

Road Compound 공법을 적용한 환경친화형 포장에 관한 연구

A Study on the Ecological Pavement using Road Compound

하 상 우 *
Ha, Sang-Woo

최 연 왕 **
Choi, Yun-Wang

신 화 철 ***
Shin, Hwa-Cheol

ABSTRACT

As the economy of a country develops, the necessity for social overhead capital such as railroad, highway and other transportation infrastructures becomes an utmost issue as the volume of traffic increases.

As the standard of living has been raised the needs for ecological road pavement also increase. As a matter of fact, the concrete and asphalt pavement have been constructed without considering the harmony with nature.

The Road Compound pavement is constructed with local soils from optimum mixture proportions that did not contaminate the surroundings and represent the ecological pavement.

I. 서 론

국내의 자동차 보급률이 급속도로 확대됨에 따라 이에 따른 교통량의 증대와 산업화와 도시화에 따른 생활수준 향상과 더불어 생활수준 향상과 더불어 생활의 편리함을 추구함에 따라 생활주변의 모든 장소에서 서로 이동하기 편리하도록 도로포장이 크게 증대하고 있는 실정이다.

그러나, 현재 시공되고 있는 대부분의 도로포장은 아스팔트포장 또는 시멘트 콘크리트포장으로 이러한 포장체는 도로의 기층 및 보조기층의 흙과 다른 성질의 재료로 포장단면 전체가 일체와 되지 않아 표층과 분리되어 지중에 미생물이 서식하지 못하고 토양이 사막화되는 등 여러 가지 환경적 문제 및 포장공법의 복잡성과 고가의 재료비에 의한 경제성 문제가 제기되고 있다. 또한 국내의 생활수준이 점차 선진화됨에 따라 환경보전 및 주변경관에 대한 관심이 비례적으로 증가되어 이동의 편리성 및 안정성에 초점을 맞추었던 기존의 도로 개념에서 자연환경 및 주변 생태계와 조화를 이룰 수 있는 친환경적인 도로 개발에 대한 필요성이 점차 확산되고 있는 실정이다.

Road Compound포장은 흙, 무기질계 특수혼화재료, 골재, 혼합수를 최적배합으로하여 일반포장용 콘크리트에 준하는 중, 저강도로부터 구조물용도의 고강도까지 발현가능한 특수콘크리트로서 기존의 콘크리트와는 달리 상대적으로 높은 탄성력을 지녀 고내구성 제품으로 기대되며 아울러, 공법개선을 통하여 포장단면상의 변화를 기할수 있으므로 경제적인 동시에 자연상태의 흙을 주원료로 하는 만큼 자연친화적이며 주변환경을 개선할 수 있는 신재료 및 신공법의 포장이라 할 수 있다.

* (주) 대신구조 엔지니어링 대표이사

** 세명대학교 토목공학과 부교수,

*** (주) 대신구조 엔지니어링 기술연구소 소장, 공학박사

2. 실험개요

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트 및 Road Compound

시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트(보통시멘트 또는 OPC)를 사용하였으며, 시멘트계 고화재료로 시멘트계 재료와 아원, 무수석고 및 기타무기염류를 혼합한 Road Compound(RC)를 사용하였다. 이들의 화학성분 및 물리적 성질을 표 1에 나타내었다.

표 1 보통 포틀랜드 시멘트 및 Road Compound의 화학성분

Type \ Items	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Specific Gravity	Blaine (cm ² /g)
OPC	21.60	6.00	3.10	61.41	3.40	2.50	3.15	3.539
Road Compound	8.5	15.2	1.4	39.7	1.1	33.4		

2.1.2 시료토

시료토는 흙포장 도로의 흙으로 이용할 수 있는 점성토를 사용하였으며 화학적 특성 표 2와 같다.

표 2 시료토의 화학성분

Type \ Items	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Ig.loss
점성토	63.2	17.5	6.2	0.3	0.9	0.3	3.2	0	8.3

3 실험방법

3.1 시료토 제조

대상시료인 점성토의 함수비 변화에 의한 특성을 알아보기 위하여 시료토를 dry oven에 24시간 건조시켜 토립자 내의 수분을 완전히 제거한 후 사용하였다.

3.2 압축강도

50×50×50mm의 각주 공시체를 제조하여 항온항습조를 이용하여 20±3℃의 온도를 유지하며 습도는 80±5%에서 1일 1회 함수량 변화에 의한 오차를 작게 하기 위하여 상부와 하부를 교환하면서 양생하였다. 양생 후 재령 3, 7, 28의 압축강도를 KS L 5105에 의해 측정하였다.

