

방조제 해수유입 규명을 위한 물리탐사 적용

임성근¹⁾, 송영수²⁾, 박기연¹⁾, 정성규¹⁾, 송성호³⁾

¹⁾한국농어촌공사 기술본부, sklim21c@ekr.or.kr

²⁾전북대학교 공과대학 자원·에너지공학과

³⁾한국농어촌공사 농어촌연구원

Seawater inflow problem of embankment dike using geophysical methods

Sung Keun Lim¹⁾, Young Soo Song²⁾, Ki Yeon Park¹⁾,
Sung Kyu Jung¹⁾ and Sung-Ho Song³⁾

¹⁾Technical Engineering Office, KRC

²⁾Mineral & energy resource engineering Div., Chonbuk National Univ.

³⁾Rural Research Institute, KRC

서 론

수리시설구조물의 안전진단을 위한 물리탐사 평가방법의 적용은 전국에 산재해 있는 방조제 특성상 대부분 제체 길이가 수 백 m에서 수 천 m까지 다양하고 양적인 측면을 고려할 때 신속성과 경제성이 우선적으로 고려되어야 한다(송성호 등, 2007; 임성근 등, 2010).

본 연구에서는 방조제 정밀안전진단을 위하여 백령지구에서 제체의 길이가 상대적으로 긴 방조제에 대하여 짧은 시간 내에 탐사 수행이 가능한 소형루프 전자탐사를 수행하였으며, 이를 보다 정확히 살펴보기 위하여 동일한 측선에서 시추조사 및 전기비저항탐사를 수행하였다. 이 중에서 전기비저항탐사는 국부적인 저비저항 이상대 확인과 더불어 전자탐사 자료의 가탐심도의 판별을 위해 수행하였으며, 시추조사는 전기전도도가 매우 높아 전자탐사 결과의 가탐심도에 큰 제약을 미치는 해성퇴적층의 유무 및 그 두께와 기반암의 분포를 파악하고자 수행하였다. 최종적으로 전자탐사 결과는 전기비저항탐사, 시추조사 결과와 대비하여 분해능 및 가탐심도와 관련한 방조제 해수유입 규명을 위한 현장 적용성을 비교·고찰하였다.

연구지역 현황 및 조사 방법

본 연구지역은 인천광역시 백령면 진촌면 일원에 위치한 ○○방조제로 이 일대의 가뭄과 홍수의 악순환을 극복하여 안정영농기반을 조성하기 위한 미완공 간척개발사업으로 2006년에 준공(방조제는 1995년 준공)되어 약 4년이 경과된 담수호, 방조제 및 배수갑문으로 구성된 시설물이다. 본 방조제는 석피토사 혼성제로 내측에 조성된 담수호는 총

저수량 269.5만톤, 유효 저수량 266.5만톤의 담수호를 이용하여 경작지에 용수를 공급하는 목적으로 시공되었으며, 제체 높이와 길이는 각각 8.4 m와 840.0 m이다(Fig. 1(a)). 하지만 준공보고서에 의하면 연평균 강수량이 작아 담수화가 지연되고 있으며, 담수호에 염도가 높아 장기간 농업용으로 사용하고 있지 않는 것으로 수록되었다. 외관상 해측사면 일부 구간에서 침투수에 의해 발달한 물웅덩이(갯골형성)가 관찰되었다. 특히, 청문조사에 의하면 제체 중 대략 No.8+00~대략 No.10+00 구간은 방조제 축조 중 해수범람으로 붕괴된 최종 체절구간으로 알려졌다.

본 방조제 대상 구간에 대하여 제체를 통한 주된 해수유입 구간을 파악하기 위하여 해측사면과 내측사면 각각에서 소형루프 전자탐사 및 전기비저항탐사를 수행하였으며, 기초지반 파악과 동시에 해수유입 가능성이 높은 지점을 중심으로 시추조사를 실시하였다.

