

CS-47

1998年長江洪水災害調査－堤防の被害

茨城大学都市システム工学科 正会員 呉 智深・非会員 李 小春
 長崎大学工学部社会開発工学科 正会員 蔣 宇静
 東京大学土木工学科 正会員 黄 光偉
 南京大学地球科学系 非会員 施 斌

1. はじめに

1998年6月中旬から9月下旬にかけて、中国の長江流域では1954年以来の全流域大洪水が起こった。中流の一部の区間では、水位が史上最高を記録した。この洪水によって数多くの社会基盤施設が破壊した。被害の直後、著者ら5人の在日中国人研究者は、中国科学院武漢岩土力学研究所、長江水利委員会などの協力を受け、長江洪水災害の緊急調査を実施した。調査チームは、9月26日から10月3日にかけて、重慶市、三峡ダムサイト、監利県、武漢市及び九江市における被害現場の実地調査を行い、洪水災害の外力、氾濫実態、堤防の被害、インフラ・ライフラインの被害、洪水防御体系の実態などを把握した。調査の成果としては、「1998年長江洪水被災調査報告書」にまとめられていることから、ここでは、主に、長江洪水防御体系における主な施設としての堤防の被災状況について紹介する。

2. 背景資料

長江本流は、西から東へ伸び、長さが6300km、700以上の支流とともに、中国の西南、華中及び西部地区の17つの省、市、自治区を繋ぐ。その流域面積は180万km²に達する。本流が上流、中流と下流、三区間に分かれる。上流は、水源から宜昌まで、長さが4500km、中流は、宜昌からポーヤン湖の口まで、長さが1000km、下流は、洞庭湖の口から上海まで、長さが800kmである。長江の中下流部は両湖平原、江漢平原、蘇皖平原と長江三角州平原から構成される長江中下流平原である。

長江の堤防は、紀元317年から、少しずつ築かれたものである。現在、長江流域の堤防全長が約30000kmある。そのうち、本堤防(本流の堤防)は3600kmである。その他は、支流に沿う支堤や、沿岸地帯の住民区を囲む民堤及び都市を守る市堤である。長江の本堤防は、一般、土砂で築かれ、地盤より5.6~16m高く、トップ部の幅が8~12m、底部の幅が約100mである。堤防の基礎地層は、粘土、シルトや細粒砂、中粒砂などからなり、厚みが合せて100m以上ある(図1)。

1998年6月中旬から9月下旬の間、全流域性の豪雨によって、本流及び上中流の各支流にも大洪水が起こった。長江中流の全区間は警戒水位を2.50~3.94m超え、そのうちの360kmの区間及び洞庭湖、ポーヤン湖の水位は歴史の最大値を0.50~1.25m超えた。894kmの本堤は史上最高の水位の状態では抵抗し、重大な洗練を受けていた。最高洪水水位は沿江の12.6km²低地平野より7~16m高く、この平野に住んでいた約6000万人が危険状態に晒されていた。

3. 堤防の事故と被害

このような長時間と高水位下

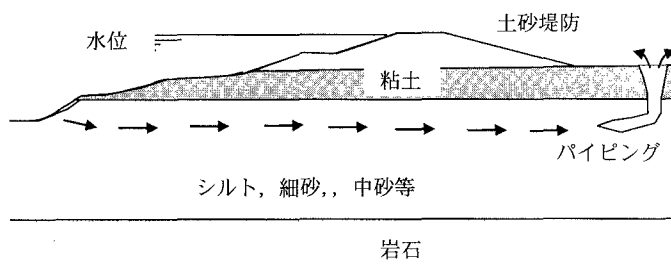


図1 本堤防の構造と基礎地盤

キーワード：長江、洪水、堤防、被害、パイピング

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 TEL 0294-38-5179 FAX 0294-38-5268

