

그림1. 액체 준설 방식 퇴사 배제시스템 구성(松本 등, 1992)

설 기계들이 개발 중인데 특징적인 것을 두 가지 소개한다.

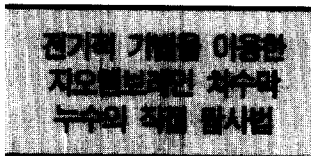
하나는, 수중 로봇을 이용한 퇴사 배제 시스템으로 아직 실험 단계이지만, 장래 크게 각광을 받을 가능성이 있다. 이 시스템은 통상산업성 자원에너지청이 電源開發(株)에 위탁해서 개발 중이다. 주요한 시스템의 구조는, 그림1과 같이, 저수지 바닥을 달리는 수중 로봇(集砂 裝置)과 수중 펌프(揚砂 裝置), 배사관 장치, 전기 제어 장치로 구성되어 있다(松本 등, 1992).

다른 하나는 준설 전문 회사인 五洋建設이 개발한 SWAN-3호로 불리는 고평도 준설선이다(岡部 등, 1994). 이 준설선의 준설 장치는 1993년 과학기술청의 제52회 '주목 발명'에 선정되었다. 이 준설선의 준설의 기본 원리는 여러 개의 슬라이드식 굴삭날을 가진 준설기(集泥 裝置)를 회전시키면서, 저수를 잘라낸 뒤 흡입 펌프로 흡

입하는 것이다. 이에 따라 준설 저수에 물이 혼입되는 것을 가능한 억제하고, 주변 수역의 오염을 일으키지 않도록 하는 것이다.

■ 자료 : 岡部憲一, 深川 隆, "高濃度底泥浚渫船「SWAN-3號」," 電力土木, No.251, 1994, 5, pp.123-127.
松本幸雄, 龍本純也, 合田佳弘, "液體ドレッジ方式堆砂排除システム 實證實驗について," 電力土木, No.241, 1992, 9.

■ 자료제공 : 유권규 <수자원연구소>



폐기물 위생매립장에서 주요 차수재로 사용되는 지오멤브레인 라이너에 시공중의 물리적 손상, 부적절한 시공, 화학적 부적합성 및 열화 등의 원인으로 파손이 발생하면 저장된 오염물질이 파손된

라이너를 통해 주변환경으로 누수, 확산된다. Bass⁽¹⁾ 등은 위생매립장의 누수 현황을 조사한 바, 조사된 27개소의 위생매립장 중 12개소의 지오멤브레인 라이너에 결함이 발생하였고 그 중 5개소에서는 누수된 오염물질의 확산으로 인해 지하수가 오염되었음을 밝혔다. 일반적으로 이중 차수 시스템에서 최상부 지오멤브레인 라이너 누수현상은 라이너 사이에 설치된 2차 침출수 집적 장치에 과다하게 집적된 누수량을 통해 확인될 수 있다. 그러나 이 방법은 이미 사용 중인 매립장의 누수 여부만을 확인 하는 피동적 기능을 수행 할 뿐, 차수공의 시공관리, 차수기능의 모니터링, 누수 위치와 규모의 탐사 등의 기능은 결여되어 있다.

본고에서는 전기적 기법을 이용하여 지오멤브레인 라이너 누수현상을 현장에서 직접적으로 탐사·확인할 수 있는, 미국에서 개발된 휴대용 이동식 탐사법⁽²⁾과 일본에서 개발된 고정식 탐사 시스템⁽³⁾의 2가지 방법을 소개한다. 이 두 방법은 매립장에 외부로부터 전기장이 가해졌을 경우 지오멤브레인 라이너의 누수 부위를 통해 라이너 안과 밖으로 흐르는 전류와 그 전기적 파라미터를 측정, 분석하는 원리는 동일하나, 전자는 라이너 시공후 개인이 휴대용 측정장비를 소지하고 매립장내를 이동하면서 탐사하는 반면, 후자는 라이너 시공과 더불어 누수 탐지 장치

기술동향

를 매립장내에 격자식으로 일정 간격 설치함으로써 누수지점과 크기를 탐사하는 고정식을 채택하고 있다.

