

地震で無被害の構造物と基礎と地盤の関係

前橋工科大学 フェロー会員 那須 誠

1.はじめに

現在,各種構造物の地震被害に対する地盤の影響を調べている.その結果,被害は地盤条件の不連続点で多く発生しており,構造物が地盤変位に抵抗して偏土圧を受けるため被害が発生すること等を推定している.また,無被害は一様地盤で多く発生しており,構造物が地盤変位に追従して地盤から偏土圧を受けないため被害が発生しないこと等を推定している.今回は,後者の事例について発表する.

2.事例

(1)事例 1

1995年兵庫県南部地震の際に無被害であった旧神戸税関建物は,図1に示すように摩擦杭の基礎構造で造られている¹⁾.この建物の地盤は上から砂質土層,軟弱粘性土層,砂礫層(支持層)の順に堆積しており,その摩擦杭は砂質土層に設置されている.

(2)事例 2

図2に示す六甲アイランド埋立地で摩擦杭によって支持された建物が,1995年兵庫県南部地震で被害が軽微であった²⁾.地盤は上から埋立層,沖積粘性土層,洪積砂層の順に堆積している.この2棟はともに基礎下に埋立層の締固め効果に期待した摩擦杭が打設されている.両棟ともに周辺地盤との相対的な沈下差もなく,建物の構造的な損傷もなかった.

以上の二つの建物が被害を受けなかったのは摩擦杭で地盤の動きに追従する基礎構造になっていて地盤から偏土圧を受けなかったためと考えられる^{1),3)}.

(3)事例 3

図3に示す神戸市街線高架橋(RCビームラーメン式)は1995年阪神地震で被害多発領域に存在しながら無被害であった⁴⁾.この高架橋は昭和初期に沖積砂礫質土地盤に直接基礎の基礎構造でつくられている.

(4)事例 4

図4に示すJR静内川橋梁は1982年浦河沖地震で無被害であった.この橋梁は砂州の砂礫層上に杭の無い直接基礎を置いてつくられている⁵⁾.

以上の2つの橋梁は,地震のとき地盤に追従して動いて基礎等が地盤から力(偏土圧)を受けなかったため被害を受けなかったことが推定される.

(5)事例 5

1983年日本海中部地震で奥羽本線鯉川・鹿渡間にお

いてシルト質砂からなる盛土が崩壊したが,その隣の図5に示す盛土(強度 γ - σ 支持力 q_{pc} =約0.5MPa)が無被害であった.後者の地盤は上から極軟弱粘性土層(強度 q_{pc} =約0.2MPa),基盤(凝灰質泥岩)の順に,それらはほぼ水平に堆積している.基盤表面がほぼ水平に近いところでは盛土は全く変形していない.なお,この付近の盛土の強度は崩壊,無被害区間に拘わらず,かなり小さい値(γ - σ 支持力 q_{pc} が約0.5MPa)

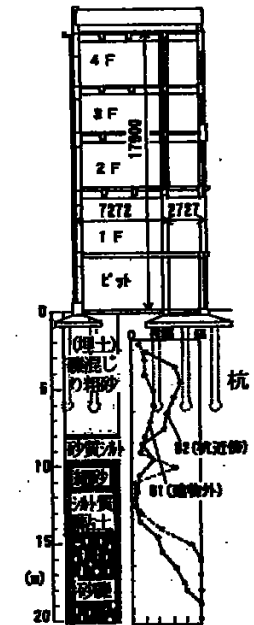


図1 神戸税関旧本館の基礎と地盤¹⁾

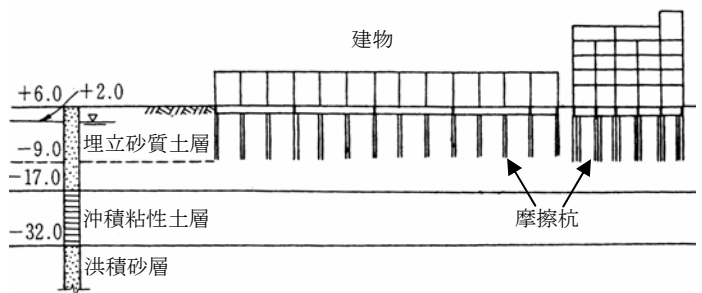


図2 建物断面図²⁾

を示している.

