

## 2.4 砂地盤と液状化

### (1) 砂質土

砂質土は、前項でも述べた通り粗粒分（砂，レキ 0.075mm 以上）のほうが多ければ粗粒土となり，レキ分が砂分より多ければ，レキ質土，その逆は砂質土となる。<sup>4)</sup>

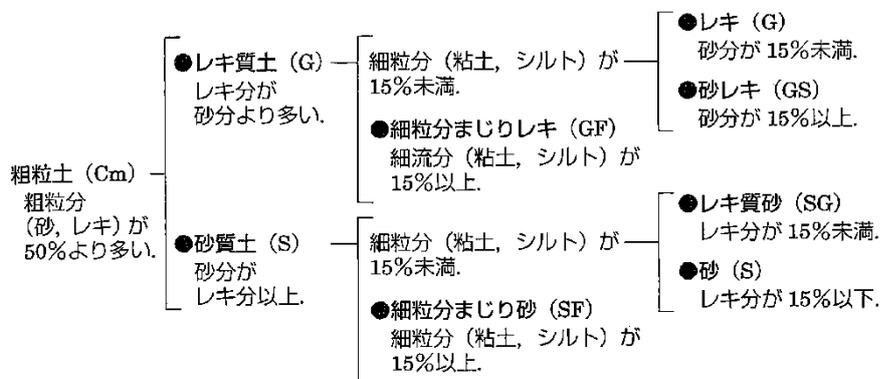
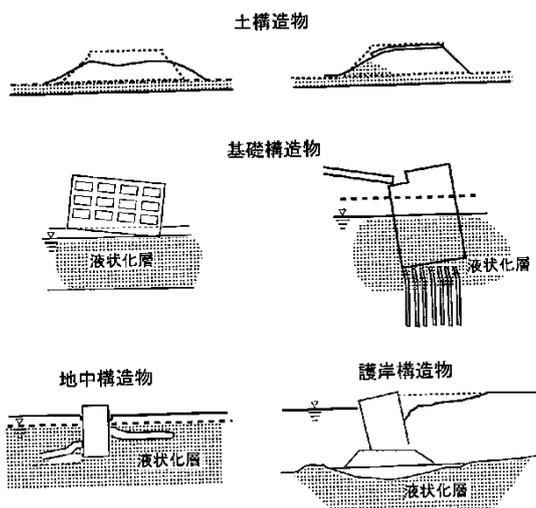


図-8 粗粒度の分類<sup>4)</sup>

### (2) 液状化現象

液状化現象が認識される契機となったのは、1964年の新潟地震である。日本海を震源として新潟市を襲ったこの地震では、砂を含んだ泥が、人の腰の高さまでも吹き上げ、空港ビルやアパートが大きく沈下したり、傾いて転倒したりする被害が生じた。建物の転倒は地震動の動きに合わせて転倒したのではなく、大きな揺れが収まった後も、ゆっくりと時間をかけて沈下・転倒をしていったことが報告されている。



また、信濃川沿いの地域では、噴砂、噴水と同時に護岸が崩壊して、護岸背面の地盤が大きく川に向かって流れだした。その後も大きな地震が発生するたびに液状化による被害が報告されている。液状化現象とは、その言葉通り、地震時に地盤があたかも液体のようになってしまう現象である。<sup>7)</sup>

図-9 液状化に伴う構造物被害<sup>7)</sup>

### (3) 液状化が発生する可能性のある地盤

#### ①砂質土であること

液状化は、砂に特有の現象であり、粘土では起こらない。いま砂地盤の一部を取り出して、仮想の顕微鏡でのぞいてみることにしよう。地盤を構成する砂粒の形状を単純化して円形と考えると、図-10のように土粒子どうしが接触した状態で周りからの圧力に抵抗している。砂粒同士の接触、言い換えると摩擦力が砂の強さの源である。したがって、周囲からの圧力が大きくなると砂の強度も大きくなる。

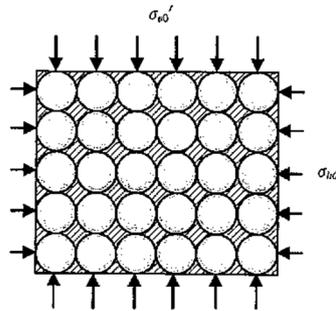


図-10 地震前の砂地盤の状態に関する模式図<sup>8)</sup>

#### ②ゆるく堆積していること

砂地盤では砂粒が堆積しているといっても、その密度（締め具合）はさまざまである。図-11の上図がゆるい状態、下図が密な状態である。この状態の砂地盤に地震が来たらどうなるだろうか。地盤は構造物と同様に、横波の作用によりマッチ箱が潰れるような変形（せん断変形）に弱い。このようなせん断変形を受けると、ゆるく堆積した砂は、土粒子間の間隙に土粒子が落ちて体積現象することによって安定になろうとし、逆に締まった砂は隣接する土粒子を乗り越えるような形となり、体積が増加する。

