

친환경 토질개량제를 이용한 도로노반 건설공사에 관한 연구 Construction of roadbed with environmental friendly soil amendment agent

고용국¹⁾ Yong-kook, Koh

¹⁾ (주)퓨트라 사장, President, Futura Co., Ltd

SYNOPSIS : The purpose of this paper is to study on the construction of roadbed with environmental friendly soil amendment agent. The special amendment agent used in this study is mainly composed of inorganic metal salts such as sodium chloride, magnesium chloride, potassium chloride, calcium chloride,, thus is friendly to the environment, and has a function of soil-cement-agent solidification. Various components of this agent weaken the negative function of humic acid and decompose humic acid itself. Then, the calcium cation of the cement can now be made contact directly to the soil surface. The project of local road demonstration of roadbed construction with special soil treatment agent was performed in Northeast Thailand on August 1999 by the sponsor of Highway Department of Thailand. A series of field experiments including unconfined compressive strength were carried out to investigate the physical and mechanical characteristics of solidified roadbed treated by this solidifying agent. The results of this research showed that the roadbed using poor soil could be efficiently constructed by treatment of this amendment agent.

Keywords: Roadbed, Solidification, Stabilization, Soft soil, Binder, Agent, Treatment, Improvement

1. 서론

도로포장은 크게 아스팔트 콘크리트 포장과 시멘트 콘크리트 포장으로 구분하고 있다. 이들 포장체는 인공적인 산업재료를 사용하기 때문에 미관상 좋지 못하고 콘크리트 및 아스팔트를 사용하기 때문에 주변에 위해한 요소를 내포하고 있다. 이를 보완하기 위하여 농노, 임도 등지에서 토사 등의 자연재료에 고화제를 혼합한 고화층 도로를 적용하고 있으나 이들은 고화재료의 화학성분 및 고화포장체의 균열 등에 대한 문제점을 가지고 있다.

해안의 연약지반이나 내륙의 습지 등에 도로를 건설하고자 하는 경우 지반의 연약성에 의하여 도로를 건설하는 것은 수월한 것이 아니다. 이러한 경우 간단하게 견고하고 친환경적인 도로노반을 형성시킬 수 있는 방법이 있다면 매우 유효하다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 특수지반개량제를 이용하여 기존 콘크리트포장, 아스팔트포장 및 단순고화제포장 등의 단점을 보완할 수 있는 개량형 고형화 도로포장 방안을 강구하였다. 특히, 자연재료에 친환경적인 고화제를 사용하여 환경친화적인 도로포장체를 조성하는 방안을 고안하였다. 이를 위하여 태국의 북동부지역에서 친환경 고화제를 도로노반 시범공사를 실시하였다. 본 현장에서는 고화제로 처리된 도로

포장층에 대하여 강도시험, 입도시험, 마모시험 등을 실시하여 이의 공학적 특성을 파악하였다. 시험결과 고화제로 처리된 도로노반은 소정의 기준치를 만족하는 것으로 나타났다. 본 연구에서 고안된 친환경적 고화층은 도로포장체에서 노체, 노상, 동상방지층, 보조기층, 기층, 표층 중의 어느 하나 또는 전체를 고화층으로 사용이 가능한 것으로 평가되었다.

2. 친환경 토질개량제의 특성

일반적으로 아스팔트 콘크리트 포장층은 표층, 기층, 보조기층, 노상, 노체 등으로 구성되며, 하중재하에 의해서 생기는 응력을 각층에 분산시키는 구조를 갖고 있으며, 각층의 구성과 두께는 역학적 균형을 유지하고 교통하중에 충분히 견딜 수 있는 포장 형식이다. 시멘트 콘크리트 포장은 콘크리트 슬래브, 보조기층, 노상, 노체로 구성되며, 콘크리트 슬래브 자체가 빔과 같이 거동하여 교통하중에 의해 발생하는 응력을 휨저항으로 지지하는 포장 형식이다.

그러나 이에 비하여 고행화 포장은 표층, 기층, 보조기층, 노상, 노체 등이 별도로 구분을 하지 않으며 이들을 고화체로 일체화 한다. 따라서 설계 및 시공이 간단하고 아스팔트 포장이나 콘크리트 포장을 시공하기 어려운 지역이나 친환경적으로 포장을 하고자 하는 경우 손쉽게 적용할 수 있는 포장 형식이다.

본 연구에 사용된 고화제는 고탍수비, 고유기물질, 오염물질이 함유된 지반을 개량하기 위하여 개발된 것으로 친환경적인 고화성분을 사용하고 있으며 토양내의 오염물질을 흡착제거할 수 있는 기능을 가지고 있다. 고화제 사용시에는 원지반에 시멘트, 플라이애쉬 등과 같이 일정한 비율로 혼합하여 사용한다. 본 고화제는 원지반과 수화반응, 포졸란반응, 흡착반응, 이온교환반응을 생성하게 되어 고행구조 및 침상결정구조가 생성되어 토립자를 서로 연결하여 오염흡착기능을 가지게 된다. 그리고 고화반응이 진행되는 과정에 응결력이 강화되어 불용성을 증가시켜 안정성이 높은 고화체가 되고, 고화체는 통기성, 투수성이 개량되어 비표면적이 매우 크게 증가하여 친환경적인 성능을 동시에 발휘하게 된다.

