번호			하천제방의 파괴 원인과 방지대책
2			1. 개요
			제방은 홍수가 하도 밖으로 넘치지 않도록 하천을
			따라 흙으로 쌓은 구조물이다. 월류·세굴·누수·
			비탈면활동·침하로 파괴되며, 무너지면 제내지가 잠긴다.
			2. 제방의 종류(축조 재료 기준)
			· 표준제: 토사로 쌓은 비탈면을 갖는 경사제
			· 특수제: 콘크리트·석재 등, 앞비탈 수직(45° 이상)
			3. 파괴 원인

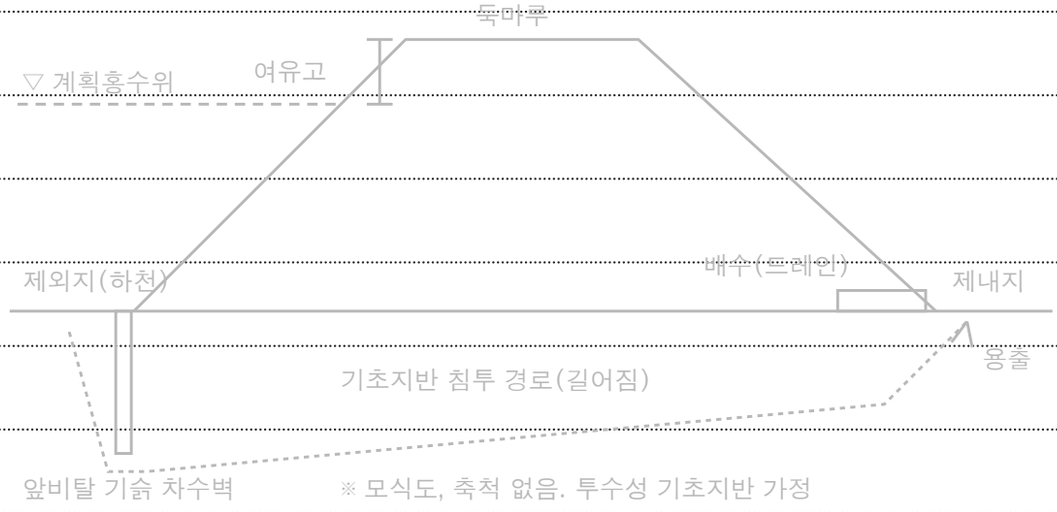
구분	파괴 과정
월류	둑마루 넘친 물이 뒷비탈부터 침식 → 단면 유실
세굴·침식	소류력 → 비탈덮기·호안 유실, 기초 세굴
침투·파이핑	침윤선·간극수압 상승, 기초 용출·토사 유출
비탈면 활동	수위 급강하·강우로 함수비 상승 때 미끄러짐
침하	연약지반 침하 → 둑마루 낮아져 월류 위험
구조물 접합부	통문 주변 다짐 불량·부등침하 → 공동·누수

			· 기타: 동물 구멍, 경작 훼손, 둑마루 중장비 과하중
			· 취약부: 하폭 급변, 만곡부 바깥, 횡단구조물,
			교량·보 지점, 합류부, 호안 끝·재질 경계
			※ 2012 해설서의 제방파괴 요인·취약부 정리

번호			4. 방지대책
2			① 월류: 계획홍수위+여유고로 둑마루 높이 확보
			여유고 0.6m(200㎥/s 미만)~2.0m(10,000 이상)
			② 세굴: 호안(비탈덮기·비탈멈춤·밑다짐), 취약부 보강
			③ 제체 침투: 단면확대(제내지측 원칙), 앞비탈 피복,
			침윤선을 제체 하부로, 침투수 신속 배수
			④ 기초 침투: 앞비탈 기슭 차수벽, 고수부 피복
			⑤ 활동: 비탈 1:3 이하 완만(원칙), 기초는 압성토
			⑥ 침하: 더돋기 우선 고려, 치환 등 지반개량
			⑦ 통문: 주변 다짐 철저, 공동은 물리탐사로 확인
			5. 안정성 검토 기준(2012 해설서)

항목	기준
활동(균열 불고려)	간극수압 불고려 2.0, 고려 1.4 이상
활동(균열 고려)	간극수압 불고려 1.8, 고려 1.3 이상
파이핑①	한계동수경사법 a 4.0 이상, b 3.0~4.0
파이핑②	침투압법 a 2.0 이상, b 1.8~2.0

			6. 계산 예(가상 예시) — 한계동수경사법
			$i_c = (G_s-1)/(1+e) = (2.65-1)/(1+0.65) = 1.00$
			$F_s = i_c / i_{exit} = 1.00 / 0.30 = 3.33$ (b등급 구간)
			차수벽 후 $i_{exit} = 0.20$ 가정 → $F_s = 5.00$ (a등급 구간)
			※ 가상값. 등급 확정은 침투압 방법도 함께 검토

번호			7. 유지관리·점검
2			· 홍수기 전후: 누수·비탈 균열·침하·동물 구멍 확인
			· 흐린 물(혼탁수) 누수는 즉시 관리주체에 통보
			· 통문 등 관통 구조물 공동: 전기비저항·탄성파 탐사
			■ 그림. 제방 단면과 대책 위치
			
			8. 결론
			제방 파괴는 월류·세굴·침투(파이핑)·활동·침하가
			겹쳐 일어난다. 여유고 확보, 호안, 차수·배수로
			침윤선과 동수경사 낮추기, 완경사 비탈과 침하 관리를
			설계에서 갖추고, 취약부와 통문 주변을 홍수기 전후로
			점검해 누수를 초기에 잡는 것이 핵심이다.
			학습용 답안 예시 / 공식 정답·채점기준 아님
			기준: 2009 개정(안)·2012 해설서, 현행 KDS 미대조