(6)事例6(1968年十勝沖地震)

1968年十勝沖地震で東北本線向山・三沢間で谷底平野の腐植土等からなる極軟弱地盤で盛土が崩壊したが,その隣の盛土が同様な地盤存在したにもかかわらず

図6に示すように何らの変形も生ぜず無被害であった.その地盤は図6に示すように腐植土等からなる軟弱地盤がほぼ水平に堆積していた.

以上2つの盛土は様な地盤に堆積しており,地震時

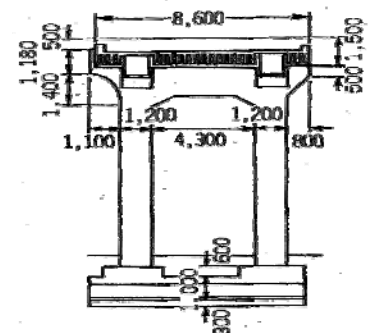


図3 神戸市街線高架橋⁴⁾

キーワード: 地震, 無被害構造物, 直接基礎, 摩擦基礎, 地盤変位追従

連絡先: 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 電話 027-265-7342 E-mail: nasu@maebashi-it.ac.jp

に地盤に不同変位が発生することがなく、地盤の動きに追従して並進的に動いたので被害を受けなかったことが推察される。

3.おわりに

建物や橋梁等が良好な地盤につくられている場合は地震被害が殆どみられないし、以上の事例の他にも無被害の建物や橋梁等は上記のような地盤・摩擦基礎、さらには直接基礎を持つ構造物に多くみられる。盛土の地震時の無被害は良好地盤と軟弱地盤でも上記のような一様地盤上で多く認められる⁶⁾。

従って、地震時に被害が発生しない理由として図7～9に示すように、地震時にそれらの構造物が地盤の動きに追従して動くため、地盤から偏土圧や不同変位(上下、水平方向の)を受けないため被害が発生しないことが推察される。なお、今後とも以上の調査を継続して深度化する予定である。

最後に、以上の調査に当たってお世話になった文献の著者と、近藤堅司本学卒業研究生に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 那須誠: 阪神・淡路大震災による構造物被害と地盤の関係, 第4回耐震補強・補修, 耐震診断に関するシンポジウム講演論文集, pp.123-130, 2000.7.
- 2) 萩野芳章・出村禧典・加藤康司・松田國夫: 六甲アイランド埋立地の摩擦杭で支持された構造物の地震時挙動解析, 土と基礎, Vol.44, No.3 pp.34-36, 1996.3.
- 3) 近藤堅司: 地震時の杭の損傷と地盤の関係の研究, 平成18年度前橋工科大学卒業研究論文, 2007.3.
- 4) 那須誠: 地震時の杭あるいは上部工の損傷と地盤の関係, 第41回地盤工学研究発表会発表講演集, No.960, pp.1919-1920, 2006.7.
- 5) 第8回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造物の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 2005.2.
- 6) 那須誠: 地震による被害構造物と無被害構造物の地盤の違い, 土木建設技術シンポジウム 2003, pp.299-306, 2003.7.
- 7) 那須誠: 盛土の地震被害と地盤構造, 鉄道総研報告, Vol.3, No. 8, pp.50-57, 1989.8.