3. 고행화 노로노반 현장시험시공 수행 및 결과 분석

본 연구에서는 태국의 북동부지역에서 고행화 도로노반 현장시험시공을 실시하였다. 시공시험은 태국의 Highway Department 시공부에서 협조를 하였으며 고화제는 귀사의 제품으로 하였고 시공 장비 및 인력은 현지를 이용하였다. 원지반 조건은 실트질 사질토로 우리나라의 화강풍화토보다는 공학적으로 불량한 성질을 가지고 있었다. 현장시험시공은 원지반 정리, 구획선 설치, 시멘트 포설, 모터그레이더에 의한 흙과 시멘트의 교반혼합, 고화제 수용액 제조, 고화제 수용액 살포, 시멘트혼합토와 고화제 수용액 교반혼합, 탱크차 살수, 스테빌라이저에 의한 최종혼합공정, 타이어로라에 의한 가전압 시공, 모터그레이더에 의한 평탄작업, 로라에 의한 분 전압, 현장시험시료 채취, 시공완료의 절차로 수행을 하였다. 태국에서 실시된 시험시공은 매우 성공적으로 시행되었다. 본사의 고화제로 처리된 도로노반은 매우 견고하고 균열이 없으며 마모에 대한 저항성이 크고 및 주변환경에 어울리는 친환경적 포장구조체를 형성하는 것으로 평가되었다. 그리고 시공기간 및 시공장비가 기존의 포장체에 비하여 매우 작게 소요되는 것으로 조사되었다.

시공완료후 일정기간동안 고화제로 처리된 도로노반에 대한 시료를 채취하여 소정의 시험을 실시하였다. 이 중에서 대표적으로 일축압축강도를 살펴보면 7일 경과 후의 시료에 대한 일축압축강도는 다음 표 1과 같다. 표에서와 같이 현장에서 채취한 3 개소의 시료는 일축압축강도가 각각 55.6, 36.9, 42.6kg/cm²로 나타났으며 평균치는 45.0kg/cm²로 나타났다. 본 수치로부터 고화제로 처리된 도로노반은 본래 도로포장체로서의 기능을 발휘하는데 매우 양호한 성능을 가지고 있음을 알 수 있다.

