

地盤の液状化による永久変位に関する研究

豊橋技術科学大学学生

○久保 晴孝

豊橋技術科学大学

正会員 栗林 栄一

1. はじめに

1964年新潟地震、1983年日本海中部地震では地震動により地盤が液状化し、地盤が水平方向に数m移動し、地盤上及び地中の構造物に多大な被害をもたらした。この液状化による地盤の大変位のことを地震後も残存することから“地盤の永久変位”と呼びそのメカニズムに関する研究がなされてきているが、いまだ決定的なメカニズムの構築には至っていない。本来、永久変位の発生は地形・土質条件の形態により異なるため各々の形態についてその要因を明らかにする必要があると考えられる。そこで本研究では、水平地盤で発生する永久変位の発生要因及びメカニズム解明に一考察を加えることを目的とし1990年フィリピン・ルソン地震、1964年新潟地震の際にみられた水平地盤での永久変位の地形・土質条件の特徴を比較し、考察を行った。

2. 1990年フィリピン・ルソン地震(ダグバン市)

1990年7月16日、フィリピン共和国ルソン島の中北部で発生したマグニチュード7.8の地震では、激しい地震動により多くの建物が倒壊し大規模な斜面崩壊・崖崩れが生じた。平野部では、著しい液状化現象が起こり橋梁、建物、盛土、道路、ライフラインなどに大きな被害が発生した。図1に示すように地盤の液状化は、

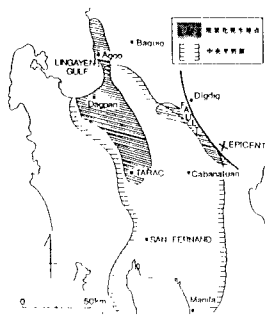


図1 液状化発生分布

震源に近い地域よりもむしろ中央平野北部のリングエン湾沿いの低地に多く分布している。リングエン湾沿いに位置するダグバン市では液状化による永久変位が発生し多くの被害をもたらした。図2にダグバン市における永久変位発生状況を示す。パンタル川に向かう永久変位が顕著であり最大変位量は8mにも達する。被害報告書¹⁾によればパンタル川の両岸は水平に近いと報告されており、また永久変位は旧パンタル川の旧河道地域で発生している。B-B'断面における地層断面図及び推定液状化層(地表最大加速度200gal)を図3に示す。表層部にココナツの葉や海岸の砂で埋め立てられたB層が堆積しており、その下に緩い比較的均一なAs1層があり更に砂層と粘性土層が互相状に堆積するAsc層がある。

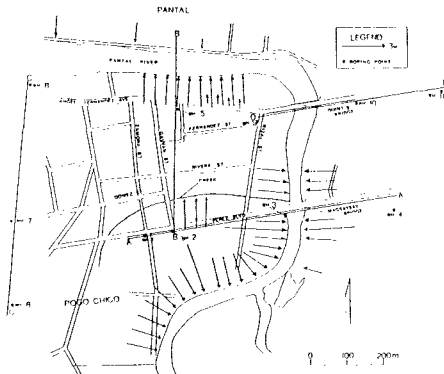


図2 ダグバン市の永久変位発生状況

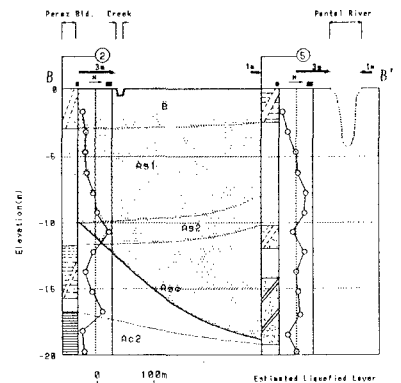


図3 B-B'断面

液状化判定の結果これらB層、As層、Asc層が液状化したと思われる。永久変位はパンタル川両岸から河心に向かい1~3m発生しており、またベレス通りからクリークに向かい3mの変位が発生している。液状化層は地表面付近から存在し層厚は10~18mである。また液状化層の下面はベレス通りからパンタル川に向かい急激な勾配で傾斜しており、永久変位の発生方向と一致している。

