

## 一次元浸透実験における砂の挙動

九州大学工学部 学 〇渡辺 英則  
正 村田 重之

## 1 まえがき

1次元あるいは2次元の砂の浸透破壊現象については古くから種々の研究がなされ、定性的な現象の把握や破壊に関する極限の条件などについてはすでに相当な研究成果が納められている。しかし、破壊に至る過程での地盤内部の応力状態や破壊がどの部分から始まりどのように進行して行くのかなどについてはまだ必ずしも明らかではない。本研究ではボーリングやパイピングなどの浸透破壊現象も進行性破壊の1つであるとの観点から、浸透力の増大につれて砂地盤内部の応力がどのように変化し破壊に至るのかを実験で確かめることを目的に行っている。今回豊浦砂を使った実験から進行性破壊を裏付けるような結果を得たのでここに報告する。

## 2 装置と方法

実験に使用した装置

は図-1に示すように

供試体は長さ約31cm

直径20cmの内柱型であ

る。浸透水は可動水槽

と下水槽との水位差に

よってフィルターを通

過させた後供試体の上

部へ向って流れる。計

測器には試験容器の内

壁に作用する圧力を測

定するための小型圧力変換器(max 0.2 kg/cm<sup>2</sup>)が上・下2個、供試体の表面の変位を測定する差動トランス。さらに、供試体の支持力を定性的に観測する目的で長さ20cm・直径3mmの真ちゅう棒とアルミ棒を各々4本ずつ使用している。

供試体は乾燥した豊浦砂を水中沈降させ、容器側面を所定の回数ハンマーで打撃することによって供試体の間隙比を変化させている。実験は水頭差を所定に大きくしボーリングが発生するまで行なった。各水頭段階ごとにピエゾメータ水位、浸透流量、水平圧力、真ちゅう棒とアルミ棒の沈下量及び表面の変位量の測定を行なった。

## 3 結果と考察

## (1) 浸透流量と透水係数

浸透流量は図-2のごとくほぼ直線的に増加しているが、破壊が近くなった付近からは直線からはずれている。このような傾向は図-3の透水係数と動水勾配の関係でさらにはっきりと現われている。このことは比例関係がくずれ始める付近で供試体内部にはすでに破壊につながる何らかの変化が起っていたためでないかと思われる。