3.3 실험배합

점성토에 대한 Road Compound의 적정 혼합률 및 최적함수비 결정을 위해 점성토에 대한 함수비 혼합률 6수준(15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%), 점성토에 대한 Road Compound의 혼합률 5수준(15%, 20%, 25%, 30%)으로 변화시켜 제조한 배합표를 표 3에 나타내었다.

표 3 실험 배합

MC (%)	(OPC+RC)/Soil (%)	Mixing Weight(kg/m ³)			
		W	OPC	RC	Soil
15	30	273	437	109	1822
	35		510	128	
20	30	364	437	109	
	35		510	128	
25	15	456	219	55	
	20		292	73	
	25		364	91	
	30		437	109	
30	35	547	511	128	
	15		219	55	
	20		292	73	
	25		364	91	
35	30	638	437	109	
	15		219	55	
	20		292	73	
	25		364	91	
40	30	729	437	109	
	15		219	55	
	20		292	73	
	25		364	91	

4 실험결과 및 고찰

4.1 시료토의 물리적 특성

시료토로서 사용된 점성토의 물리적 특성에 대한 실험을 실시한 결과 다음 표 4, 5 및 그림 1과 같은 결과를 얻었다.

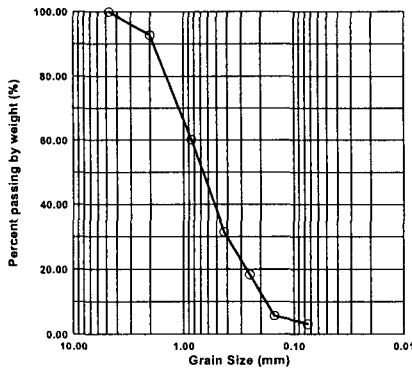


그림 1 점성토의 입도분포곡선

표 4 시료토의 물리, 역학적 특성

항목	비중 (G _s)	다짐시험	
		v _{dmax} (t/m ³)	OMC (%)
시료토	2.64	1.82	24
점성토			

표 5 시료토의 입도분포

입도	No. 4 통과량 (%)	No.200 통과량 (%)	D ₆₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	Cu	Cc
대상토	99.986	3.058	0.9	0.39	0.25	3.6	0.676
점성토							

4.2 Road Compound의 적정 혼합률에 대한 고찰

점성토에 대한 Road Compound의 적정 혼합률을 결정하기 위한 실험으로 목표강도는 흙포장 도로에서 일반도로용으로 사용이 가능한 180~250 kgf/cm² 범위로 설정을 하였다 그리고 점성토에 대한 함수비의 조건은 우선 점성토의 최적 함수비가 24%인 것에 착안하여 시공성을 고려 25%이상으로 5%씩 증가하여 40%까지 4단계를 설정하였다.

그림 2~4에 재령 3, 7 및 28일에서의 압축강도 결과를 나타내었으며, 함수비 25%, 혼합률 30%의 재령 28일 압축강도 100에 대한 혼합률에 따른 강도비를 정리한 것이 그림 5이다.

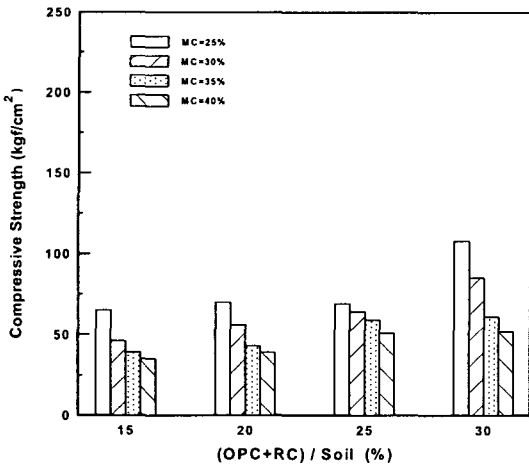


그림 2 Road Compound 혼합률 변화에 따른 압축강도 (재령 3일)

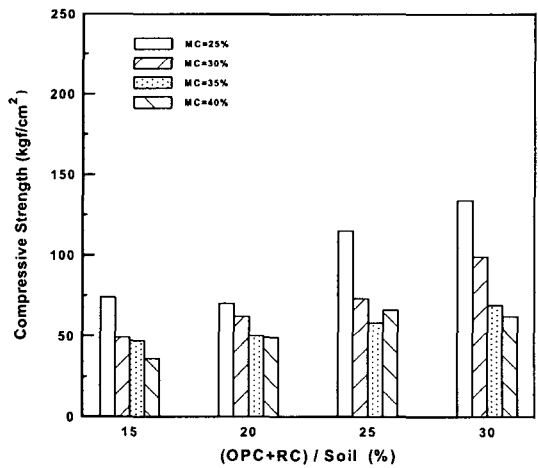


그림 3 Road Compound 혼합률 변화에 따른 압축강도 (재령 7일)