전극봉을 라이너 안과 밖에 설치하여 외부로 부터 전기장을 가했을 경우, 만약 지오멤브레인 라이너에 누수부위가 없다면 라이너는 전기 절연체이므로 라이너 내부와 라이너 밖 주변지반과는 전기적으로 차단되어 있어 라이너를 관통하는 전류경로는 형성되지 않는다. 따라서 이 경우 매립장내의 전압분포는 어디에서나 상대적으로 균일하게 된다. 만약 누수부위가 있다면 전기는 오직 누수가 발생하고 있는 라이너의 천공 혹은 파열 부위를 통해서만 흐르게 되므로 누수부위에는 정상부위와는 차별화된 이상(異常) 전압분포가 국소적으로 발생하게 된다. 측정된 전압분포 결과를 등고선 지형도 형태로 등전압선도를 얻으면

누수발생 지점 및 그 주위에서의 등전압 간격 및 상대적 전압차는 마치 지형등고선에서 평지 가운데에 있는 산의 경우와 마찬가지로 주변과는 다른 값의 등전압선들이 가파르게 집중되는 현상이 된다. 이를 통해 누수의 지점과 크기를 식별할 수 있게 된다.

이와 같은 원리를 이용하여 Parra⁴⁾, Parra와 Owen⁵⁾은 전기 탐사기법을 제안, 실내 모형 실험 결과와 이론적 계산치가 일치함을 보였다. 휴대용 이동식 전기 탐사법은 1988년 경부터 개발, 실용화에 들어가 위생매립장의 시공 전 후에 발생한 라이너의 누수 탐사에 이용되어 왔으며, Laine와 Miklas²⁾는 휴대용 이동식 탐사장비를 이용하여 현재 사용 중인 61개소의 라이너 현황을 조사한 결과, 평균 34.4지점/10,000 m²의 누수가 발생하였음을 발표하였다.

일본의 응용지질주식회사가 개

발한 고정식 전기 탐사 시스템은 라이너 바닥에 일정간격의 격자형으로 전극을 배치하여 누수 지점을 통하여 흐르는 전류로 인한 수평 전압 분포 및 사전 측정된 라이너 상면의 비저항계수 분포로부터 전기 흐름을 해석하는 방식을 채택하고 있다. 해석된 결과는 진술한 휴대용 이동식 탐사법과 마찬가지로 전압의 분포를 등고선식으로 나타내어 누수의 위치와 크기를 알 수 있게 된다. ☞

- 자료 : 1. Bass, J.M., Lynn, W.J., and Tratnyek, J.P. (1965). "Assessment of Synthetic Membrane Successes and Failures at Waste Storage and Disposal Sites", Report No. EPA-600/2-85/100, U.S. EPA, Cincinnati, Ohio, USA.
2. Laine, D.L., and Miklas, M.P.Jr. (1989). "Detection and Location of Leaks in Geomembrane Liners Using an Electrical Method: Case Histories", *Proceedings of the 10th National Conference Superfund '89*, Washington D.C., USA, pp. 35-40.
3. 응용지질주식회사, (1995). *시설 전류식누수탐사: 폐기물처분장의 누수탐사 시스템*, 응용지질주식회사 기술자료, 일본.
4. Parra, J.O. (1988). "Electrical Response of a Leak in a Geomembrane Liner", *Geophysics*, Vol. 53, No. 11, pp. 1445-1452.
5. Parra, J.O., and Owen, T.G. (1988). "Model Studies of Electrical Leak Detection Surveys in Geomembrane-lined Impoundments", *Geophysics*, Vol. 53, No. 11, pp. 1453-1458.

■ 자료제공 : 정문경 <지반연구실>

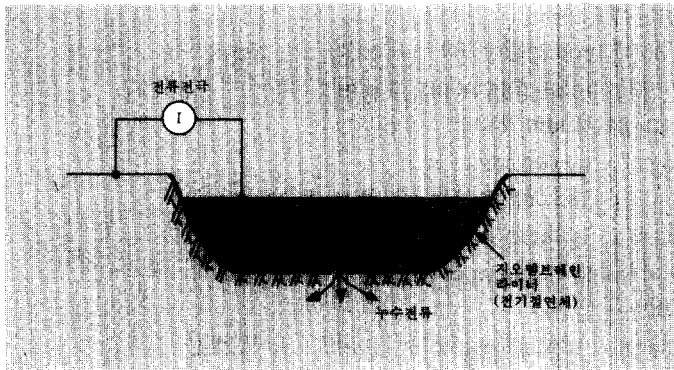


그림. 지오멤브레인 라이너 누수 지점을 통한 전류의 흐름