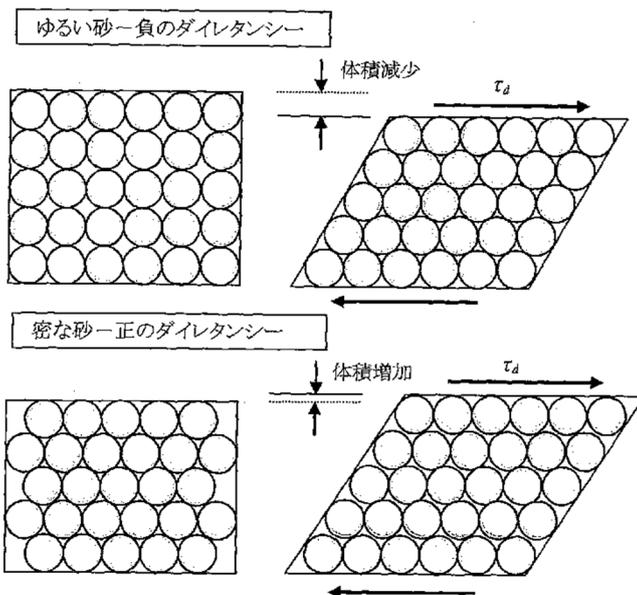


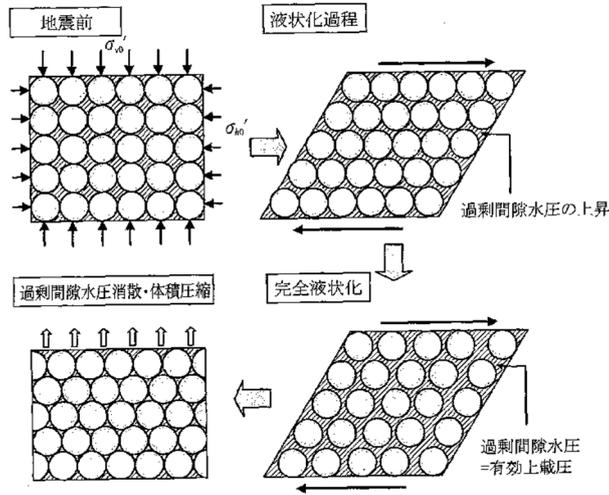
図-11 砂の基本的な性質 -ダイラタンシー<sup>8)</sup>

ゆるく堆積した砂はせん断変形を受けると土粒子の接触がはずれて体積減少が起こり、密な安定状態に移行しようとするが、土粒子の間隙が水で満たされている場合に体積減少が起こるためには間隙中の水が排出される必要がある。しかし、水が砂粒中を移動して排出されるためには時間がかかるので、瞬間的には非排水条件とみなされ、土粒子の接触がはずれた状態のまま水の中に浮くような状態になる。これが砂の液状化にほかならない。

③水で飽和されていること

液状化は土粒子の間隙が水で満たされていないと起らない。図- 12 で説明しよう。

土粒子の間隙が水で飽和されているゆるい砂地盤の微小要素考えると、地震前には周囲の地盤から鉛直方向及び水平方向の土圧と水圧を受け、それに対して土の微小要素は土粒子に接



触に起因する抵抗力と間隙水の水圧でバランスしている。この微小要素が地震動による繰り返しせん断力を受けると、瞬間的に接触がはずれた土粒子が間隙水の中に浮いたような状態になる。せん断変形によって、土粒子の接触がはずれると、土粒子の代わりに間隙の水が周囲から圧力に抗するようになるので、水圧が上昇する。液状化が起こると間隙水圧が上昇するのはこのためである。これが液状化過程である。<sup>8)</sup>