で、堤防には種々の被害事故が起こった。湖北省内の長江堤防だけでは、9月10日まで、4971回の事故が起こった。この内、540回が大きな事故に属する。これらの事故の発生箇所、種類、原因及び緊急措置は表1にまとめている。表1に示していたように、堤防体と基礎の浸透破壊は、今回の堤防危険事故の主要な原因である。堤防体では、動物の掘った穴や施工欠陥により止水性能が低減され、局所的リークや大範囲浸透が引き起こされた。堤防の堤防基礎では、水圧により地表面粘土層が破壊し、深部砂土が水とともに流出し、堤防基礎に空洞を形成し、パイピングという形式で堤防の安定性を失わせた(図1)。

今回の洪水では、本堤防において起こったほとんどの事故に対して、各種の応急措置が成功したため、江西省九江市での一個所しか決壊しなかった。この決壊事故の経過は次の通りである。8月7日13時12分頃、堤防の近くの地面で直径数センチの3個の穴から水が湧き出している現象が発見された。数分後、穴の直径が約1mまで拡大し、水や砂が噴き出してきた。13時45分、堤防では、まず亀裂が発生し、13時50分に決壊した。その後、決壊口は急速に50～60mまで拡大した。大量の洪水は九江市中心へ流れて込んだ。この堤防決壊現場の復旧作業については、9隻の船を沈めた後、4千人以上の解放軍兵士は5日間にかけて、大量の石や沙袋で堤防を修復した。また、その同時に、4万人の軍士は当市の西側で新たに長さ2.3km、高さ1～7mの第2本目の堤防を築いた。決壊の原因はやはり堤防基礎地層の細砂層におけるパイピングによるものであり、漏出口が池の中にあったこともあり早期の発見ができなかったためである。このように、事故の発見や処理に多大の労力を要した。

表1 堤防における危険箇所のタイプ、発生原因及び応急措置

発生箇所	回数／％	事故の種類	原因	応急措置
堤防体	218／40.4％	局所リークやパイピング	動物の掘った穴あるいは施工欠陥	穴を詰まり；新たに堤防を築き
		背水への滑り	堤防体の軟化及び間隙水圧	木の杭や砂の袋で補強
		水向け滑りや崩れ	洪水の侵食	石の塊を川に投げ、ビニール布を敷き
		表土の流動	大面積の浸透	木の杭や砂の袋で補強
基礎	294／54.5％	パイピング	水圧による表面粘土層が破壊し、深部砂土が水と一緒に流動	中粒砂、大粒砂、碎石によるフィルター、或いはコフアダムで出水箇所を囲み
樋門など	28／5.1％	止水性能の欠陥	強度や剛度の不足による変形や亀裂	砂袋で補強
		全体移動や傾斜	滑りや回転に抵抗能力の不足	砂袋で補強
		沈下	浸透による基礎地盤の破壊	補強及びパイピングの解決

4. 解決すべき問題

今回の洪水は、流量と総水量からみれば、発生確率が10～20年に一度程度の洪水であった。気候異常がよくなるにつれ、未来の数年内、今年のような洪水は起こる可能性が高いと言われている。流域システムにおける生態環境の保全や社会基盤の整備などの長期的対応策が早速計画・実施されなければならないが、これはすぐ効き目が出られなく、緊急的対応策は必要である。近い将来に、最も緊急的対応策の一つは堤防を守ることである。そのため、適当な探査、評価、止水・補修・補強技術を防洪施設と基礎地盤の整備に導入することは急務となる。

特に、堤防及びその基礎に多くの欠陥が存在するので、ボーリングと物理探査技術(高密度比抵抗法や地震波など)によって、複雑な堤防体と基礎地層の状況を把握することは必要である。また、探査結果に基づき、堤防の補強や止水性能の向上、空洞の詰まり、基礎の止水などの措置は不可欠である。

参考文献

在日中国人学者による 1998 長江洪水災害調査団編、1998 年長江洪水被災調査報告書、1998