

방조제 축조 단계별 안전진단을 위한 비저항 영상화 기술 적용 사례

송성호¹⁾, 이규상¹⁾, 김진성¹⁾, 김영인¹⁾, 양기창¹⁾, 엄재연¹⁾, 최종학¹⁾, 조인기²⁾

¹⁾한국농어촌공사 농어촌연구원, shsong84@hanmail.net

²⁾강원대학교 지구물리학과

Resistivity imaging to inspect the stability of seadike with construction steps

Sung-Ho Song¹⁾, Gyu-Sang Lee¹⁾, Jin-Sung Kim¹⁾, Young-In Kim¹⁾,
Ki-Chang Yang¹⁾, Jae-Yeon Um¹⁾, Jong-Hak Choi²⁾, and In-Ky Cho²⁾

¹⁾Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation

²⁾Department of Geophysics, Kangwon National University

서론

방조제는 간척지 개발에 필수적인 외곽시설로, 해안의 조석 영향 차단 및 내수위 조절을 통한 농경지의 안정적 확보를 위한 필수 시설물이다. 그러나 방조제는 조간대의 연약지반 위에 수 km 이상의 길이로 축조되기 때문에, 각 지점별 연약지반 성질에 따른 침하량 차이와 성토단면 이음구간의 불연속면 등에서 취약부분이 발생할 수 있다 (송성호 외, 2009). 특히 최근에 준공되는 방조제의 경우에는 축조 단계별로 축조재료, 끝막이 구간, 해상조건, 기초지반의 토질, 축조 공법 등에 따라 차이가 있지만, 전체적으로 바다보호공, 기초지반 매트, 사석공, 필터공, 성토재 및 피복석 등으로 구분된다 <Fig. 1>. 이 중 바다보호공은 원지반 상부 끝막이 구간에 대해 물막이 시 강한 유속에 의한 기초지반의 세굴 및 보강을 위해 1차적으로 설치한다. 기초지반 매트는 연약지반 위에 축조되는 제체를 안정시키기 위한 보강의 수단으로 선택적으로 설치한다. 이후 해측부로부터 유입되는 조류 차단을 목적으로 사석공을 성토 단면 축조 이전 단계에서 설치하는데, 이때 내측 성토재와의 사이에 필터공을 설치하여 조석 변화 또는 강우 등의 영향으로 성토층의 매립물질이 사석층을 통해 유실되는 것을 방지한다. 또한 내측부로부터의 조류 유입 차단을 위하여 내측성토 사석을 설치한다. 성토재는 해수유입을 막는 제체의 본체로서 침투수를 차단하는 역할을 하는데, 따라서 지속적인 하중변화와 성토재의 다짐 차이 등으로 인하여, 각 구조 사이의 불연속면의 경우 성토재 토립자의 유실, 이로 인한 제체 내부의 공동구간 발생 및 공동 구간의 함몰에 따른 지반침하 등이 우려된다.

이러한 방조제의 축조 기간은 방조제 규모에 따라 달라지지만, 최근에 완공된 세계최장 방조제의 경우에는 2010년 완공까지 약 20년의 기간이 소요된 바 있다. 이때 방조제 축조 과정 기간 중, 특히 제체 성토재의 다짐 상태 및 단면 폭의 변화에 따른 비저항 변화를 모니터링한 결과는 축조 단계에서 안전성을 검토하는데 하나의 수단으로 활용되었다 (송성호 외, 2007). 따라서 본 연구에서는 전기비저항탐사와 소형루프 전자탐사 결과를 이용한 비저항 영상화 작업을 통하여 방조제 축조 단계별 안전진단 적용 사례를 고찰하였다.

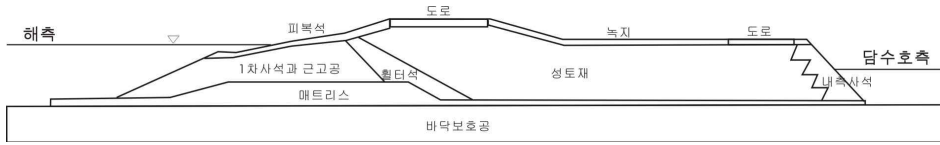


Fig. 1. Cross section of seadike (modified from Song et al., 2009)

비저항 영상화

현장에서 적용된 물리탐사 방법은 전기비저항탐사와 소형루프 전자탐사로, 2005년부터 방조제 구간별로 성토제 부분이 연결됨에 따라 시작되었다. 이때 일부 지점에 설치한 간극수압계 시계열 자료와 성토제 다짐상태 파악을 위한 콘관입시험 결과를 비저항 결과와 각각 상관하여 분석하였다. 선행연구 결과 방조제 성토제에서 매질의 다짐 불량 또는 성토제 유실 등이 발생하는 경우 비저항은 1 ohm-m 이하로 밝혀진 바 있으며, 준설해사로 성토된 방조제의 경우 1 ohm-m 이하의 낮은 비저항값이 나타나는 구간과 콘저항값이 50 kgf/cm² 이하인 구간이 일치하는 것으로 나타났다 (송성호 외, 2009). 이러한 결과는 다짐 불량 또는 성토제의 유실에 의한 지반 강도의 저하와 이에 수반된 해수의 유입에 의한 결과로 제시된 바 있다. 약 6년 동안의 비저항 모니터링 결과 전체적으로 1 ohm-m 이하의 낮은 비저항 구간은 축소되는 것으로 나타나는데, 이는 지속적인 다짐작업의 영향과 성토제 단면 폭 확장에 따른 해수유입 현상이 감소됨에 따른 것으로 밝혀졌다. 또한 방조제 끝막이 구간 보강을 위한 그라우팅 전후에 실시한 전기비저항탐사 결과를 그라우팅 이전에 대한 그라우팅 이후의 변화율로 계산한 결과 그라우팅 공법 구간에서 전체적으로 그라우트 주입 이전에 비해 그라우트 주입 이후에 전기비저항이 높아지는 것으로 나타남에 따라, 바닥보호공의 사석재 주변을 그라우트가 충전한 결과가 반영된 것으로 판단된다. 따라서 비저항 영상화 방법을 이용한 정기적인 비저항 모니터링의 결과를 활용하는 경우 효과적인 안전진단 업무에 활용이 가능할 것으로 판단된다.

사사

본 연구는 농림수산식품부의 새만금종합개발사업의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 송성호, 이규상, 김영규, 성백옥, 김양빈, 김동호, 2007, 방조제 해수유입 구간 탐지를 위한 전기, 전자탐사 적용, 한국지구시스템공학회지, 44, 235-243.
- 송성호, 이규상, 강미경, 조인기, 2009, 준설해사로 성토된 방조제 체제 비저항 분포와 다짐특성 비교, 한국지구시스템공학회지, 46, 207-216.