

경량혼합토 배합비율과 강도분석

Analysis of determining the mix ratio and strength for lightweight soils

배윤신¹⁾, Yoon-Shin Bae 윤길림²⁾, Gil Lim Yoon,

¹⁾ 서울시정개발연구원 부연구위원, Associate Research Fellow, Seoul Development Institute

²⁾ 한국해양연구원 책임연구원, Senior Researcher, Korea Ocean Research & Development Institute

SYNOPSIS : 본 연구에서는 경량혼합토 배합설계변수인 원료토의 중량, 함수비 및 기포재와 첨가할 물의 양, 그리고 강도를 발현하기 위하여 필요한 고화재로서 시멘트첨가량에 대한 최적의 배합설계에 대한 분석을 하였다. 분석을 위해 페타이어가루와 왕겨를 각각 혼합한 경량혼합토의 압축강도를 비교 분석하였다. 왕겨혼합토는 함유량 3%에서 최대강도가 발현되는 반면 페타이어혼합토의 경우 함유량 6%에서 최대강도를 보여주었다. 현장에서 설계기준을 만족하기 위한 시멘트비와 폐성분을 적절히 혼합하면 합리적이고 경제적인 배합비를 산출할 수 있다.

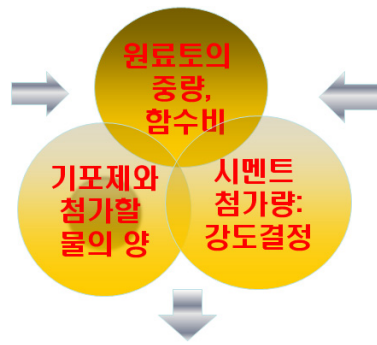
Key words : 경량혼합토, 배합설계, 배합비, 페타이어, 왕겨

1. 서 론

지금까지 시멘트 혼합처리공법에서의 시멘트 함유량은 초기의 강도가 주어지면 원료토의 조건에 따라 적절하게 현장에서 적합하게 결정하여 사용되기 때문에 지나친 목표강도 설정으로 과도한 시멘트가 사용되어 비경제적 설계의 원인이 되고 있다. 이에 건설잔토나 준설토 및 현장에서 발생하는 점토나 실트질 흙을 사토처리 하지 않고 현장에서 유용할 수 있는 경량혼합토와 폐자원(페타이어가루, 왕겨)을 경량혼합토에 첨가한 혼합토의 강도를 분석해 보았다. 본 연구에서는 목표강도를 분석하고 그에 따른 최적의 시멘트 함유량을 제시하고자 한다.

2. 재료 및 배합비

본 연구에서는 원료토로 양산물금지구 지구외도로 [대1-5호선] 부산지하철 2호선 인접구간에서 채취한 점성토를 사용하였다(윤길림 외 2010). 최근들어 폐기물을 건설재료로 재활용하기 위한 관심이 국내 외적으로 고조되는 가운데 페타이어 분말과 왕겨(Rice husk ash)를 활용한 토질안정처리공법이 연구된 바 있다(김윤태 등, 2008; 민덕기 등, 2002). 그림 1은 목표강도를 발현하기 위하여 필요한 고화재로서 시멘트첨가량에 대한 배합비의 분석요소를 모식적으로 보여주고 있다. 그림2는 페타이어 가루와 왕겨를 혼합한 경량혼합토의 단면 사진이다. 경량혼합토와 페타이어분말 및 왕겨를 첨가한 경량혼합토의 거동 특성을 분석하기 위하여 직경 5cm, 높이 10cm의 공시체를 제작하였다. 표 1은 시험조건 및 배합비율을 보여준다(윤길림 외, 2010). 경량 혼합토 및 폐기물을 첨가한 경량혼합토의 시험은 다양한 조건 및 배합 비율로 분석되었으며 자세한 내용은 윤길림 외 (2010)에 명시되었다.



다양한 배합설계변수 분석

그림 1. 목표강도와 고화재로서 시멘트 첨가량에 대한 배합비 분석



그림 2. 페타이어 가루와 왕겨를 혼합한 공시체 단면

표 1. 시험조건 및 배합비율(윤길림 외, 2010)

시험종류	경량혼합토	폐기물을 첨가한 경량혼합토	
		페타이어분말	왕겨
준설토초기함수비(%)	70	70	70
시멘트비(%)	8, 12, 16 20	12	12
폐기물함량(%)	-	3, 6, 12, 25, 50	3, 9, 12
양생기간(day)	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28
양생조건	대기 및 수중양생	대기 및 수중양생	대기 및 수중양생

3. 결과 및 분석

3.1 경량혼합토

원료토의 중량, 함수비, 및 기포제와 물의 양, 시멘트첨가량에 대한 배합비 분석을 본 연구에서는 실시하였다. 그림 3은 경량혼합토의 양생기간 및 시멘트 함유량에 따른 경량혼합토의 일축압축강도를 보여주고 있다. 고화재를 이용한 지반개량시 목표 강도는 뒷채움재나 도로성토지반용 천층처리공법, 경량혼합토공법은 일반적으로 $2\text{kgf/cm}^2(200\text{kPa})$ 을 사용하며 상부하중이 큰 경우는 심층처리공법과 그라우팅공법에서는 대략 $5\text{kgf/cm}^2(500\text{kPa})$ 을 사용한다(윤길림 외, 2010). 그림 3에서 보는바와 같이 200kPa의 강도를 발현하기 위해서는 시멘트비는 20%와 28일의 공기양생 기간이 필요함을 알 수 있다.

