

초연약지반 표층처리를 위한 SCS의 적용성 조사 연구

A Study on the Application of SCS for the Surface Stabilization of Ultra-soft Ground

천병식¹⁾ Byung-Sik, Chun, 양형칠²⁾, Hyung-Chil Yang, 유영남³⁾ Young-Nam Yoo

¹⁾ 한양대학교 공과대학 토목공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, Hanyang University

²⁾ CGM 공법협의회 대표이사, The Chief of Director, CGM Corp.

³⁾ 한양대학교 토목공학과 석사과정, Graduate student, Dept. of Civil Engineering, Hanyang University

SYNOPSIS : To resolve land demand by the development of various industries and the cityward tendency of population, the construction of ultra-soft ground that is unused in the past has been progressing with activity. The ultra-soft ground has very small shear strength and large deformation, so leads to many problems in ground improvement in construction. In order to dispose of these problems, it is necessary to develop the chemical materials that can be applied to the surface stabilization of ultra-soft ground.

In this study, the new ground treatment that is using cement and SCS is compared, analyzed with existing ground treatment. In addition, through the laboratory tests that check the characteristic of congealment and strength, the application of SCS in field is affirmed.

Keywords : SCS, Surface stabilization of ultra-soft ground, Ground improvement

1. 서 론

최근 각종 산업의 발달과 인구의 도시집중화에 따른 토지수요를 해결하기 위해, 과거에 활용되지 않았던 초연약지반의 공사가 활발히 진행되고 있다. 초연약지반은 매우 작은 전단강도와 큰 변형성을 지니고 있어서, 지반개량공사에 있어 많은 문제점이 따른다. 즉 초연약지반의 역학적 성질 및 물리적 성질을 개선하여 지반의 지지력을 증대시키거나 지반의 변형 및 침하를 방지해야만 한다. 따라서 이를 개선하기 위한 초연약지반 표층처리개량에 적용할 수 있는 초연약지반개량용 화학재료 등의 개발이 절실히 요구되는 실정이다(천, 1994).

본 연구에서는 시멘트와 SCS(Silicate Cluster Sol)를 사용하여 개발한 신규 지반개량재를 기존 지반개량재와 비교·분석함은 물론, 고결특성과 강도특성 등을 확인할 수 있는 실내시험 등을 통해 SCS의 현장 적용성을 확인하였다.

2. 지반개량재의 개발

2.1 기존 지반개량재의 배합비 산정 및 도출

일반적으로 국내 차수 및 지반개량공법에 적용되는 약액의 구성은 다음 표 1과 같다.

표 1. 기존 지반개량재 배합비

A액		B액	
시멘트	80kg	규산(3호)	100 ℓ
물	175 ℓ	물	100 ℓ
계	200 ℓ	계	200 ℓ

2.2 기존 지반개량재의 단점

- (1) 미반응 규산(Si) 이온이 용출되어 강도저하 현상이 일어난다.
- (2) 나트륨(Na⁺) 이온에 의해서 실리카겔 구조가 파괴되는 현상이 나타난다.
- (3) 고결강도의 발현이 지연된다.
- (4) 미반응 규산이 호모겔에서 용출되므로 고결강도가 발현되지 않는다.

2.3 SCS를 이용한 지반개량재의 배합비 산정 및 도출

초연약지반의 개량에는 일반적으로 시멘트나 시멘트계 고화재 등의 화학재료를 사용하며, 개량대상지반의 화학적 고결작용에 의해 지반을 안정시킨다. 여기에 사용되는 화학재료는 다양한 지반조건에 따라 우수한 개량효과를 얻을 수 있도록 고강도, 고침투성, 고내구성 등의 재료적 특성을 가져야 한다. 따라서, 기존 지반개량재의 단점인 고결강도발현 지연현상을 보완하여 신규의 실리카계 지반개량재를 개발하여 배합비를 산정하였다(표 2 참조).

표 2. 신규 지반개량재 배합비

A액		B액	
시멘트	80kg	SCS	100 ℓ
물	175 ℓ	물	100 ℓ
계	200 ℓ	계	200 ℓ

3. 실내시험

3.1 호모겔(Homo-Gel)의 고결특성

기준에 사용하고 있는 지반개량재인 시멘트 + 규산(3호)와 신규 지반개량재인 시멘트 + SCS를 주제로 한 호모겔의 전자현미경(SEM)촬영을 시행한 결과를 그림 1과 그림 2에 나타내었다.

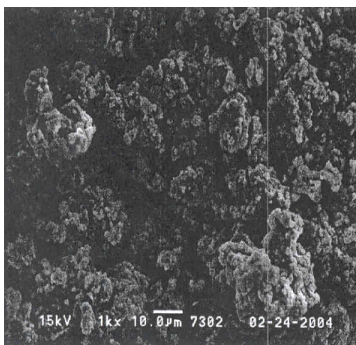


그림 1. 규산(3호) +시멘트

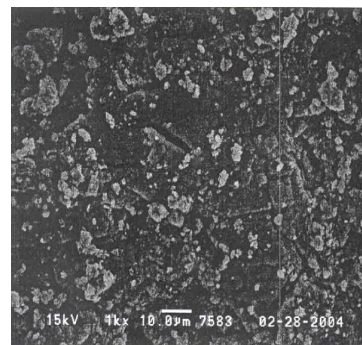


그림 2. SCS + 시멘트

그림 2와 그림 1에서 보면 신규 보강용 재료인 시멘트 + SCS는 home-gel이 결정성의 구조를 가진 gel로 파악되었다. 그림 2가 그림 1보다는 공극이 gel로 안정적으로 충전되었기 때문에 차수성이 우수하고 강도가 개선되며 변형에 대한 저항도 커지게 된다. 그러므로, 신규 실리카계 지반개량제인 SCS는 콜로이드 상태의 시멘트와 함께 항구성 그라우트재로 적용될 수 있음을 확인하였다(김, 2001).