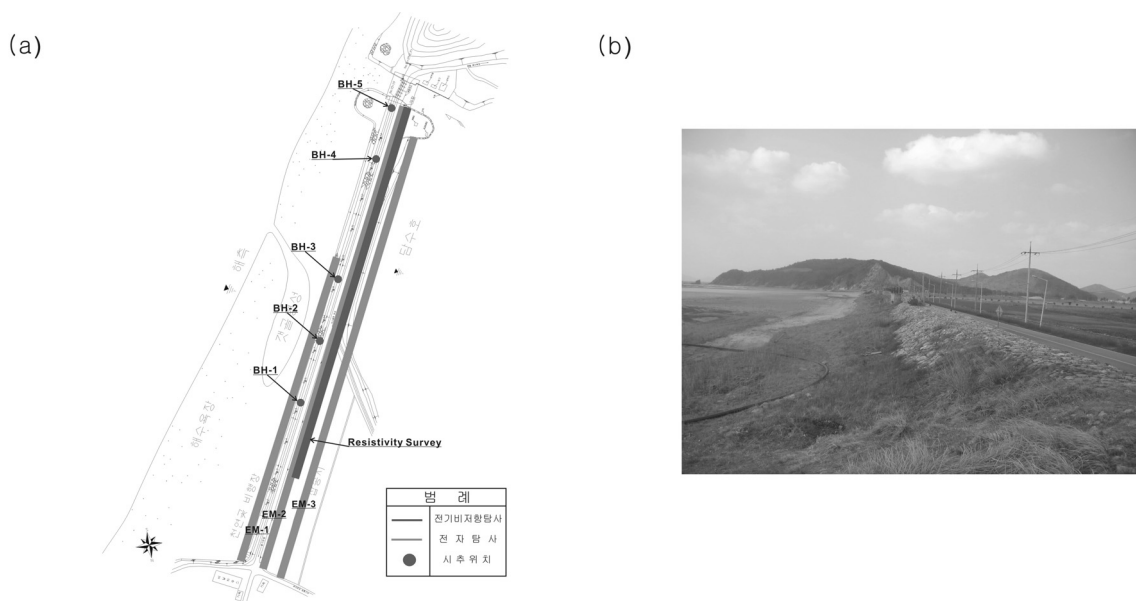


Fig. 1. (a) The location map of electromagnetic survey and resistivity survey and (b) the whole view of the embankment at the Baekryeong site.

결과 및 고찰

Fig. 2는 본 방조제의 No.0+00~No.15+00 구간에 대한 소형루프 전자탐사 및 전기비저항탐사 역산 결과이다. 여기서 Fig. 2(a), (b)와 (c)는 각각 해측(Fig. 1(a)의 EM-1 측선) 및 내측(Fig. 1(a)의 EM-2, EM-3 측선)에서 측정한 전자탐사 결과이며, Fig. 2(d)는 쌍극자배열 전기비저항탐사 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 조사지역에 대한 전자탐사 결과는 대부분 구간에서 전기비저항탐사 결과와 유사하게 상부 성토층에 고비저항 분포를 보이고, 4.0 m 이하 하부에는 1 ohm-m 이하의 저비저항대가 나타났다. 반면, 그림에서 검은색 사각형으로 표시한 대략 No.8+30~대략 No.11+30 구간의 내측사면 두 전자탐사 결과(Fig. 2(b)와 (c))는 다른 구간에 비해서 충분한 가탐심도를 나타냈는데, 이것은 시추조사 결과에서 나타나듯이 해성퇴적층이 거

의 존재하지 않아서 전자파 감쇠가 상대적으로 적었기 때문인 것으로 생각된다. 특히, 이곳은 최종 시추조사 확인 심도인 깊이 30 m까지도 제체 매립재인 자갈 함량이 높았고 부분적으로 전석이 혼재하였다(Fig. 3 참조).

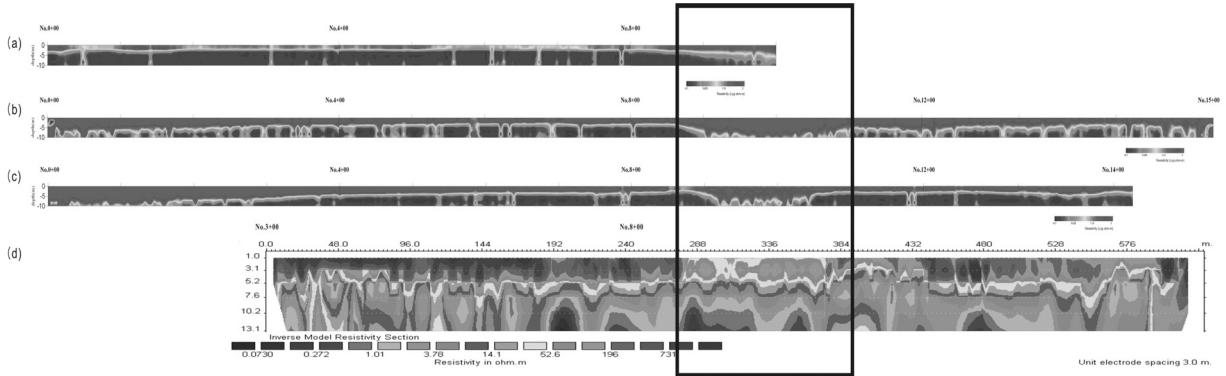


Fig. 2. Results of inversion sections of (a) the EM data when the imaginary component of the line EM-1 are used, (b) the EM data when the imaginary component of the line EM-2 are used, (c) the EM data when the imaginary component of the line EM-3 are used and (d) the resistivity data with dipole-dipole array electrical resistivity survey at the Baekryeong site.