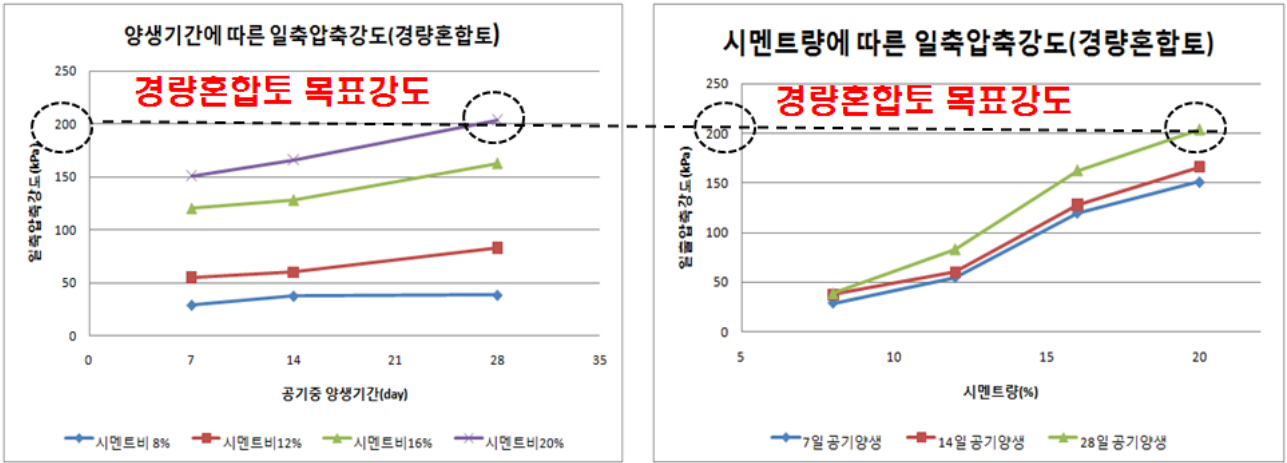


그림 3. 양생기간 및 시멘트 함유량에 따른 경량 혼합토의 일축압축강도

3.2 페타이어분말 혼합토

그림 4는 페타이어분말 혼합토의 양생기간 및 페타이어가루 함유량에 따른 경량혼합토의 일축압축강도를 보여주고 있다. 그림 4의 좌측 그림에서 보는 바와 같이 페타이어 함유량 6%에서 28일 양생기간에서 최대 강도(약 111kPa)를 발현함을 알 수 있다. 반면 우측그림에서는 28일 공기 양생일 경우 타이어가루 함유량 6%에서의 강도(약 111kPa)는 타이어가루를 포함하지 않는 경우(0%)의 강도(약 83 kPa) 보다 25% 가량 증가됨을 알 수 있다. 강도는 페타이어 함유량 6%에서 최대이며 12%까지 감소하며 이후 28%까지는 비슷하였다. 그림 4에서의 시멘트비는 건조시료의 12%로 고정되어 있다.

