

III-44

地震被害と地盤条件

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 那 須 誠

1. はじめに

地震時に特異な地盤条件のところで盛土に大変状が発生した例を既に発表しているが、¹⁾今回は構造物の地震時の変状発生に地盤条件が大きく関わっていたと思われる例を以下に紹介する。

2. 構造物の変状と地盤状態

(1) 新潟地震（1964年6月、 $M=7.5$ ）

この地震で越後線信濃川橋梁は図1に示すように変状した。即ち左岸側の白山方1号橋脚(P1)が新潟方に傾斜し、かつ川上方にも傾斜した。橋台も滑動し前方に約20cm移動のうえ後方に多少傾斜した。²⁾図2をみるとこの表層地盤のN値が30以上の硬い層の表面は河心方向と上流方向に傾いている。

特に変状の大きいIPは基盤の傾斜している所にある。このように基盤表面が傾斜していたため液状化によって強度低下を起し地滑りが生じている。ここは建設当時、水深3mの埋立て予定地であり、橋脚井筒の長さを電気探査結果をもとにして決めたが、1Pの長さは軟弱層の薄い右岸側の13Pと同じにされたようである。なお、古い地形図をみるとここは砂丘先端付近にあり、砂丘表面は河心方向と上流方向に傾斜していることが予想されるし、その傾斜方向は図2の調査結果及び1Pの変状方向と一致している。²⁾³⁾

笹口跨線橋では図3に示すように本線を跨ぐ桁の両側の橋脚（完全支持杭）の間の拡大と可動端側の落下、可動端側取付桁の橋脚（摩擦杭）の沈下が生じた。²⁾古い地形図や土質調査結果等をみると、この橋梁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、基盤表面は前者側から後者側に傾斜した状態を示し、傾斜した基盤上の埋立砂が液状化して地滑りが生じて桁が落下したことが考えられる。³⁾

(2) 十勝沖地震（1968年5月、 $M=7.9$ ）と日本海中部地震（1983年5月、 $M=7.7$ ）

十勝沖地震で東北本線姉沼高架橋に図4

に示す水平変位のほかに鉛直変位等の変状

が生じた。⁴⁾水平変位は同図に示すように地盤中に腐植土が厚く堆積しかつ基盤の窪んだ所で大きく生じ、特にその最大値は基盤の窪んだ所の縁のうち傾斜の急な方の縁の上で生じている。

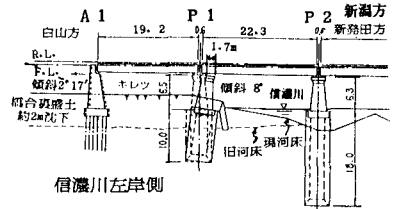


図1 信濃川橋梁の被害（新潟地震）

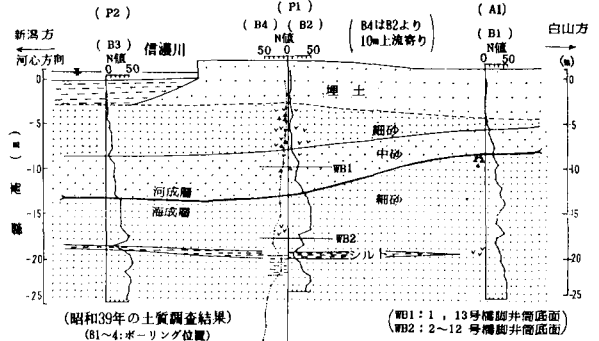


図2 越後線信濃川橋梁付近の地盤（左岸側）

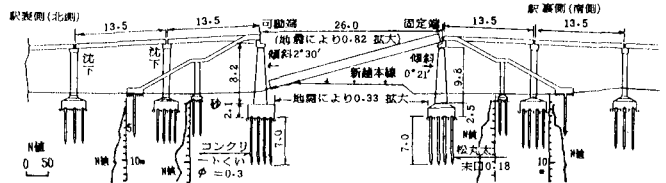


図3 信越本線笹口跨線橋の被害（新潟地震）

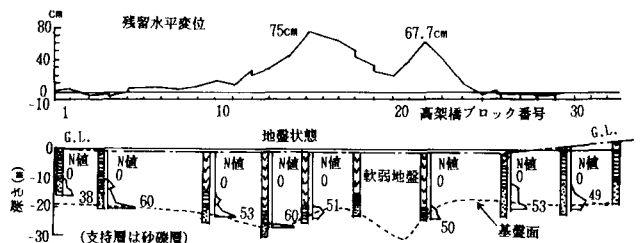


図4 東北本線姉沼高架橋の被害と地盤状態（十勝沖地震）

同じ地震で函館第2岸壁のうち大正14年築造の延長108mの部分に大きい沈下（最大約66cm）と張り出し（最大約40cm）が生じた（図5参照）。しかし、昭和34年延伸の先端部分40mには変状が殆んど生じなかった。前者では圧密沈下が築造以来続き、上部工のこう上を3回ほど行っていたが、この地震で大きく変状した。各種調査の結果、この変状はケーソン基礎の置換砂に液状化が発生したためと考えられた。後者のケーソン底面は沈下や支持力を十分に調べてGL-27mの粘土層内に決められたため、地震時にここに変状が発生しなかったものと思われる。³⁾

