀、1:5万、昭和46年
- (14)久田：地震と建築、鹿島出版会、1982.4
- (15)岩崎：土と基礎、Vol.35、No.9、p.3、1987.8.

図6 江合川橋梁(復旧前)<sup>12)</sup>