3.2 호모겔(Homo-Gel)의 강도특성

고결체의 일축압축강도시험은 호모겔 시험시 제작된 $\phi 5\text{cm} \times 10\text{cm}$ 의 PVC 원형몰드에 채령 1시간, 3시간, 6시간, 1일, 3일, 7일, 14일, 28일별로 공시체를 제작하여 수중양생 시킨 후, KS F 2314에 의거해서 일축압축강도시험을 실시하여 일축압축강도를 산출하였다.

그림 3은 기존 지반개량제인 시멘트와 규산(3호)로 제작된 호모겔과 신규 지반개량제인 SCS(Silicate Cluster Sol)와 시멘트로 제작된 호모겔의 일축압축강도를 비교한 것이다.

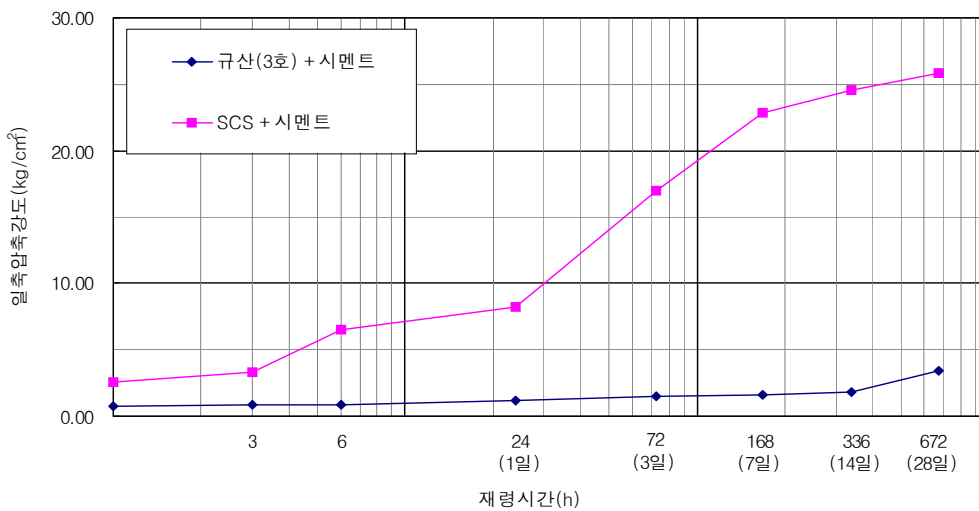


그림 3. 지반개량제의 일축압축강도

기존 지반개량제의 강도는 초기 강도가 시간이 경과함에 따라 거의 일정하게 유지되는 반면에 신규 지반개량제는 1일 강도 증가량도 기존의 재료보다 훨씬 우수하고 시간이 지남(7, 14, 28일)에 따라 기존의 것보다 최대 6배로 강도가 증가함을 알 수 있다. 따라서 신규 지반개량제가 초기 강도 발현이 우수하여 공기를 단축시킬 수 있어 결과적으로 공사비를 절감시키는 효과가 있고, 더욱 장기 강도가 우수하므로 고강도를 요구하는 현장에 적합하다(Chun et. al., 2003 ; 천, 1998).

4. 결론

본 연구는 표층처리개량에 적용할 수 있는 초연약지반 표층개량용 지반개량제인 화학재료의 개발을 다룬 것으로서 연구결과를 요약 정리하면 다음과 같다.

- (1) 고강도, 고침투성, 고내구성의 안정적인 지반개량제 SCS가 개발될 수 있어 초연약지반 표층의 개량효과를 높일 수 있을 것으로 판단된다.
- (2) 규산나트륨과 SCS를 주재료로 한 호모겔의 전자현미경 촬영을 시행·비교검토한 결과, SCS의 호모겔이 더 조밀한 구조를 가진 겔로 파악되었다. 따라서 SCS는 콜로이드 상태의 시멘트와 함께 항구성 지반개량제로 적용될 수 있음을 확인하였다.

(3) 기존에 사용되고 있는 호모겔의 단점을 보완한 SCS의 강도특성은 초기 강도 발현이 우수하고 장기 강도는 기존의 호모겔보다 6배 이상의 고강도임이 실험적으로 입증되었다.

참고문헌

1. Byung-Sik, Chun and Yoo-Hyeon, Yeoh(2003), "The Effect of TAS Method by a Supplementary to Tunnel", Geotechnical Special Publication NO. 120, Grouting and Ground Treatment, Proceedings of the 3rd International Conference, ASCE, pp. 1652~1633.
2. 천병식(1994), "기초지반개량공법", 건설연구사, pp.86~96.
3. 천병식(1998), "최신 지반주입-이론과 실제-", 원기술, pp.71~74.
4. 김진춘(2001), "MSG공법의 침투성 Demo 실험 및 경제성 평가 사례", 약액주입 및 고화처리 기술위원회 2001년도 한국지반환경공학회 학술발표회논문집, pp. 103~124.