

흡경화특성에 미치는 생석회-물유리복합경화제의 영향

엄철이, 박진수, 홍영범, 황영수

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《건재공업부문에서 공장, 기업소들을 현대적으로 꾸리고 건재생산을 전문화, 전통화하며 최신기술을 활용하여 건재의 다양화, 다종화, 국산화를 실현하여야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 53페이지)

원천이 풍부한 흙을 모래나 골재대신 건설용재료로 리용하기 위한 연구[1]가 많이 진행되고있는데 흡경화제로는 주로 세멘트, 석회석, 고회석과 제철슬라그, 연재 등 공업폐기물을 리용[3]하였다. 그러나 세멘트를 리용한 흡경화방법은 건설원가가 비싸며 다른 경화제들은 누름세기, 내수성, 팽해동저항성이 낮은 결함이 있다.

우리는 흡경화제로서 생석회와 물유리를 리용하기 위한 연구를 하였다.

실험 방법

실험에 리용한 흙과 세멘트, 생석회는 100℃의 항온건조기에서 24h동안 건조시키고 불밀분쇄하여 규격 1의 표준채로 선별하였으며 그 조성은 각각 표 1-3과 같다.

표 1. 흙의 조성

성분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	작열감량
함량/%	69.82	18.74	3.94	2.38	0.86	0.54	3.72

표 2. 세멘트의 조성

성분	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	기타
함량/%	62.31	23.74	6.35	2.67	4.16	0.77

표 3. 생석회의 조성

성분	CaO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
함량/%	92.74	4.12	1.54	1.18	0.41

물유리는 밀도 1.28g/cm³, 모듈 3.6인것을 리용하였다.

경화촉진제로는 선행연구[2]에서와 같은것을 리용하였다.(표 4)

표 4. 경화촉진제의 조성

성분	NaCl	MgCl ₂	KCl	NaH ₂ PO ₄	K ₂ CO ₃	CaCl ₂	CH ₃ COOH
함량/%	27	23	19	2	15	11	3

마른 흙량에 대하여 18%의 물을 취하고 그 절반으로는 계산된 량의 물유리를, 나머지 절반으로는 경화촉진제를 희석하였다.

흙에 일정한 량의 생석회와 물유리희석액을 넣고 잘 혼합한 다음 경화촉진제수용액을 첨가하고 다시 잘 혼합하였다.

직경 100mm, 높이 200mm의 원통형불수강형타에 혼합물을 넣고 60t 만능재료시험기에서 4t의 힘으로 3min동안 눌러 시편들을 제작하였다.

시편들을 비닐주머니에 넣어 30℃의 항온건조기에서 3일동안 양생한 다음 꺼내여 로출상태에서 일정한 기간 양생하였다.

60t 만능재료시험기로 3, 7, 28일동안 양생한 시편들의 누름세기를 측정하였다.

내수성은 7일동안 양생한 시편을 25℃의 물속에서 2일동안 방치하고 누름세기를 측정하는 방법으로 평가하였으며 팽해동저항성은 7일동안 양생한 시편을 1일동안 25℃의 물속에서 방치한 다음 1일동안 -20℃의 팽동기에서 방치하는 조작을 2회 반복한 후 누름세기를 측정하는 방법으로 평가하였다.

실험결과 및 해석

경화제의 종류에 따르는 흙경화특성 경화제로 세멘트, 생석회, 물유리, 생석회-물유리(질량비 1 : 1)를 선택하고 흙에 경화제성분들을 각각 10%씩 섞고 누름세기를 측정한 결과는 표 5와 같다.

표 5. 경화제의 종류에 따르는 경화된 흙의 누름세기(MPa)

경화제	3d	7d	28d	내수성	팽해동저항성
세멘트	3.4	6.2	7.3	6.1	5.8
생석회	1.2	2.4	2.7	1.4	1.0
물유리	0.8	1.5	1.7	0.6	0.4
생석회-물유리	2.5	3.8	4.2	2.7	2.5

경화촉진제: 마른 흙에 대하여 0.1%

표 5에서 보는바와 같이 세멘트의 경화특성이 가장 좋으며 생석회와 물유리를 단독으로 리용하는 경우에는 흙경화특성이 나쁘지만 복합하여 리용하면 경화특성은 좋아진다.

