

桜堤における河川堤防の浸透に対する安全性に着目した一考察

建設技術研究所 正会員 李 圭太, 江川 祐輔
 国土交通省中国地方整備局 伊藤 健, 原 浩之
 建設技術研究所 ○富澤 彰仁, 中上 宗之, 天野 順次
 京都大学大学院 正会員 小山 倫史, 大西 有三

1. はじめに

河岸部における植樹の技術的扱いについては、「河岸等の植樹基準」(平成元年 4 月)他によって規定されており、計画堤防断面内における植樹は原則として禁止されている。しかしながら、人と川が密接に共生してきた中小規模の河川などでは、従前より桜堤として整備されてきた箇所も多く見られ、地域の貴重な潤いの場として貴重な河川空間となっている。その一方で、堤防に植樹された桜の倒木事例や枯死した根系部の腐食による堤体内の空洞化が報告されるなど安全性が懸念されていること、さらに、特に整備水準の低い中小河川では、近年頻発する局所的な豪雨により破堤に至る可能性が高い越水被害を生じることも多いことから、浸透、侵食、越水等に対する河川堤防の安全性が危惧されている。

このような背景の中、本研究は、川幅 70m、堤防天端幅 4m の桜堤で実施された切株撤去工事により得られた調査結果を踏まえ、「河川堤防構造検討の手引き」(以降、手引きと略す)に基づいた、桜の根系による“河川堤防の浸透に対する安全性”への影響について考察を行ったものである。

2. 開削調査

調査対象の桜は、樹齢約50年、切断後1年以内の径80cmの切株であり、川表に植樹されていたものである。地盤特性(透水性、土質)、根系の広がり、腐食の進行度合いについて調査した。現場透水試験は、根系は堤体(不飽和帯)にあったことから、地盤工学会基準で制定される“締め固めた地盤の透水試験”を用いた。調査の結果、桜の根系は法面に沿って分布(図1)し、堤体は礫混じり土が主体であったが、粘土化した礫混じり強風化岩が主根を取りまくようにして分布していた。根系の著しい腐食は見られなかったが、切株近傍における現場透水試験結果は、周辺地盤に比べて $k=1 \times 10^{-1}(\text{cm/s})$ 程度高い透水係数であり、腐食とともに透水性がさらに高くなるものと推察する。

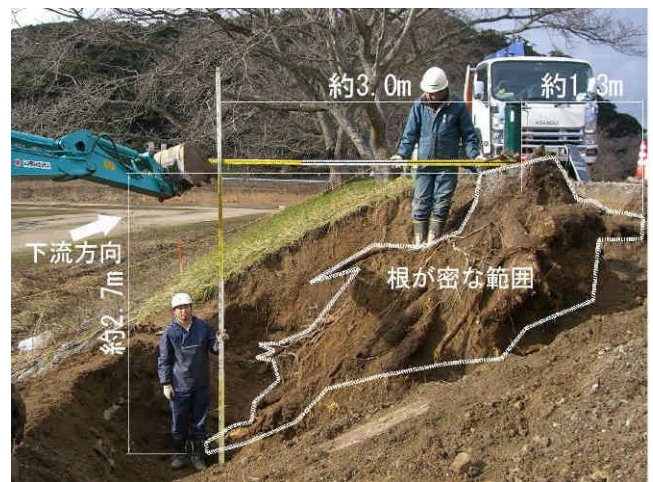


図1 桜の根系状況

3. 根系による河川堤防への影響評価方法

桜の根系による河川堤防への影響評価として、浸透に対する安全性に着目し、飽和・不飽和浸透流解析によって得られる川裏堤防法尻における局所動水勾配による評価とした。解析に用いた断面は、開削調査箇所を含む一連区間における代表断面(既往地質調査)とし、この調査断面に今回の調査において把握した根系範囲を重ね合わせることで解析モデル(図2)とした。

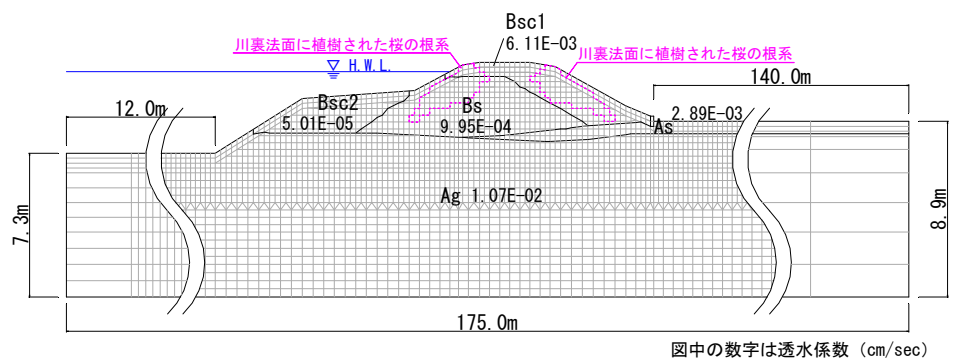


図2 解析モデルおよび設定した飽和透水係数

キーワード 桜堤 河川堤防 浸透破壊

(株) 建設技術研究所大阪本社地盤構造室 (〒541-0045 大阪府中央区道修町 1-6-7 TEL: 06-6206-5555(大代表))

この一連区間には、川表、川裏に植樹がなされていたことから、表1に示す検討ケースを設定するとともに、根系範囲の透水係数は、根の腐食を考慮して地質調査における値に対して $k=1 \times 10^{-1}$ (cm/s) 高くなると仮定した。不飽和特性、外力(降雨・外水位)条件(図3)は、手引きに記載される条件に準じて設定した。