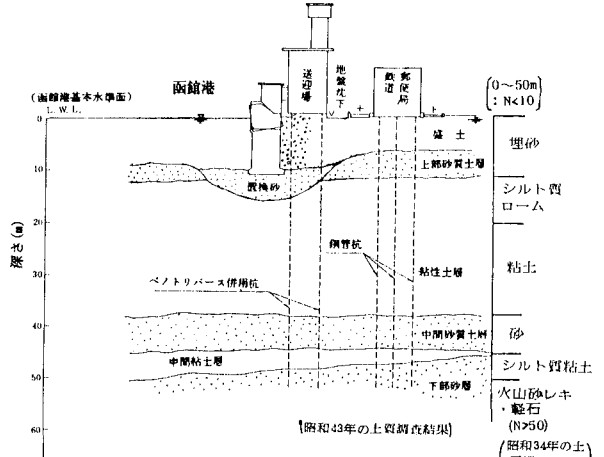


図5 函館岸壁の変状と地盤状態（十勝沖地震）

この十勝沖地震で青森駅構内で噴砂や路盤等に沈下と亀裂、船客待合所や桟橋事務所等の建物に大被害が生じたが、第2、第3岸壁自体には比較的小さい沈下・移動しか生じなかった。また、日本海中部地震でも青森駅構内で噴砂や路盤の沈下と亀裂、照明用鉄塔の傾斜、ホーム等の停車場工作物の沈下、傾斜等の被害が生じた。これらの青森駅構内の各種被害は主として液状化によって発生しているが、2つの地震による被害発生位置はほぼ同じであり、自然地盤からなる第1岸壁背後の地盤では発生せず、浚渫砂等で厚く埋立てた新しい第2、第3岸壁背後の地盤に集中して生じている。しかし、岸壁やその背後の埋立地盤の基礎に捨石のある所では各種の変状が極めて小さかった（図6参照）。その液状化も自然地盤では発生せず埋立て造成地盤で甚しく発生したことから、捨石に液状化発生の低減や防止の効果が認められている。³⁾

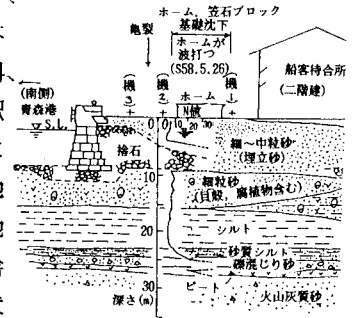


図6 青森駅第2岸壁

なお、上記の3地震で堅い支持地盤に達する基礎構造をもつ建造物には被害が殆んどみられなかったと言われている。^{2) 3)}

3. おわりに

以上に構造物の震害が傾斜基盤を有する軟弱地盤で発生した例と、捨石が液状化被害を軽減した例について述べた。なお、1985年のメキシコ地震でもメキシコ市内の被害（主として建築物）は軟弱地盤の底面即ち基盤の表面が傾斜している所に多く発生し、特に埋没谷のような窪んだ地形の所では特に多く発生していたようである（図7参照）。⁵⁾

以上の地震被害調査に当ってお世話になった旧国鉄本社施設局土木課と各管理局、工事局等、並びに池田俊雄長岡技術科学大学教授に厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 那須：第22回土質工学研究発表会講演集、1987.6, pp.809～810
- 2) 池田：構造物設計資料, No.1, 1964.12, pp.3～9
- 3) 那須ほか：鉄研速報, No.A-87-153, 1987.3
- 4) 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, 1973.8, pp.147～154
- 5) 小林ほか：メキシコ地震—コロンビア火山噴火論文集, 震災予防協会, 1986.4, pp.25～58.

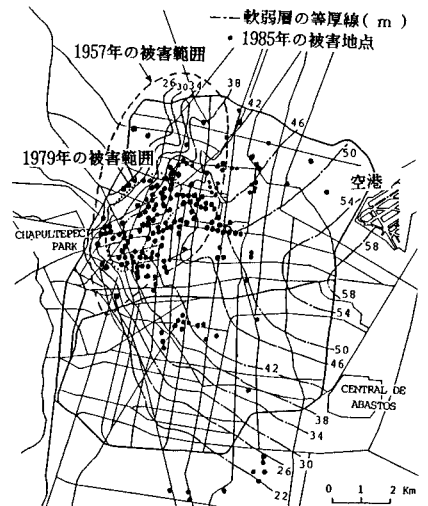


図7 メキシコ市の被害と地盤状態