그러나 복합경화제를 리용한 경화된 흙의 내수성과 팽해동저항성은 그리 높지 못하다. 그것은 물유리가 생석회와 반응하여 불용성 규산칼시움을 형성하여 흙경화세기를 높여주지만 파잉으로 들어간 물유리는 경화흙의 내수성에 부정적영향을 미치기때문이다.

물유리량에 따르는 흙경화특성 물유리량을 변화시키면서 생석회-물유리복합경화제를 리용할 때 누름세기를 측정한 결과는 표 6과 같다.

표 6에서 보는바와 같이 물유리량이 많아짐에 따라 누름세기는 증가하지만 내수성과 팽해동저항성은 물유리량이 3%일 때 가장 높다. 따라서 흙경화에 합리적인 물유리량을 마른 흙에 대하여 3%로 설정하였다.

생석회량에 따르는 흙경화특성 생석회량을 변화시키면서 생석회-물유리복합경화제를 리용할 때 누름세기를 측정한 결과는 표 7과 같다.

표 7에서 보는바와 같이 생석회량이 증가함에 따라 흙경화특성이 개선되는데 7%이상에서는 큰 변화가 없다. 따라서 합리적인 생석회량을 마른 흙에 대하여 7%로 하였다.

표 6. 물유리량에 따르는 경화된 흙의 누름세기(MPa)

물유리량/%	3d	7d	28d	내수성	팽해동저항성
1	1.5	2.6	2.9	2.7	2.5
2	2.1	3.2	3.6	3.4	3.2
3	2.4	3.8	4.2	3.7	3.6
4	2.4	3.7	4.1	3.1	2.9
5	2.5	3.8	4.2	2.7	2.5

생석회: 마른 흙에 대하여 5%,

경화촉진제: 마른 흙에 대하여 0.1%

표 7. 생석회량에 따른 경화된 흙의 누름세기(MPa)

생석회량/%	3d	7d	28d	내수성	랭해동저항성
1	1.4	1.8	2.0	1.4	1.3
3	2.0	3.2	3.5	3.1	2.9
5	2.4	3.8	4.2	3.7	3.6
7	2.9	4.5	5.1	4.5	4.4
9	3.0	4.6	5.1	4.6	4.5

물유리: 마른 흙에 대하여 3%,
경화촉진제: 마른 흙에 대하여 0.1%

은 떨어진다. 그것은 경화촉진제를 이루는 성분들의 대부분이 수용성염들이므로 너무 많이 첨가하면 흙경화특성에 나쁜 영향을 미치기때문이다.

따라서 흙경화에 합리적인 경화촉진제량은 마른 흙에 대하여 0.2%이다.

경화촉진제량에 따른 흙경화특성 경화촉진제량을 변화시키면서 생석회-물유리 복합경화제를 리용할 때 누름세기를 측정 한 결과는 표 8과 같다.

표 8에서 보는바와 같이 경화촉진제량이 증가함에 따라 흙경화특성이 좋아지지만 0.3%이상에서는 내수성과 랭해동저항성

표 8. 경화촉진제량에 따른 경화된 흙의 누름세기(MPa)

촉진제량/%	3d	7d	28d	내수성	랭해동저항성
0.1	2.9	4.5	5.1	4.5	4.4
0.2	3.2	4.8	5.3	4.7	4.5
0.3	3.3	4.8	5.3	4.2	4.1
0.4	3.3	4.7	5.3	3.8	3.6

물유리: 마른 흙에 대하여 3%,
생석회: 마른 흙에 대하여 7%

맺 는 말

생석회-물유리복합경화제에 의한 흙경화에서 마른 흙에 생석회를 7%, 물유리를 3%, 경화촉진제를 0.2% 첨가할 때 가장 좋은 흙경화특성이 나타난다.

참 고 문 헌

- [1] B. M. Das; Advanced Soil Mechanics, Taylor & Francis, 567, 2008.
- [2] Jalan Satu; GET Technical Specifications, MKP Capital LLC Berhad, 445, 2011.
- [3] 王宇辉; CN 1721627, 2010.

주체105(2016)년 9월 5일 원고접수

Effect of Burnt Lime-Water Glass Complex Hardener on the Hardening Characteristics of Soil

Om Chol I, Pak Jin Su, Hong Yong Bom and Hwang Yong Su

We confirmed that the soil revealed the best hardening characteristics when 7% of calcined lime, 3% of water glass and 0.2% of hardening accelerator were added to the dried soil.

Key words: burnt lime, water glass, hardening accelerator