

浸透流による内部侵食に関する実験的研究

長岡技術科学大学大学院 上川 将彦
指導教官 大塚 悟, 磯部 公一

1. はじめに

斜面崩壊や河川堤防の破堤は人命や財産を脅かす重大な災害であり、これに対する防災対策は急務の課題となっている。河川堤防の主な崩壊形態の一つに浸透崩壊が挙げられる。これは堤内の河川水や降雨が堤体内部に浸透・飽和化することにより、地盤のせん断強度低下や浸透力の作用などが起因して発生する。この浸透崩壊に対して矢板を用いた対策工法である芯壁堤が考案され、耐震性が高く、洪水対策や液状化対策として有用であることが実証されている。しかしながら、河川水位が一度上昇すると堤体内部の水位が長時間にわたり高いまま維持されてしまうことや矢板まわりの水みち発生の懸念などから、長期安定性が課題とされていた。また、崩壊原因につながる内部侵食においては、未だ解明されていない課題であり、条件やその進展具合など系統的な試験が行わなければならない。そこで、内部侵食の基礎的な実験を行い、実験前後における地盤内の粒度分布の変化を計測する。

2. 内部侵食実験

2.1 上向き鉛直浸透試験機



図-1 侵食実験概略図

図-1は実験の概略図である。図のように下部から通水を行い、30分毎に流量を測定した。流量が安定したら実験終了とし、流量の時間変化、また、実験前後で粒度試験を行い、粒度分布の変化を検証した。相対密度40%の硅砂3号と東北硅砂7号を質量比6:4で混合した中間土を実験試料とした。本論文にて取り組んだ実験ケースを表-1に示す。Case1を基準ケースとし、実験試料上部におもりを載荷させ、拘束圧を想定したCase2と実験試料長をCase1の約2倍させたCase3を設定した。Case1とCase2では、

拘束圧の有無が内部侵食に与える影響を比較するものである。Case1とCase3では、実験試料長の長さが内部侵食に与える影響について比較・考察するものである。

表-1 実験ケース

Case No.	試料長cm	拘束圧
Case1	9	無
Case2	9	有
Case3	20	無

2.2 試験結果

図-2はCase1,Case2,Case3の流量の経時変化を示している。Case1は時間の経過に伴い、流量が増加傾向にあることを示している。また、実験開始10時間以降は流量が増加しており、透水係数が変化している。これは、内部侵食による水みちが形成され、透水係数が増加していることが考えられる。Case2は実験開始10時間までは流量の増加傾向がみられたが、以降は流量の減少傾向になり、最終的には流量が停止してしまっている。浸透流による内部侵食による水みちの形成で流量が増加し透水係数が大きくなった。減少傾向の要因としては実験試料内部にて目詰まりの発生により流量が少なり、透水係数も小さくなったのであると考えられる。Case3では実験開始24時間まで流量はほぼ一定であったことから透水係数に変化がないことがいえる。しかし、時間の経過に伴い流量が減少し微少な増減を繰り返している。このことから、ある一定の流量になると考えられる。

図-3から図-5は各ケースの実験前と上部・中部・下部から採取された実験試料の粒径加積曲線を示している。すべてのケースで共通であったことは、浸透流の流入部に近い下部で侵食量が最大であったことである。また、侵食量が下部・中部・上部順に侵食量が小さくなっていることである。このことから、浸透流による内部侵食は流入部に近い場所から発生していることが言える。また、侵食されている土粒子の粒径範囲についても0.2から0.8mmで多く発生している。粒径に大きな差がある場合には比較的小さい粒径(細粒子)から砂の移動(内部侵食)が行われている。図-6には、実験前と各ケースの下部とを比較したものである。侵食量が最大であったのはCase1であり、反対に最小の侵食量であったのはCase2であった。Case2とCase3を比較するのは、拘束圧と試料長のどちらが浸透流による内部侵

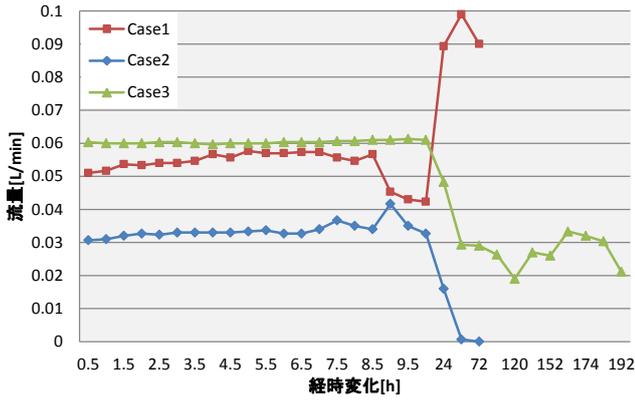


図-2 流量の経時変化 (Case1,Case2,Case3)

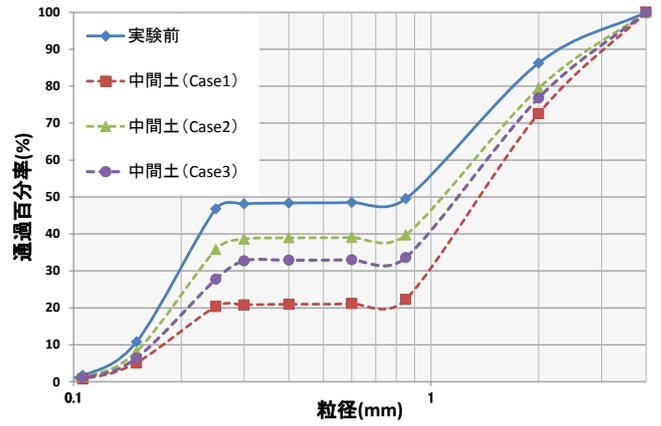


図-6 粒径加積曲線 (Case1,Case2,Case3)