図- 12 液状化が生じるメカニズム<sup>8)</sup>

(4) 微地形区分と液状化発生箇所

液状化発生確認箇所を微地形区分データ上にプロットした。

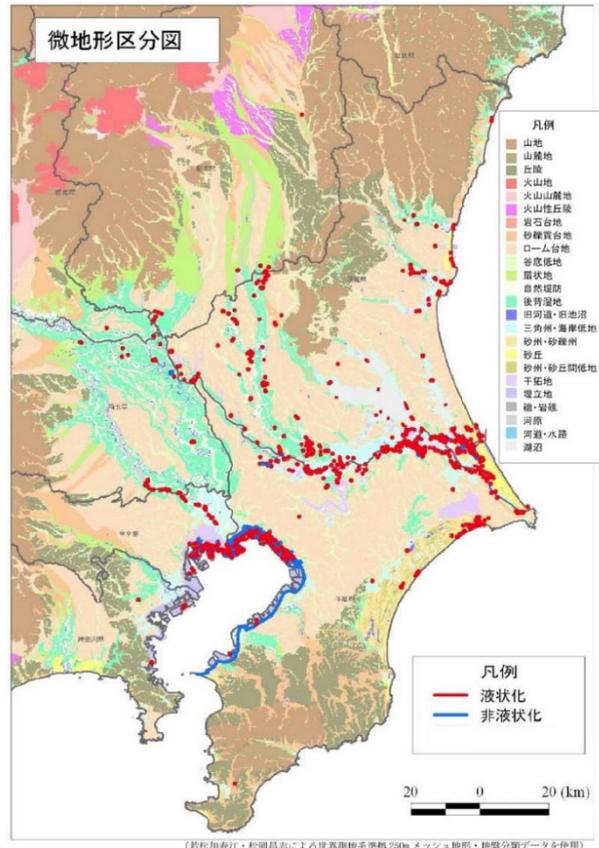


図- 13 関東地方の微地形区分図と液状化発生地点<sup>9)</sup>

(5) 関東地方における液状化発生分布

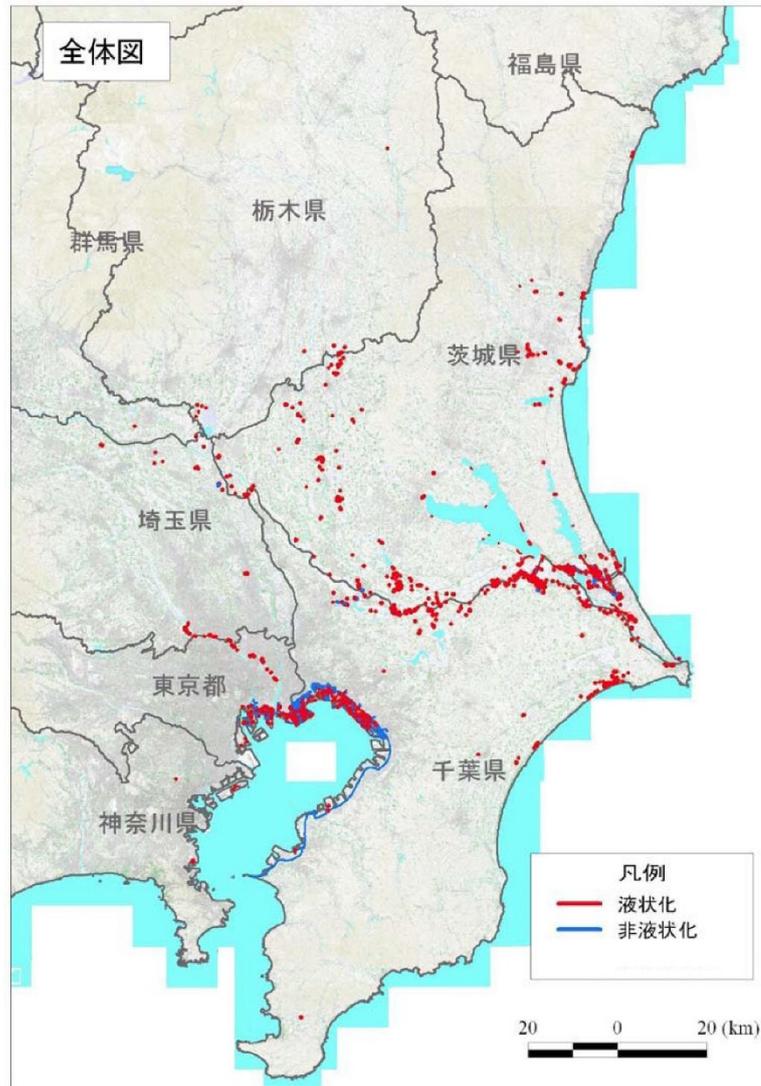


図-14 関東地方の液状化発生分布<sup>10)</sup>

(6) 茨城県において液状化が確認された市町村

表-1 液状化発生箇所を含む市区町村<sup>11)</sup>

都道府県	市区町村	液状化が発生した市区町村数
茨城県	水戸市、日立市、土浦市、古河市、石岡市、結城市、龍ヶ崎市、下妻市、常総市、常陸太田市、北茨城市、取手市、つくば市、ひたちなか市、鹿嶋市、潮来市、守谷市、那珂市、筑西市、坂東市、稲敷市、かすみがうら市、神栖市、行方市、鉾田市、つくばみらい市、茨城町、大洗町、東海村、美浦村、阿見町、河内町、八千代町、五霞町、境町、利根町	36