물-시멘트비에 따른 시멘트계 재료의 pH 저하 저항성 평가

Resistance to a pH Fall with Water-Cement Ratio in Cementitous Material

정 민 선* 안 기 용** 송 하 원***
Jung, Min Sun Ann, Ki Yong Song, Ha-Won

ABSTRACT

The present study concerns the acid neutralization capacity (ANC) of cement paste, mortar and concrete depending on a free water-cement ratio. The ANC of paste at 30%, 40% and 50% of water-cement ratio was measured and simultaneously the effect of aggregate on the ANC was evaluated. It was found that an increase in the acid concentration resulted in a decrease in the pH of the suspension, in particular, at 10 in the pH, a sharp decrease was observed. The ANC showed some peak resistances to acid at particular pH values.

요 약

본 연구에서는 물-시멘트 비에 따른 시멘트계 재료인 시멘트 페이스트, 모르터 및 콘크리트의 pH 저하 저항성을 평가하였다. 우선 시멘트 페이스트에 대해 물-시멘트 비 30%, 40%, 50%인 보통 포틀랜드 시멘트 페이스트의 산 증가에 따른 pH를 측정하였다. 또한, 페이스트의 pH 저하 저항성에 대한 골재의 영향에 대해 알아보기 위해서 콘크리트, 모르터, 페이스트의 pH 저하 저항성 측정 실험도 수행하였다. 실험결과, 산이 증가할수록 pH는 감소하였으며 특히 pH 10 정도에서 급격한 pH 저하가 발생되었다. 산 증가에 따른 pH 감소정도는 산중화능력으로 나타내었으며 시멘트 수화물에 의해 특정 pH에서 산중화능력이 물-시멘트비에 따라 높게 나타났다.

1. 서 론

노후된 콘크리트 구조물의 보수·보강은 내구성문제와 함께 중요성이 더욱 부각되고 있고, 과거에 시공된 누후 구조물의 경우 시공당시의 기록등이 남아 있지 않아 사용한 콘크리트의 배합 설계를 찾기 어려워 동일한 콘크리트로의 보수하기 어렵다는 한계가 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로 콘크리트의 산중화능력(Acid Neutralisation Capacity, ANC)측정을 통해 콘크리트의 배합비 예측을 제안할 수 있는 한 방법으로서 연구에서는 물-시멘트비에 따른 시멘트계 재료의 pH 저하 저항성 평가를 하고자 한다.

2. 실험 방법

물-시멘트비에 따른 시멘트계 재료의 pH 저하 저항성을 평가하고자 보통 포틀랜드 시멘트(OPC)를 사용하여 물-시멘트비 30%, 40%, 50%인 시멘트 페이스트를 제작하였다. 또한 pH 저하 저항성에 대한 골재의 영향을 평가하기 위하여 물-시멘트비 40%인 모르터 및 콘크리트 시편을 준비하였다.

* 정회원, 연세대학교, 콘크리트공학연구실, 박사과정
** 정회원, 연세대학교, 콘크리트공학연구실, 연구교수
*** 정회원, 연세대학교, 콘크리트공학연구실, 교수

시편은 타설 24시간 후 탈형하여 시멘트 내의 염소이온과 수산화이온의 침출을 막고자 폴리에틸렌 필름으로 밀봉하여 20±1℃의 온도에서 양생하였다. 양생 200일이 지난 후 시편은 분쇄기와 300㎛의 체를 이용하여 분말로 만들고 3.00g씩 계량하여 28단계의 질산용액과 혼합하였다. 혼합 용액은 pH meter를 이용하여 pH 변화가 없을 때까지 측정하며 안정된 최종 pH값을 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 pH 저하 저항성에 대한 골재의 영향