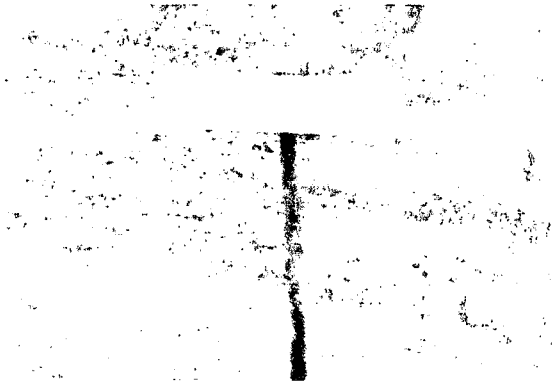


그림 1. 시험시공 지역



그림 2. 시멘트 포설



그림 3. 모터그레이더에 의한 흙과 시멘트의 교반혼합



그림 4. 고화제 수용액 제조



그림 5. 고화제 수용액 살포

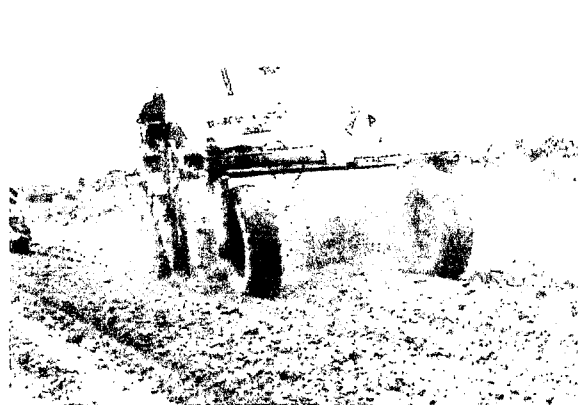


그림 6. 시멘트혼합토와 고화제 수용액 교반혼합



그림 7. 최종혼합공정

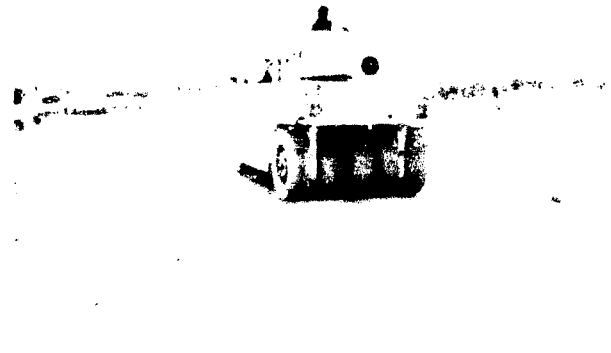


그림 8. 타이어로라에 의한 가전압 시공

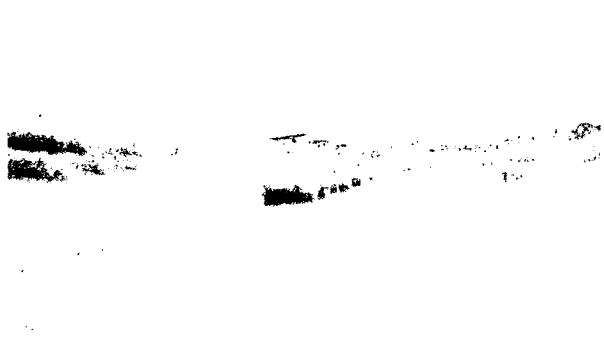


그림 9. 로라에 의한 본 전압

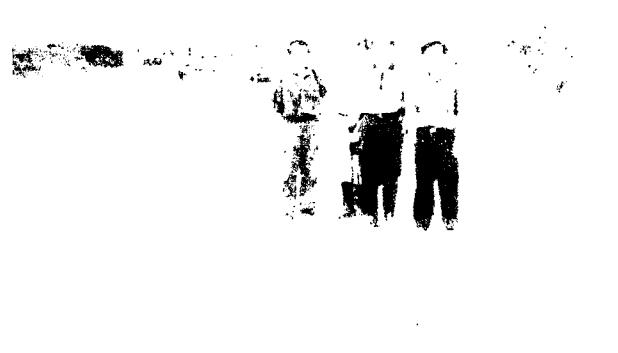


그림 10. 공사완료

표 1. 고화제로 처리된 도로노반의 일축압축강도

채취번호	일축압축강도 (kg/cm ²)	비고
1	55.6	7일 경과 후의 채취시료
2	36.9	
3	42.6	
평균치	45.0	

4. 결론

본 연구에서는 태국에서 친환경적 고화제를 이용한 도로노반 시험시공을 실시하여 이의 성과를 분석하였다. 본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수가 있었다.

- 1) 태국에서 실시된 고형화 도로노반은 매우 견고하고 균열이 없으며 마모에 대한 저항성이 크며 주변 환경에 어울리는 친환경적 포장구조체를 형성하는 것으로 평가되었다.
- 2) 시험시공결과 고형화 도로노반은 시공기간 및 시공장비가 기존의 포장체에 비하여 매우 작게 소요되

는 것으로 평가되었다.

- 3) 현장에서 채취한 3 개소의 시료는 일축압축강도가 각각 55.6, 36.9, 42.6kg/cm²로 나타났으며 평균치는 45.0kg/cm²으로 나타났다.

참고문헌

1. Futura Co., Ltd, Scientific approaches to the soil environment.
2. Futura Co., Ltd, ECO-CURE Process.
3. K. Uchida, Y. Iida, Y. Yoshida and K. Imai(1996), Special ground improvement methods: ground improvements associated with the Trans-Tokyo Bay Highway, International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechanics Abstracts, Volume 33, Issue 7, October 1996, Page 317A.
4. C. D. F. Rogers and S. Glendinning(1997), Improvement of clay soils in situ using lime piles in the UK, Engineering Geology, Volume 47, Issue 3, 5 September 1997, Pages 243-257.
5. Theodoros K. Karalis(2003), Integrated effects on the shrinkage stresses from the water loss in soft cohesive soils, International Journal of Engineering Science, Volume 41, Issues 3-5, March 2003, Pages 371-385.
6. F. Sanchez, R. Barna, A. Garrabrants, D. S. Kosson and P. Moszkowicz(2000), Environmental assessment of a cement-based solidified soil contaminated with lead, Chemical Engineering Science, Volume 55, Issue 1, January 2000, Pages 113-128.
7. S. Salvador and O. Pons(2000), A semi-mobile flash dryer/calcliner unit to manufacture pozzolana from raw clay soils ?? application to soil stabilisation, Construction and Building Materials, Volume 14, Issue 2, 30 March 2000, Pages 109-117.
8. B. M. Steenari and O. Lindqvist(1998), Stabilisation of biofuel ashes for recycling to forest soil, Fuel and Energy Abstracts, Volume 39, Issue 3, May 1998, Page 199.
9. M. A. Azouni and P. Casses(1998), Thermophysical properties effects on segregation during solidification, Advances in Colloid and Interface Science, Volume 75, Issue 2, 16 April 1998, Pages 83-106.