表1 検討ケース

検討ケース	桜の根茎の有無		天端アスファルト舗装
	川表	川裏	
Case0(桜なし)	なし	なし	有り
Case I	有り	なし	有り
Case II	なし	有り	有り
Case III	有り	有り	有り
Case IV	なし	有り	なし

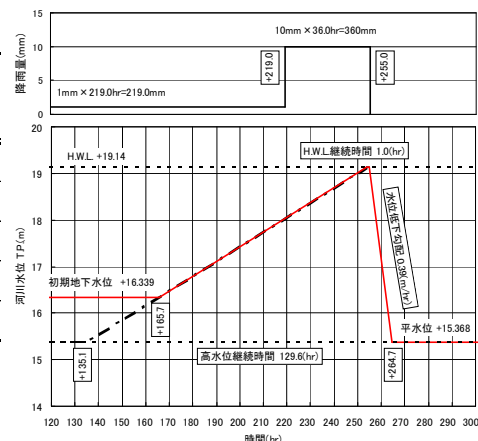


図3 設定した外力

解析結果を図4に示す。透水性が高くなることによって、根系が無い場合に比べて根系範囲における浸潤面が若干上昇する傾向にあるものの、法尻部に根系が達していないことから、局所動水勾配着目位置における浸潤面に顕著な変化は見られなかった。これらの結果から、根系が堤体法尻に達しない程度の堤体規模の場合には、根系が浸透破壊に与える影響は軽微であることが分かった。一方、根系の腐食とともに地盤のせん断強度が低下することから、すべりに対する安全性の低下も想定されるが、本研究においては、経年的な力学強度の評価を行うには至っていない。

5. 対策工法

中小規模の河川では一般に整備計画規模が低く、計画高水位を超える洪水の発生頻度も高い。そこで、対策工法の検討では、浸透だけに着目した対策工法ではなく、堤防越水時にも破壊しにくい“ねばり強い堤防”を造ることが重要である。ここでは、既往文献でその効果が明らかとなっている堤防天端のアスファルト舗装に着目し、Case IIを対象としてこのアスファルト舗装を見込まない検討を行った。その結果、堤体、基礎地盤の透水性が高いことから浸潤面の変化は小さいものの、その有効性(図4 Case IV; 堤体内および堤防法尻付近における浸潤領域の拡大)を確認した。

6. まとめ、課題

桜が枯れ、根系の腐食が進行することで、浸透に対する安全性が低下することが予測されるものの、1年以内の時点では腐食が顕著ではなかったこと、根系先端が堤体法尻に達しない堤体規模であったことから、現段階では、堤防の安全性に与える影響は軽微であることがわかった。今後は、モニタリングなどを併用し、根系の腐食進行段階における安全性評価や地盤のせん断強度低下にともなうすべり破壊への影響評価を行うこと、さらには、洪水流に対する侵食影響に関する評価を行っていくことなどを課題と考えている。

参考文献

- 1) 財団法人国土技術研究センター：河川堤防の構造検討の手引き，平成14年7月
- 2) 李ら：福井豪雨における河川堤防の浸透に関する考察，第40回地盤工学研究発表会，平成17年6月

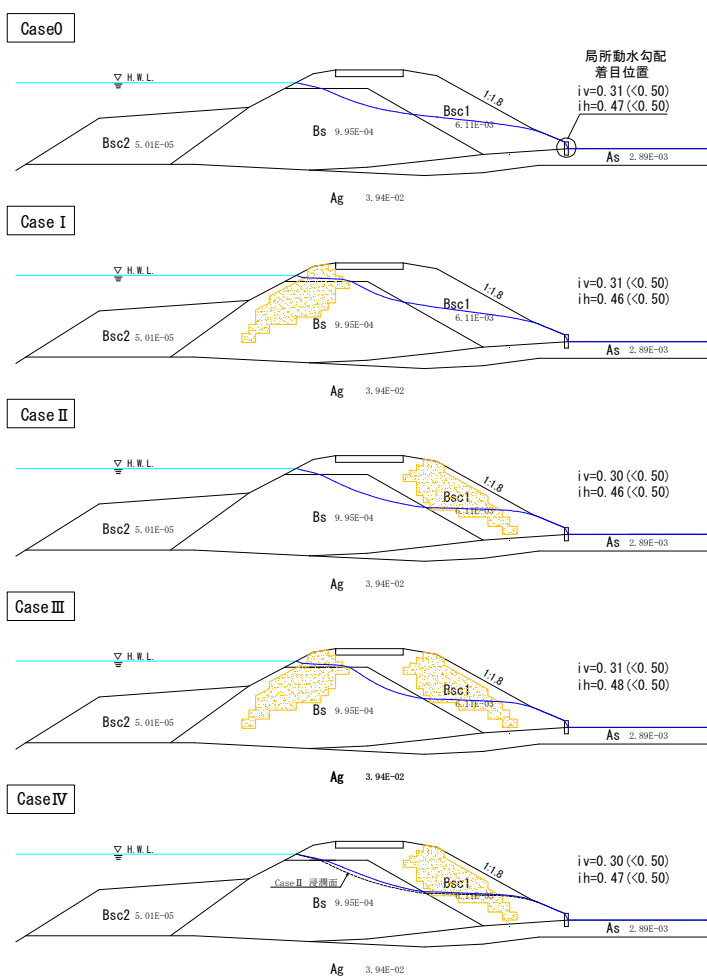


図4 解析結果図