그림1.은 혼합용액의 pH와 분말 시편의 무게 당 질산의 농도를 도시하였다. 페이스트, 모르터, 콘크리트 혼합용액의 pH는 산이 증가할수록 감소하였으며 특히 pH 10을 지나면서 급격하게 감소하였다. 콘크리트의 탄산화가 발생하는 pH 10에서 혼합용액의 pH가 저하되며 이를 통해 콘크리트 탄산화가 발생한 후 pH 감소에 대한 시멘트 수화물의 저항성이 급격히 저하됨을 추측할 수 있다. 또한 콘크리트와 모르터는 페이스트의 pH에 비해 적은 양의 산에도 감소하는 경향을 보이는데 이는 분말 시편 내 골재의 비율이 증가하여 pH 저하 저항성이 높은 시멘트 수화물의 감소 때문이다.

3.2 물-시멘트비에 따른 pH 저하 저항성 평가

그림2.는 혼합용액 내 질산의 증가에 따른 pH 감소를 물-시멘트비에 따라 나타낸다. 산 증가에 따른 pH 감소는 물-시멘트비에 따른 감소의 차이는 있으나 전체적으로 pH 감소에 대한 비슷한 경향을 나타내고 있다. 물-시멘트비 30%인 시멘트 페이스트의 pH는 같은 양의 산 함유에도 불구하고 전반적으로 pH가 높게 나타났으며 이는 상대적으로 시멘트를 많이 함유하고 있어 시멘트 수화물에 의한 pH 저항성이 높기 때문이라고 사료된다.

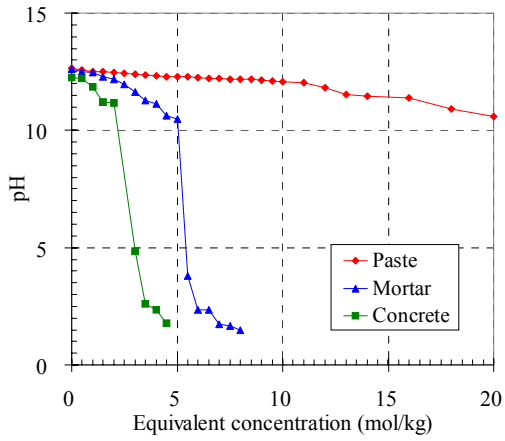

그림1. pH 저하 저항성에 대한 골재의 영향

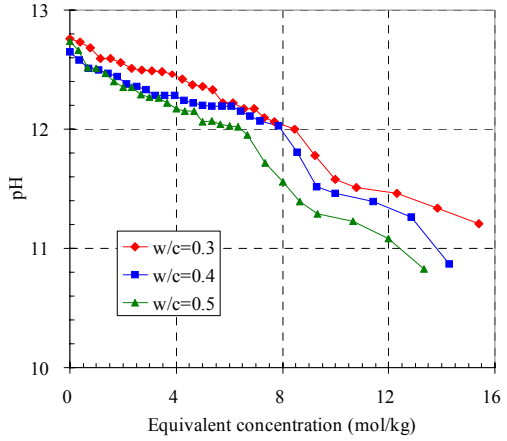

그림2. 물-시멘트비에 따른 pH 저항성 평가

4. 결 론

콘크리트와 모르터 내 골재는 화학적 반응이 없어 산 증가에 따른 pH 저하 저항성에 영향을 크게 미치지 않았다. 같은 OPC 페이스트를 사용한 결과 물-시멘트비가 달라도 전반적으로 산 추가에 따른 비슷한 pH 감소경향을 나타냈으며 물-시멘트비가 낮을수록 산 증가에 따른 pH 저하 저항성이 높게 나타났다. 본 연구의 결과를 토대로 물-시멘트비에 따라 pH 저항성이 다양하게 나타나는 특징을 이용, 오래된 콘크리트 구조물의 물-시멘트비를 예측할 수 있는 방법을 새롭게 제안할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 콘크리트 코리아 연구단 및 성능 중심의 건설 기준 표준화 연구단의 재정적 지원을 통해 이루어 졌으며 이에 감사드립니다.