

Ⅲ - 22

クイックサンド実験における破壊時動水勾配に及ぼす履歴の影響

○東北学院大学工学部 学生員 千葉 太介
 東北学院大学工学部 学生員 皆川 和代
 東北学院大学工学部 正会員 斎藤 孝一
 東北学院大学工学部 正会員 飛田 善雄

1. はじめに

矢板を用いた掘削工事などで浸透水が存在すると、土骨格に浸透力が作用し、ある限界を超すと土骨格の崩壊が起こり、土粒子が持ち上げられる。この浸透力による浸透破壊を一度起こした砂の構造が、再び浸透破壊を起こすのにどのような影響を及ぼすかについて、上向きの浸透流を飽和砂供試体に与え、繰り返しクイックサンド実験を行った。特に、間隙比及び破壊時動水勾配の変化についての研究成果を報告する。

2. 浸透破壊実験

図-1に示す実験装置を用いて、供試体を一度浸透破壊させた後、動水勾配を下げ、供試体を水平にならした後、再び浸透破壊させる、繰り返し浸透実験を行った。試料は豊浦砂を使用し、高さを変えて実験を行った。

- (1) 砂試料の高さを 20 cm とした場合
- (2) 砂試料の高さを 10 cm とした場合
- (3) 砂試料の高さを 5 cm とした場合

3. 実験結果

2. の条件で実験を行った結果、間隙比と破壊時動水勾配の関係は、初期供試体においては図-2のようになり、一度破壊した供試体では、図-3のようになる。図中に示す線は Taylor の式による限界動水勾配を示している。初期供試体の破壊時動水勾配は、供試体高さが高いほど低くなるが、限界動水勾配よりは高くなっている。一度破壊した供試体の再破壊時の動水勾配もまた、供試体高さが高いほど小さな動水勾配をとる。いずれの高さにおいても、間隙比の小さい方が一回目の破壊と、二回目の破壊の破壊時動水勾配の差が大きくなっている。

4. 考察

図-4は、一度破壊した供試体の平均間隙比 e_1 と、初期供試体の間隙比 e_0 の関係を示したもので、直線は $e_1 = e_0$ を示している。図-4より、初期供試体の間隙比より、一度破壊した供試体の平均間隙比の方が増加傾向にある事が分かる。これは、第一に初期供試体を浸透破壊させたことにより、供試体表面にボイリングによっ

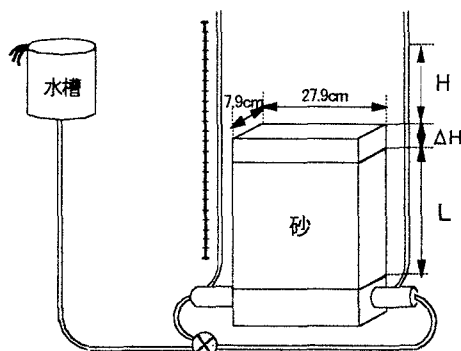


図-1 クイックサンド実験装置

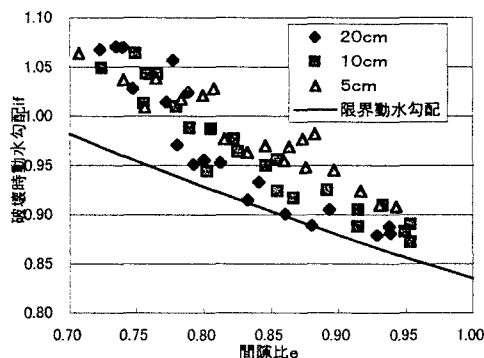


図-2 1回目のクイックサンド実験

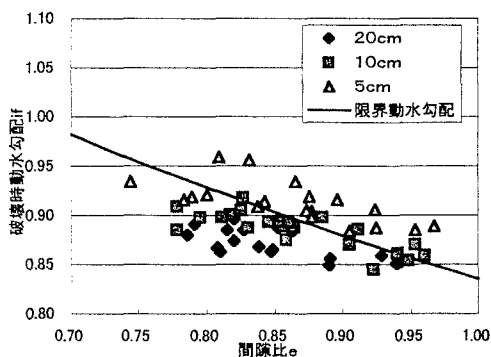


図-3 2回目のクイックサンド実験

て噴出した砂が、堆積したためと考えられる。第二に正のダイレイタンスーによるものと考えられる。また、間隙比の小さいものほど、一度破壊した供試体の平均間隙比の増加量が大きくなる傾向にあるのは、第一に間隙比が小さい時、つまり、土粒子が密詰め状態にあるときは、浸透破壊によって供試体表面に噴出する土粒子の量が多く、間隙比が大きいき、つまり、土粒子が緩詰め状態にある時は、浸透破壊によって供試体表面に噴出する土粒子の量が少ないためと考えられる。第二に正のダイレイタンスーによる体積の増加量は、間隙比が小さいほど大きくなるためと考えられる。