또한 전기비저항탐사 결과(Fig. 2(d))는 상부 성토층부터 그 이하 하부까지 비저항 값이 다른 구간에 비해서 상대적으로 낮고 범위가 비교적 폭넓게 나타나는 특징을 보였다. 이 결과는 함께 수행한 전자탐사 결과 및 청문조사의 방조제 최종 체절구간과 잘 일치하며, 이 구간으로 해수유입이 주로 이루어져서 제체 내 포화대와 누수유로가 형성된 것으로 해석된다.

Fig. 3은 제체를 구성하는 지층의 특성 및 기반암 분포 양상을 파악하기 위해서 실시한 시추조사 결과로, 시추 깊이 대략 5.0 m 사이에 호안 조성용 매립재가 존재하며, 시추공 BH-1과 BH-2는 그 하부에 해성퇴적층이 두껍게 존재함을 알 수 있다.

그리고 시추공 BH-5 근처에서는 기반암인 연암층이 매우 낮게 분포하는 특징을 보였다. 특히, 시추공 BH-3(No.9+20)은 매립층이 30 m 이상 두껍게 나타났는데, 이곳은 탐사결과 해석에서 나타난 저비저항 분포 구간이며, 방조제 최종 체절구간과도 일치하였다.

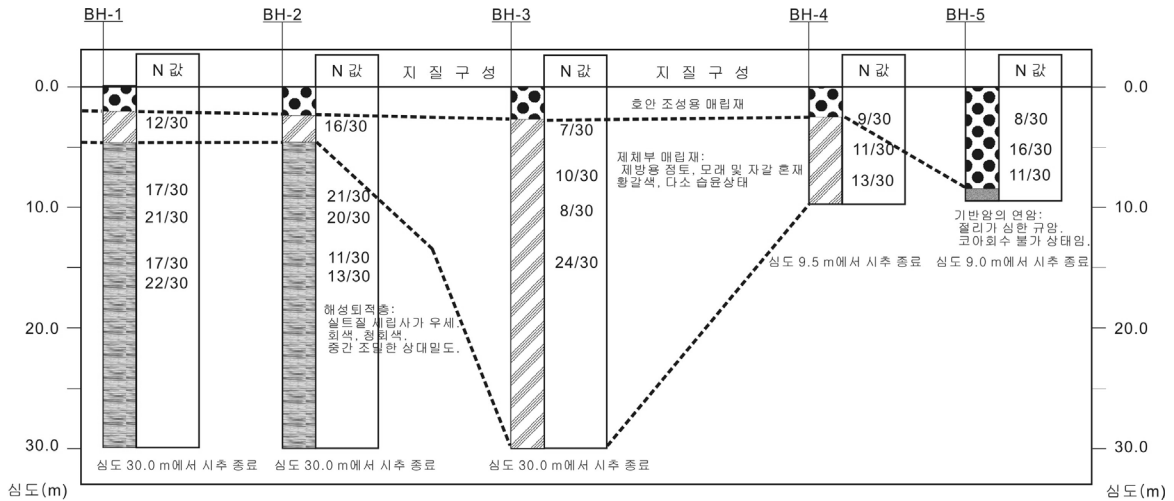


Fig. 3. Columnal Sections of four boreholes with N values from SPT (Standard Penetration Test).

결 론

본 방조제에서 수행한 전자탐사 및 전기비저항탐사 양상은 청문조사 시 최종 체질구간으로 확인된 일부 구간을 제외하고 심도 약 4.0 m 지점까지 성토재 특성에 의한 고비저항이 나타나며, 그 이하 하부에서는 전도성이 높은 해성퇴적층 영향으로 저비저항 분포를 보였다.

특히, 대략 No.8+30~대략 No.11+30 구간의 전자탐사 결과는 충분한 가탐심도를 나타냈는데, 대략 No.8+30~No.11+30 구간은 방조제 축조 당시에 해수범람으로 붕괴된 최종 체질구간으로 판단되며, 또한 체체 내 토립자 유실로 인해 담수호로 해수유입이 용이하게 일어나는 주요한 구간으로 해석할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 송성호, 이규상, 김영규, 강미경, 김주호, 2007, 방조제 안전진단 및 해수침투 방지대책 연구: 한국농촌공사 농어촌연구원.
2. 임성근, 송성호, 박기연, 윤두현, 류준상, 2010, “방조제 정밀안전진단을 위한 소형 루프 전자탐사 적용,” 한국지구시스템공학회지, Vol. 47, pp. 1-8.