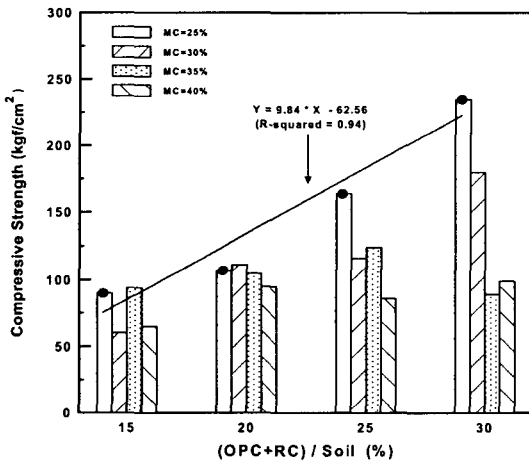


그림 4 Road Compound 혼합률 변화에 따른 압축강도 (재령 28일)

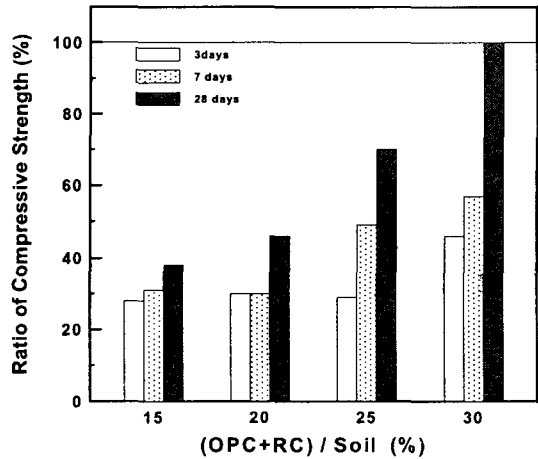


그림 5 혼합률 변화에 따른 재령별 압축강도비

이들 그림으로부터 점성토에 대한 혼합률이 15% 및 20%인 경우 함수비에 따라 압축강도가 다소의 차이가 있지만 혼합률 변화에 따라 큰 강도차이는 발생하고 있지 않으며, 재령 28일에 있어 약 100kgf/cm^2 정도의 압축강도 값을 나타내고 있음을 알 수 있다.

그러나, 혼합률이 25% 및 30%로 증가할 경우 혼합률의 증가에 따라 비례적으로 증가하여(상관계수 94%) 혼합률 25%인 경우 압축강도 값이 약 150kgf/cm^2 정도, 혼합률 30%에서는 약 250kgf/cm^2 정도로 압축강도가 크게 증가되고 있음을 알 수 있다.

따라서 점성토에 대한 Road Compound의 혼합률이 증가할수록 압축강도는 증가하는 경향을 나타낼 수 있었으며 목표로 하는 $180\sim 250\text{kgf/cm}^2$ 범위는 Road Compound의 혼합률 30%에서 충분히 발현이 됨을 알 수 있다.

이러한 경향은 혼합률이 증가됨에 따라 Road Compound와 물이 반응하여 생성되는 수화물이 증가되어 토립자 간의 빈 공간을 밀실하게 만들어 토립자들을 이어주는 바인더 역할을 통하여 강도가 증가되고 있다고 판단된다.

한편 그림 5로부터 재령 3일 및 7일의 압축강도비가 재령 28일의 압축강도에 대하여 46% 및 57%로 나타났으며, 혼합률 15%인 경우 재령 3일 및 7일의 압축강도비가 동일 혼합률의 재령 28일의 압축강도에 비하여 72% 및 82%로 나타나 혼합률이 작을수록 초기재령에서의 강도비가 혼합률이 큰 경우보다 크게 나타나고 있음을 알 수 있다.

이러한 특성은 혼합률이 작을수록 흙과 물의 최적함수비에서 외적인 다짐에 의한 흙의 전단강도 증진 및 밀도 증대 등의 기계적인 작용에 의한 효과 및 초기에 Road Compound와 물과 반응하여 생성되는 에트링가이트의 영향이 강도를 형성시키는 주효과로 판단할 수 있다. 그리고 혼합률이 증가함에 따라 초기재령에서의 강도보다 재령 28일의 강도가 크게 증가되는 현상은 재령 7일 이후 Road Compound의 수화반응에 의해 생성되는 섬유상의 C-S-H(칼슘실리케이트) 수화물이 혼합률이 작은 경우보다 보다 많이 생성되어 토립자 사이의 공극 조직을 치밀하게 하여 입자간의 접합을 증가시키기 때문으로 판단된다.

