

세멘트콘크리트의 세기에 미치는 실리카졸의 영향

한혁, 조영철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《마감건재생산기지를 현대적으로 잘 꾸리고 건설의 현대화, 공업화수준을 높이는데 필요한 질좋은 마감건재를 많이 생산보장하도록 하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제20권 213페이지)

최근에 세계적으로 여러가지 침투형경화제들이 많이 연구개발되어 콘크리트바닥을 비롯한 마감건재들의 시공에 널리 리용되고있다.[1] 침투형경화제의 하나인 실리카졸은 세멘트의 수화반응을 촉진시켜 세멘트콘크리트의 세기를 높인다.[2-4]

우리는 실리카졸을 첨가한 세멘트콘크리트시편을 만들고 그것의 세기에 미치는 실리카졸함량의 영향을 평가하였다.

실험 방법

포르틀란드세멘트(《220》), 실리카졸(8.5%), 수산화칼시움분말(화학순), 표준모래를 리용하였다.

콘크리트시편의 세기는 50t유압프레스를 리용하여 측정하였다.

세멘트 : 표준모래 : 물=1 : 2 : 0.6의 배합비로 기준시편을 만들고 SiO_2 /세멘트비가 각각 0.5, 1, 2, 5% 되게 실리카졸을 첨가한 시편들을 만들어 표준양생조건(온도 20℃, 상대습도 95%)에서 일정한 기간 굳힌 다음 누름세기와 구부림세기를 측정하였다. 시편들의 크기는 4cm×4cm×16cm이다.

물/세멘트비가 0.4인 기준시편과 SiO_2 /세멘트비가 1%인 시편을 만들어 표준양생조건에서 각각 7, 28일동안 양생시키고 X선회절분석기(《DX-3》)로 분석하였다.

SiO_2 /수산화칼시움비가 4% 되게 수산화칼시움분말과 실리카졸을 혼합하여 시편을 만든 다음 표준양생조건에서 7일동안 양생시키고 X선회절분석하였다.

실험결과 및 해석

세멘트콘크리트의 세기에 미치는 실리카졸의 영향 경화기일에 따르는 세멘트콘크리트시편의 세기변화는 표와 같다.

표에서 보는바와 같이 실리카졸의 첨가량이 1.0%인 시편의 세기는 기준시편의 세기보다 3일후에는 1.5배정도, 7일후에는 1.3배정도, 28일후에는 1.1배정도 높았다. 이것은 실리카졸을 첨가하면 세멘트콘크리트의 세기가 초기에는 크게 증가하지만 경화기일

표. 경화기일에 따르는 세기변화

실리카졸첨가량/%	누름세기/MPa 구부림세기/MPa					
	3d	7d	28d	3d	7d	28d
0	5.3	10.6	21.5	1.5	2.6	4.2
0.5	6.4	11.8	22.4	1.8	2.9	4.3
1.0	7.8	13.6	23.6	2.2	3.2	4.6
2.0	8.0	13.7	23.6	2.4	3.3	4.7
5.0	8.1	13.7	23.7	2.5	3.4	4.7

이 지남에 따라 증가량이 적어진다는것을 보여준다. 또한 실리카졸의 첨가량이 2.0, 5.0%인 시편의 세기는 1.0%인 시편의 세기와 비슷하였다. 이것은 실리카졸의 첨가량이 1%이상일 때 세멘트의 수화반응을 더 촉진시키지 못하는데 있다. 따라서 합리적인 실리카졸의 첨가량은 1%이다.

세멘트의 수화반응에 미치는 실리카졸의 영향 실리카졸을 첨가하여 7일동안 양생시킨 세멘트콘크리트시편의 XRD도형은 그림 1과 같다.

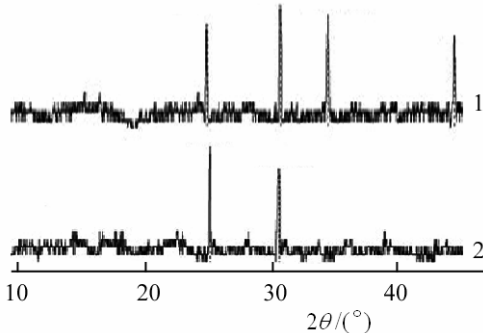


그림 1. 콘크리트시편의 XRD도형
1-기준시편, 2-실리카졸을 첨가한 시편

그림 2에서 보는바와 같이 실리카졸을 첨가한 시편에서는 기준시편에 비해볼 때 수화규산칼시움의 회절봉우리의 높이가 높아졌다. 이것은 실리카졸을 첨가한 경우 수화반응의 마감단계에서 수화생성물인 수화규산칼시움의 량이 증가한다는것을 보여준다.

이로부터 실리카졸을 첨가하면 수화반응의 마감단계에서 세멘트의 수화생성물인 수화규산칼시움의 량이 증가하여 수화반응이 촉진되며 이것이 경화마감에 세멘트콘크리트의 세기를 높여주는 원인이라는것을 알수 있다.