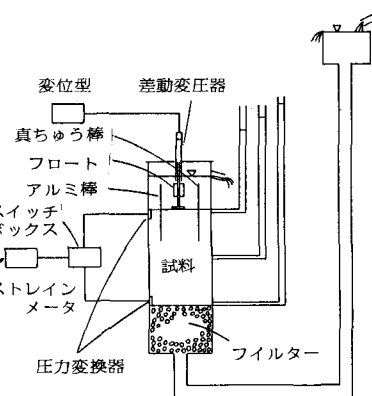


図-1

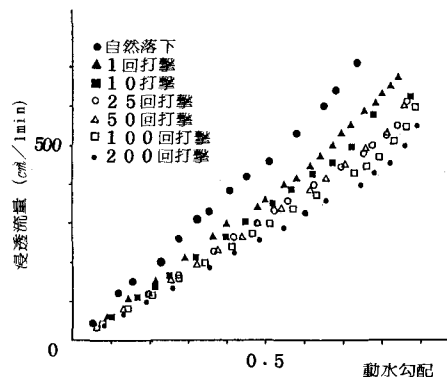


図-2

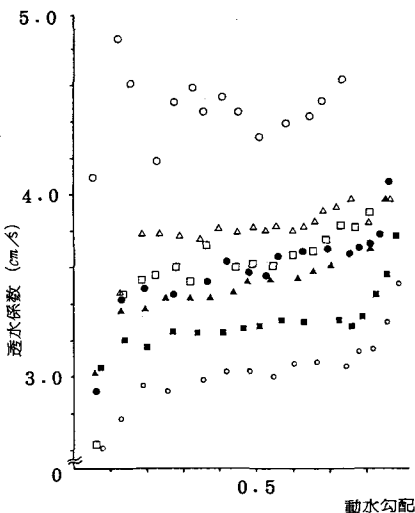


図-3

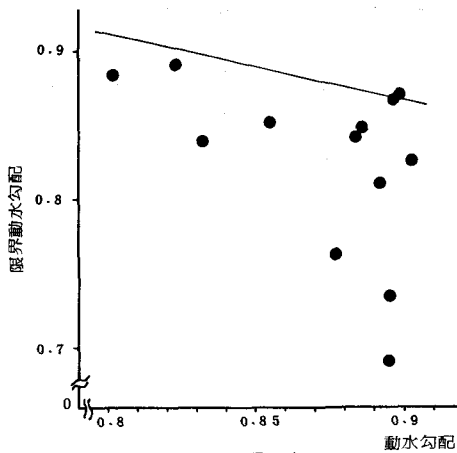


図-4

## (2) 限界動水勾配

初期間隙比の範囲が0.8~0.9とわずかではあったが、図-4に示すように得られた限界動水勾配はいずれもテルツァーギーのそれとほぼ等しいかあるいは小さい値を示している。今回のような間隙比の範囲ではほぼ妥当な値と思われる。

## (3) 供試体の支持力

供試体表面に立てた真ちゅう棒とアルミ棒が動水勾配の増加に従って沈下していく状況を示した

のが図-5である。これらの棒は最初砂と棒の周面の摩擦力によって支持されているが、浸透力の増大に従って砂粒子の水中重量が軽くなり、その結果摩擦力が低下し棒が沈下して行くと考えられる。実験では重量の重い真ちゅう棒から先に沈下が始まり、アルミ棒はボイリングの始まる直前までほとんど沈下が起こらず破壊の直前から急に沈下を始めている。このように供試体はある程度初期の段階から支持力を失って進行性破壊の様相を呈していると考えられる。

## (4) 供試体表面の挙動

供試体表面の挙動はゆる詰めの場合動水勾配が大きくなるに従って徐々に沈下が進み密な状態へ移行してゆく。これは浸透力の作用によって砂粒子が相対的に移動し易くなり間隙への砂粒子の落ち込みによって現われたものと考えられる。また、密詰めの場合ボイリングが近くなると表面が徐々にふくらみ始めボイリングの直前には一段と大きな盛り上がりを見せて破壊に至っている。これは浸透力の作用で砂粒子が上方へ持ち上げられるような力を受け、供試体全体がゆる詰めの状態へ移行したためと考えられる。

## (5) 鉛直応力の変化

容器の側壁に取り付けた小型圧力変換器によって水平方向の全圧力を測定した。この全圧力から水压を差し引いて有効水平圧力を求め、これをさらに静止土圧係数( $K_0 = 0.5$ を使っている)で割って有効鉛直圧力を求めた。有効鉛直圧力と動水勾配の関係についてその代表的なものを図-6に示している。有効鉛直圧力は動水勾配の増加に従ってわずかずつではあるが減少する傾向を示している。有効鉛直圧力が理論どおりに限界動水勾配付近で零になるよう直線的に減少して行くのか、あるいは、ボイリングの直前までの減少はわずかで、その直前において急激に減少するののかについてはこれからさらに実験を重ね確かめて行きたい。

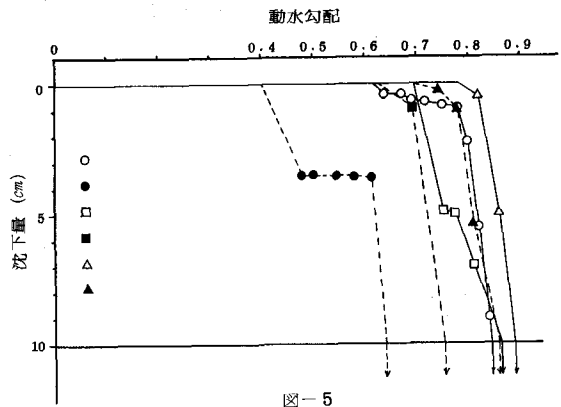


図-5

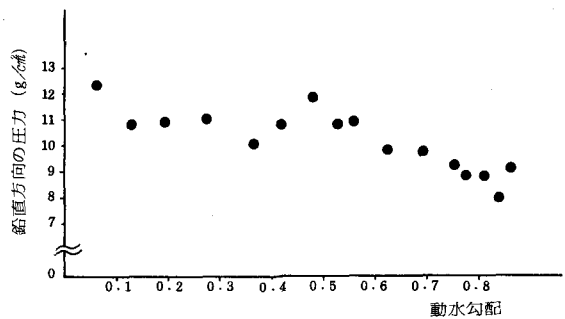


図-6