食に作用させる影響が大きいかを考察するためである。図-6から、浸透流による内部侵食を活発にさせる要因として、実験試料の長さよりも拘束圧が存在する方が浸透流による内部侵食を抑えることができるということになる。

3. 大河津分水旧可動堰基礎地盤調査

大河津分水旧可動堰（以下、旧可動堰）は施工から約 80 年経過しており、老朽化による機能や安定性の低下が挙げられるようになった。そこで、新可動堰の建設の際に旧可動堰とその周辺域を対象範囲として基礎地盤調査を実施した。図-7に空洞調査の結果を示す。旧可動堰や自在堰付近での空洞が目立つ。

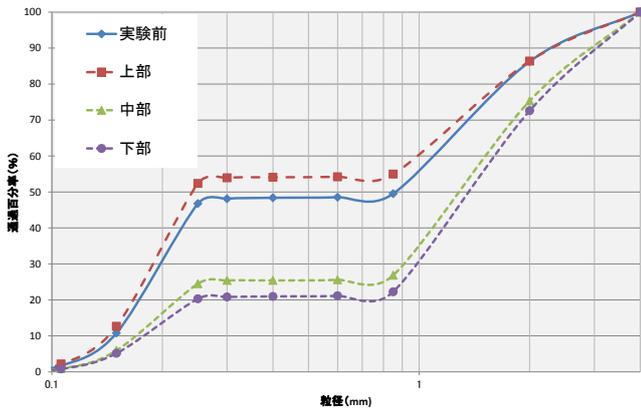


図-3 粒径加積曲線の変化 (Case1)

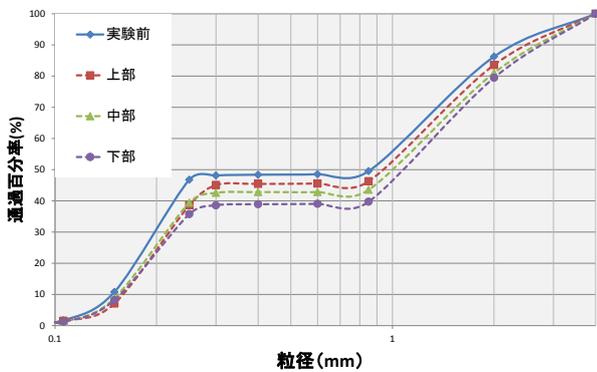


図-4 粒径加積曲線の変化 (Case2)

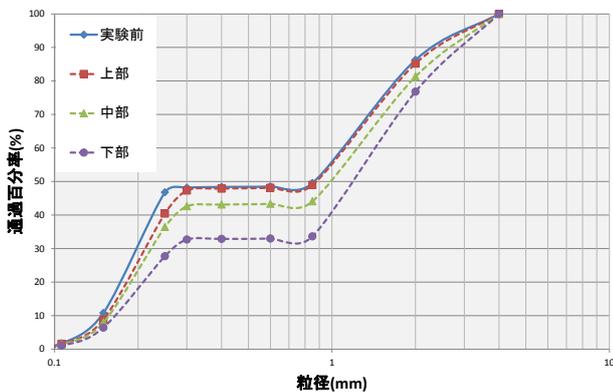


図-5 粒径加積曲線の変化 (Case3)

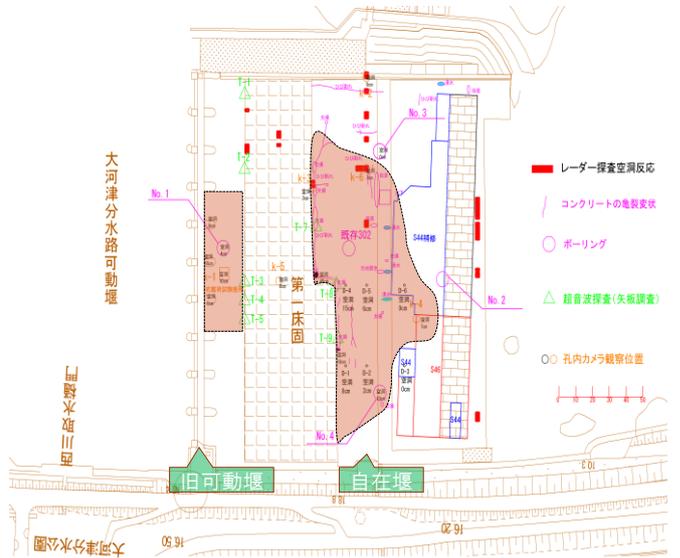


図-7 調査結果 (レーダー探査, 目視調査)

4. 結論

浸透試験から浸透流による内部侵食を把握することが出来た。拘束圧のある場合、透水性が徐々に低下し侵食が進展し難い結果となった。また、層厚が薄い場合侵食の進展速度が層厚の厚い場合に対して相対的に速くなることがわかった。