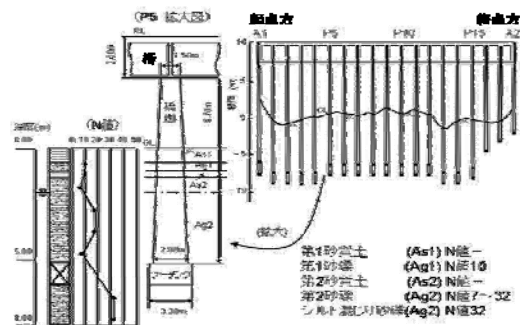


図4 静内川橋梁の全体図と土層断面図⁵⁾

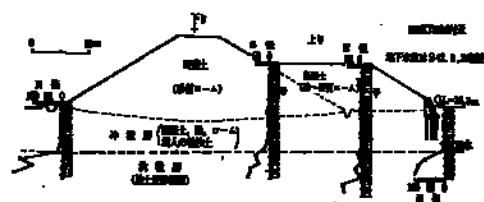


図5 向山・三沢間の盛土と地盤⁶⁾

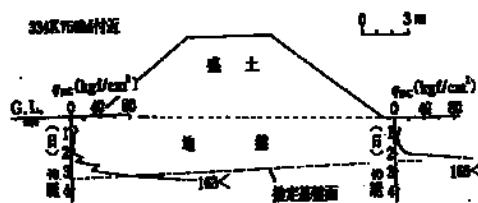
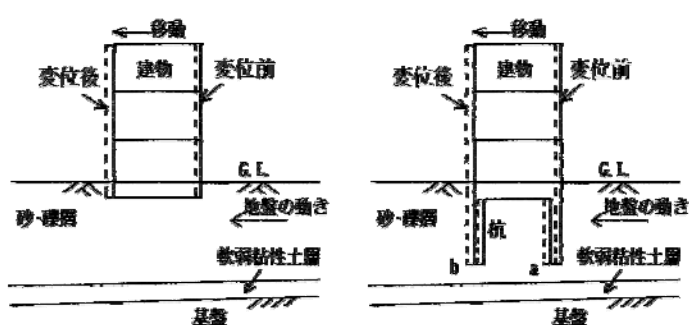


図6 鯉川・鹿渡間の盛土と地盤⁷⁾



(a) 直接基礎 (b) 摩擦杭基礎

図8 地震で無被害の建物の基礎と地盤の関係⁶⁾

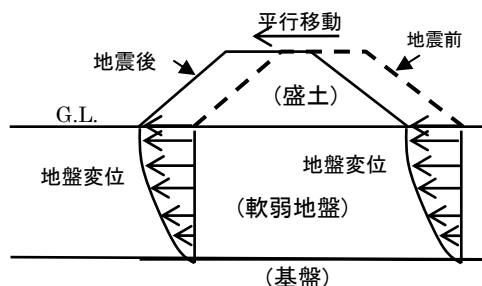


図9 地震で無被害の盛土と地盤の関係

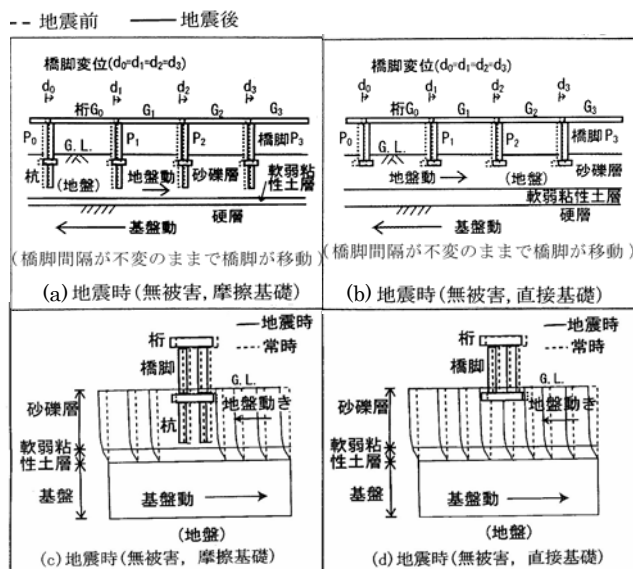


図7 地震で無被害橋梁の基礎と地盤の関係⁶⁾