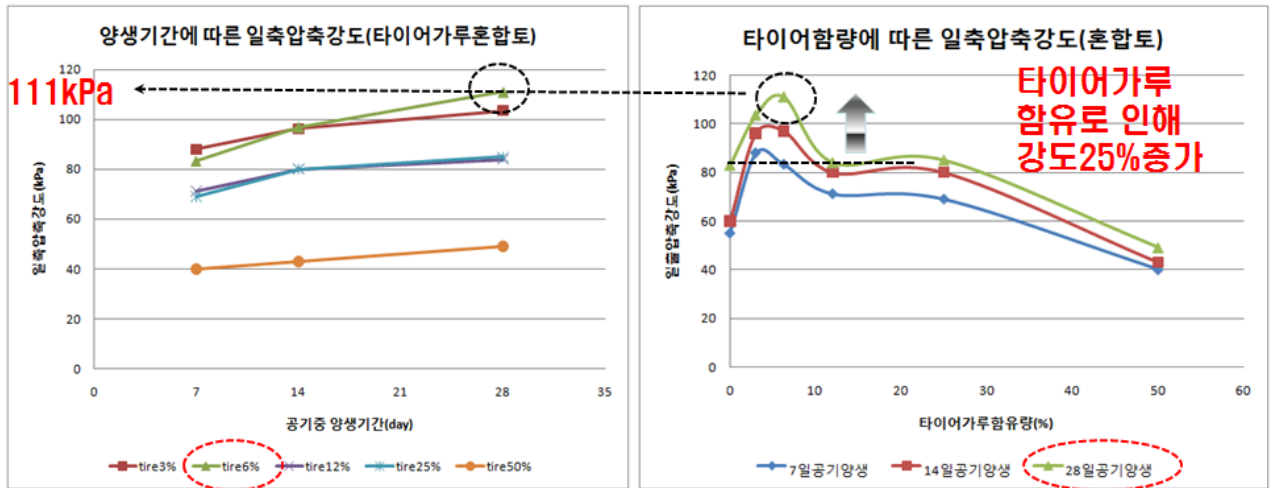


그림 4. 양생기간 및 페타이어가루 함유량에 따른 페타이어분말 혼합토의 일축압축강도

3.2 왕겨 혼합토

그림 5는 왕겨 혼합토의 양생기간 및 왕겨 함유량에 따른 경량혼합토의 일축압축강도를 보여주고 있다. 그림 5의 좌측 그림에서 보는 바와 같이 왕겨 함유량 3%에서 28일 양생기간에서 최대 강도(약 109kPa)를 발현함을 알 수 있다. 반면 우측그림에서는 28일 공기 양생일 경우 왕겨 함유량 3%에서의 강도(약 109kPa)는 왕

겨를 포함하지 않는 경우(0%)의 강도(약83 kPa) 보다 25% 가량 증가됨을 알 수 있고 이는 페타이어 분말을 함유한 혼합토와 비슷한 강도 증가를 보여 준다. 강도는 함유량 3%에서 최대이며 이후 급속히 감소하며 함유량 8%이상에서는 강도의 많은 손실이 발생함을 알 수 있다. 그림 5에서도 건조시료의 12%의 시멘트비가 사용되었다.

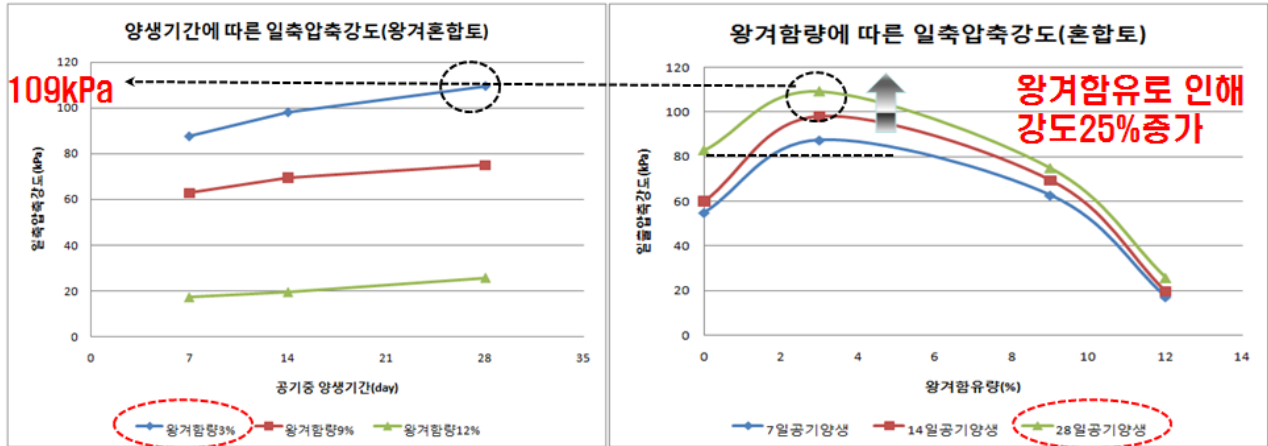


그림 5. 양생기간 및 왕겨 함유량에 따른 왕겨 혼합토의 일축압축강도

4. 결론

본 연구에서는 목표단위중량을 설정한 후 배합설계변수인 원료토의 중량, 함수비 및 기포재와 첨가할 물의 양, 그리고 강도를 발현하기 위하여 필요한 고화재로서 시멘트첨가량에 대한 최적의 배합설계에 대한 분석을 수행하였다. 경량혼합토의 경우 시멘트비 20%에서 28일 공기양생 후에 소정의 목표강도 (200kPa)를 얻었으며 페타이어가루 및 왕겨를 각각 6% 및 3% 혼합한 경량혼합토의 경우 혼합하지 않은 경우보다 약 25%의 강도증가율을 보여주었다. 향후 다양한 시멘트비와 배합단위중량에서의 강도증가율을 산정하여 지반종류 및 개량목적에 맞게 사용하면 보다 경제성 있는 배합설계가 이루어 질 것으로 기대한다.

참고문헌

1. 김운태, 강효섭 (2008), 페타이어 분말을 이용한 혼합경량토의 역학적 특성연구, *대한토목학회 논문집* 제28권, 제4C호.
2. 민덕기, 황광모, 김현도, 황택진 (2002), Rice husk ash를 이용한 토질안정처리, *한국지반공학회 논문집* 제18권, 제5호.
3. 윤길립, 배운신 (2010), 폐기물을 첨가한 경량혼합토의 배합설계와 목표강도 결정, *한국지반공학회 봄 정기학술대회*