3. 1964年新潟地震（海老ヶ瀬地区）²⁾

1964年に発生した新潟地震での被害のほとんどは、地震動そのものに起因するものよりは地盤の液状化に起因するものが多くみられた。特に信濃川、阿賀野川沿岸地域では液状化に伴う永久変位が顕著にみられ多大な被害を被った。図4に阿賀野川左岸地域、図5に海老ヶ瀬地区における永久変位状況を示す。海老ヶ瀬地区には阿賀野川の支流である通船川が流れており、また通船川の兩岸には旧河道が広がっている。永久変位は概ね通船川に向かっており最大変位量は7.5mである。図5にF-F'断面における推定液状化層（地表最大加速度200gal）を示す。GL-10付近までにAs1,2層（N<15）が堆積しており、これらの層が液状化したと思われる。地表面は傾斜勾配が1%未満で水平に近く、また永久変位は大形小付近から通船川に向かい発生している。液状化層は4m程度でダゲバン市に比べ小さいが上面及び下面が永久変位発生方向に傾斜している。

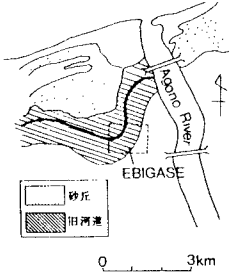


図4 阿賀野川左岸地域

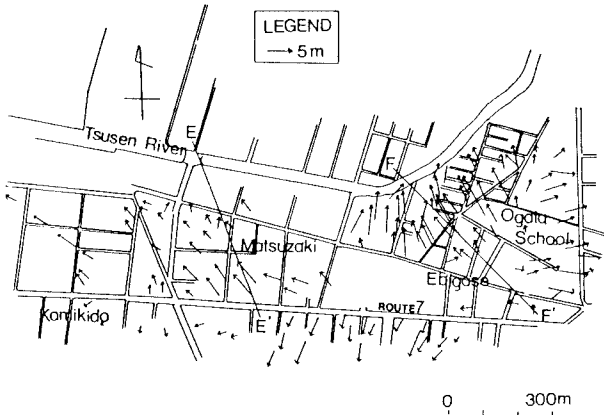


図5 永久変位発生状況

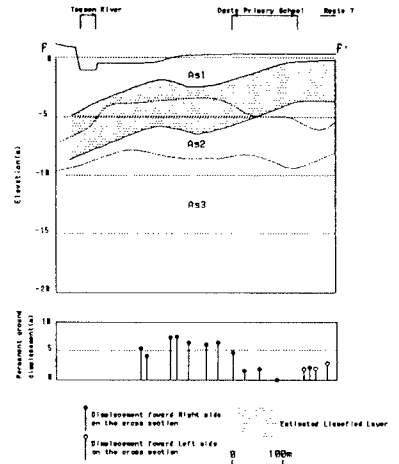


図6 F-F'断面

4. 永久変位発生メカニズムに関する考察

ダゲバン市、海老ヶ瀬地区の事例では永久変位発生方向と液状化層下面の傾斜方向が一致していた。両地域にはまた川岸に噴砂の跡が多く確認されている。液状化層下面の傾斜と噴砂に注目した永久変位発生プロセスを図7に示す。地震が発生すると軟弱な砂層が液状化し噴出する（噴砂）。噴砂に伴い液状化層に流れが生じ（流動化）、下面の傾斜方向に流れる。この液状化砂の流動に伴い地盤全体が移動し、地震後に永久変位が残存すると考えられる。

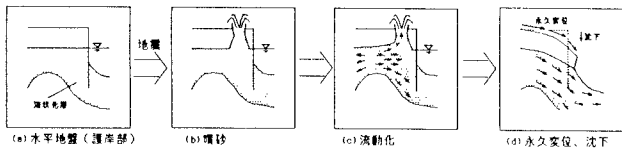


図7 永久変位発生プロセス

地震が発生すると軟弱な砂層が液状化し噴出する（噴砂）。噴砂に伴い液状化層に流れが生じ（流動化）、下面の傾斜方向に流れる。この液状化砂の流動に伴い地盤全体が移動し、地震後に永久変位が残存すると考えられる。

5. 結語

ダゲバン市、海老ヶ瀬地区の水平地盤に発生した永久変位の特徴は次のようになる。

- 1) 両地域には小河川が流れており周辺に旧河道を形成しており、永久変位は旧河道地域に集中し概ね小河川に向かう傾向にある。
- 2) 永久変位が発生した地点の地盤には広範囲に液状化層が存在し下面の傾斜方向に永久変位が発生している。

参考文献

1) (財) 地震予知総合研究振興会編：1990年7月、津波・新潟地震被害調査報告書、1991
 2) 奥水正比古・小島雄三・浜田正則：液状化による地盤の永久変位と構造物被害に関する研究－1964年新潟地震による阿賀野川左岸地域での事例－、東海大学紀要海洋学部、第29号、pp.83～96、1986