4.2 Road Compound의 최적의 함수비에 대한 고찰

점성토에 Road Compound의 혼합률을 30%로 고정하고 강도특성을 고려한 최적의 함수비를 결정하기 위하여 점성토에 대한 함수비 혼합률 5수준(15%, 20%, 25%, 30%, 35%)으로 변화시킨 공시체를 제조하여 재령 3일, 7일 및 28일의 압축강도를 측정하여 함수비 변화에 따른 압축강도 값을 나타낸 것이 그림 6이다.

이 그림에서 점성토의 함수비 25%에서 재령에 상관없이 강도가 가정 높게 나타남을 알 수 있다. 특히 초기재령인 3일 및 7일에서 함수비 변화에 따른 강도차이는 크지 않지만 재령 28일에 있어서 함수비 25%의 압축강도 값은 함수비가 $\pm 5\%$ 증감할 경우 평균 27%정도 감소하며, $\pm 10\%$ 증감할 경우 최대 62%까지 감소하고 있음을 알 수 있다.

이러한 결과에서 시험에 사용한 점성토의 최적함수비(OMC)가 24%이고 Road Compound를 사용한 점

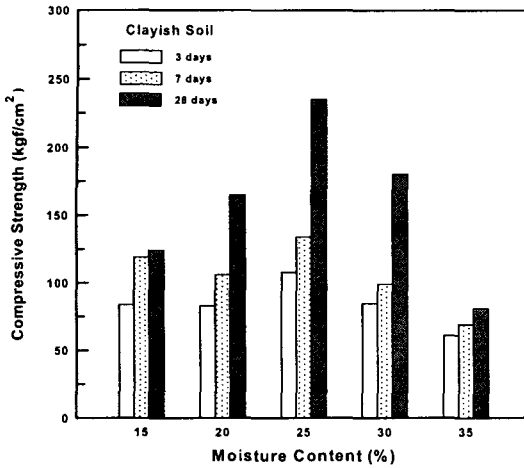


그림 6 함수비 변화에 따른 압축강도

성토의 강도가 가장 크게 증가된 함수비가 25%로 유사한 값을 나타내고 있음을 알 수 있어 점성토에 Road Compound를 사용시 강도특성을 고려한 최적의 함수비는 사용 점성토의 최적함수비(OMC)정도의 함수비로 결정하는 것이 적당하다고 판단된다.

5. 결론

1. 점성토에 대한 Road Compound의 혼합률의 증가에 따라 비례적으로 압축강도는 증가하며, Road Compound 혼합률 30%인 경우와 비교해서 혼합률을 5%씩 감소할 경우 약 압축강도가 20% 정도 감소하는 경향을 나타내었다.
2. Road Compound의 혼합률이 30%인 경우 재령 3일 및 7일의 압축강도비가 재령 28일의 압축강도에 대하여 46% 및 57%로 나타났으며, 혼합률 15%인 경우 각각 72% 및 82% 정도로 나타나 혼합률이 작을수록 초기재령에서의 강도비가 크게 나타나고 있음을 알 수 있었다.
3. 점성토 등의 대상토양에 Road Compound를 사용할 경우 강도특성을 고려한 최적의 함수비는 사용 점성토의 최적함수비(OMC)정도의 함수비로 결정하는 것이 강도증진 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

참고 문헌

1. 대한주택공사 주택연구소, “연약지반 개량공법 적용기준에 관한 연구 보고서”, 1998.
2. 천병식, 최기, “열악한 지반조건에서 고결공법의 지반보강효과증대에 관한 연구”, 한국지반공학회, 1996.
3. 민덕기, 황광모, 박근호, “석회 및 화학첨가제에 의한 건설잔토의 안정처리”, 한국지반공학회 논문집, 제17권, 제4호, 2001.
4. 천병식, 임해식, 전진규, “시멘트계 고화제에 의해 혼합처리된 지반의 설계정수에 관한 연구”, 한국지반공학회 논문집, 제16권, 제2호, 2000.
5. G. Rajasekaran, K. Murali, R. Srinivasaraghavan, “Effect of Chlorides and Sulphates on Limes Treated Marine Clays”, Japanese Geotechnical Society, Soils and Foundations, Vol.37, No2, 1997.