세멘트의 수화반응에 참가하는 실리카졸의 반응물임새 실리카졸을 첨가한 경우 세멘트의 수화반응초기단계에서 여러가지 형태의 수화규산칼시움이 새롭게 형성되고 수화반응마감단계에서 수화생성물인 수화규산칼시움의 량이 증가하는 원인을 실리카졸과 수산화칼시움이 반응한데 있다고 보고 수산화칼시움분말과 실리카

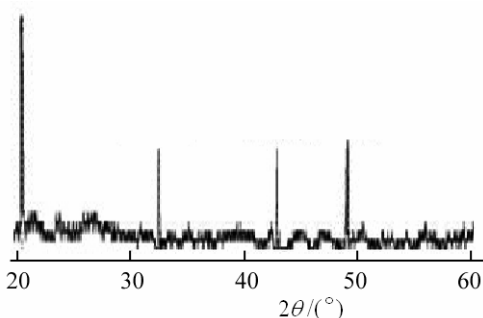


그림 3. 수산화칼시움분말과 실리카졸을 혼합한 시편의 XRD도형

그림 1에서 보는바와 같이 실리카졸을 첨가한 시편에서는 기준시편에서 나타나지 않았던 수화규산칼시움의 회절봉우리들(33, 44°)이 나타났다. 이것은 실리카졸을 첨가한 경우 초기단계에서 수화생성물인 수화규산칼시움이 많이 형성된다는것을 보여준다. 이로부터 실리카졸을 첨가하면 세멘트의 초기수화반응이 촉진되어 경화초기부터 세멘트콘크리트의 세기가 높아진다.

실리카졸을 첨가하여 28일동안 양생시킨 세멘트콘크리트시편의 XRD도형은 그림 2와 같다.

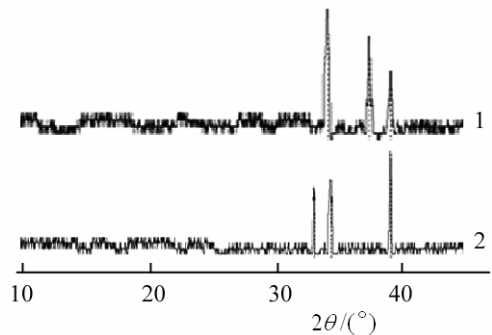


그림 2. 콘크리트시편의 XRD도형
1-기준시편, 2-실리카졸을 첨가한 시편

그림 3에서 보는바와 같이 시편에서는 수화규산칼시움의 회절봉우리들(21, 33, 44, 48°)이 나타났다. 그림 1에서는 실리카졸을 첨가한 경우 7일동안 양생된 세멘트콘크리트시편에서 수화규산칼시움들($d=2.08, 2.70 \text{ \AA}$)이 나타났다는것을 보여주었다. 이로부터 실리카졸을 첨가한 경우 세멘트의 수화반응초기단계에서 수화규산칼시움이 형성되는 원인이 세멘트의 수화생성물인 수산화칼시움과

실리카졸의 실라놀기가 반응한데 있다는것을 알수 있다. 또한 수화반응의 마감단계에서 수화규산칼시움의 량이 증가하는 원인도 수산화칼시움과 실리카졸의 실라놀기가 반응한데 있다는것을 알수 있다.

맺 는 말

실리카졸을 첨가한 경우 세멘트콘크리트의 세기는 경화초기에 크게 증가하며 합리적인 첨가량은 세멘트의 1%이다. 또한 실리카졸을 첨가하면 실리카졸의 실라놀기가 세멘트의 수화생성물인 수산화칼시움과 반응하여 수화반응의 초기단계에서 새로운 수화규산칼시움들을 형성하고 수화반응의 마감단계에서 수화규산칼시움의 량을 증가시켜 세멘트의 수화반응을 촉진시켜 세멘트콘크리트의 세기를 높여준다.

참 고 문 헌

- [1] P. Lok et al.; Advances in Colloid and Interface Science, **214**, 17, 2014.
- [2] J. Bjornstorm et al.; Chemical Physics Letters, **392**, 242, 2004.
- [3] H. Pengkun et al.; Cement Concrete Composite, **55**, 250, 2015.
- [4] H. Pengkun et al.; Cement Concrete Composite, **53**, 66, 2014.

주체106(2017)년 10월 5일 원고접수

Effect of Silica Sol on the Strength of Cement Concrete

Han Hyok, Jo Yong Chol

We assessed the effect of silica sol on the strength of cement concrete and found that silica sol reacted with calcium hydroxide to form calcium silicate hydrate and that as a result silica sol accelerated the hydration reaction of cement and increased the strength of cement concrete.

Key words: silica sol, hydration reaction, calcium silicate hydrate