20 cm、10 cm、5 cmそれぞれの初期供試体の実験結果に近似曲線をあてた。近似曲線と再びクイックサンド実験を行った時の破壊時動水勾配から上記近似曲線を利用して相当な間隙比 e_s を求めた。この相当間隙比 e_s と平均間隙比 e_1 の関係を示したものが図-5である。直線は $e_s = e_1$ を示している。図-5から、実測した平均間隙比 e_1 より、相当間隙比 e_s の方が大きな値をとることが分かる。実測した平均間隙比が、0.75～0.95 程度の範囲で分布しているのに対して、相当間隙比は、0.9～1.0 程度の狭い範囲で分布している。

浸透破壊は、供試体の土骨格全てを破壊するのではなく、土骨格の最も弱い部分を破壊して、水道(みずみち)をつくり土粒子を持ち上げる。初期供試体の間隙比が図-6に示すように均質であっても、浸透力により、一度水道をつくってしまうと、動水勾配を下げて、ボーリングが収まった後も、図-7に示すように、水道を形成した部分は、水道を形成していない部分に比べ、間隙比が大きくなり、この部分が再度の浸透破壊を起こした時、抵抗性が弱くなると考えられる。

5. 結論

浸透破壊実験を繰り返し行い、一回目破壊と二回目破壊の変化について考察した結果、次のことが言える。

- (1) 一回目の破壊より、二回目の破壊の方が破壊時動水勾配が低い。
- (2) 間隙比が均質ならば、破壊時動水勾配は、Taylor の限界動水勾配よりも高くなる。
- (3) 浸透流によって水道を形成した部分の間隙比は、形成していない部分の間隙比より大きくなる。
- (4) 平均間隙比の値は、Taylor の限界動水勾配の指標にはならず、ボーリングした領域の間隙比 e に支配される。

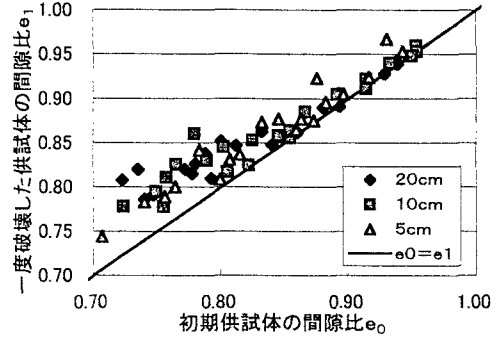


図-4 間隙比 e_1 と e_0 の関係

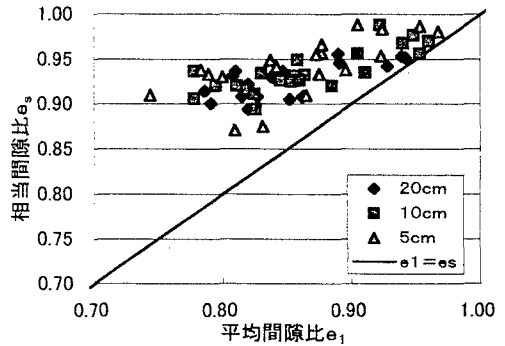


図-5 間隙比 e_s と e_1 の関係

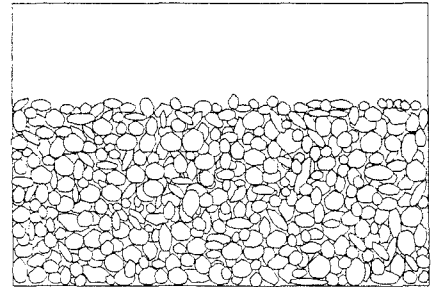


図-6 初期供試体

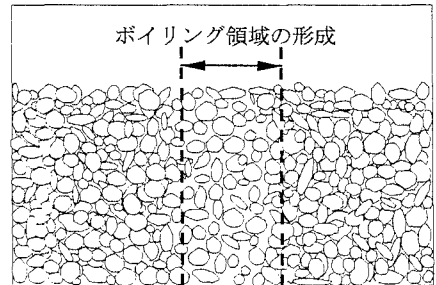


図-7 一度クイックサンドを起した供試体