

레미콘 공장에서 고로슬래그 미분말 사용 문제점과 개선방안

한중선(한국양회공업협회 상무이사)

기술표준원에서는 KS F 4009(레디믹스트 콘크리트) 규격에 혼화재의 종류로 「고로슬래그 미분말」을 추가키로 하고 규격 개정을 추진 중이다. 고로슬래그 미분말은 용광로에서 선철과정에 생기는 용융슬래그를 물로 급냉시켜 얻은 입상의 수재슬래그를 건조 분쇄한 것이다. 이러한 고로슬래그 미분말은 그 자체로는 경화되지 않지만 잠재 수경성이 있어 알칼리나 황산염 자극에 의해 경화되는 특성이 있다. 또한, 고로슬래그 미분말의 분말도나 치환율 등에 따라 콘크리트의 특성이 크게 달라지므로 사용 목적에 따라 엄격한 선택이 요구되고 있다. 그러나 국내 일부 레미콘 제조업체에서는 고로슬래그 미분말을 혼화재의 본래 목적인 콘크리트 성능개선을 위해 혼합되는 재료가 아닌 단순히 시멘트 대체재로서 원가절감 차원에서 사용하고 있기 때문에 철근 콘크리트 구조물에 심각한 품질성능 저하 우려를 야기하고 있다.

국내 레미콘공장에서 콘크리트 혼화재로서 고로슬래그 미분말을 하절기에 시멘트 중량의 20~25%를, 동절기엔 10~15%를 치환하여 사용하고 있다. 이 경우 콘크리트의 초기강도 발현성능 저하, 중성화속도가 빨라 조기에 철근 부식 우려가 있는 점, 충분한 습윤 양생이 없는 경우 균열 발생 및 동해 위험성이 많은 점뿐만 아니라 레미콘 공장에서의 저장관리, 품질관리 및 계량 관리가 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 또한, 레미콘 공장에서 사용되는 고로슬래그 미분말은 Blaine 값이 $4000\text{cm}^2/\text{g}$ 정도로 시멘트와 별 차이가 없어 콘크리트의 성능향상에 별다른 효과가 없다. 특히, 현 시점에서는 고로슬래그 미분말 사용과 관련한 매뉴얼이나 시공지침 등이 마련되어 있지 않고, 더욱 중요한 것은 업계나 학계에서 고로슬래그 미분말 사용에 대한 충분한 검증이 이루어지고 있지 않아 콘크리트 혼화재로서 사용하는 경우에는 많은 검토과제가 남아있다.

일본의 경우, 1980년대에 고로슬래그 미분말을 일부 레미콘공장에서 사용한 적이 있으나 계량관리, 강도문제, 저장관리 등으로 인하여 발생하는 문제점 때문에 건설회사들의 불안이 가중되어 현재는 레미콘 공장에서 고로슬래그 미분말을 혼입하여 사용하는 경우는 없다. 따라서, 고로슬래그 미분말을 콘크리트 혼화재로 사용하여야 할 경우에는 품질성능이 확보된 고로슬래그시멘트의 사용이 범용화 되어 있고 이의 사용 용도도 기초, Pile 등에 한정하여 사용하고 있다. 이렇게, 고로슬래그 시멘트를 사용하게 된 계기는 고로슬래그 미분말을 콘크리트 혼화재로 적용하기 전에 학계 및 업계의 철저한 사전준비가 있었다. 즉, 일본정부에서는 1985년부터 고로슬래그 혼화재 연구위원회를

발족하여 연구를 진행하였으며 슬래그 제조업체, 레미콘협회, 시멘트협회 등 관련 기관의 연구 협의를 거쳐 「고로슬래그 미분말 사용 콘크리트 제조 매뉴얼-표준화방향」을 작성한 후 JIS 규격을 개정하는 치밀함을 보였다. 그럼에도 불구하고 고로슬래그 미분말 사용에 의한 콘크리트 응결지연 및 초기강도가 낮아 공사기간이 지연되어 건축공사에서는 거의 사용되고 있지 않고, 특히, 중성화속도가 빨라지는 등의 품질상의 문제점 때문에 토목공사에서도 공기 중에 직접 노출되는 콘크리트 구조물에는 그 사용을 엄격히 제한하고 있다. 또한, 일본 철도(Japan Rail Road)에서는 신칸센 구조물에서 철근 부식에 의한 콘크리트 구조물의 박락으로 안전성에 매우 심각한 문제를 제기하고 있으며, 이에 따라 고로슬래그 미분말 등을 혼합한 혼합시멘트를 사용하는 것을 금지하고 있는 실정이다. 이와 같이, 고로슬래그 미분말의 사용제한은 학계 및 업계 등의 충분한 검토와 검증을 거친 탓도 있지만 법령 이전에 공공의 안전과 생명을 중시하는 국민성에도 있다고 본다.

국내에서 슬래그가 사용된 것은 1950년대 후반 고로수쇄슬래그를 단독으로 분쇄하여 콘크리트 혼화재로 사용하면서부터 이다. 우리나라에서는 70년대 중반부터 고로슬래그시멘트를 생산하여 주로 토목공사 등에 사용하였으며 90년대 후반에는 레미콘 원가 절감 목적으로 고로슬래그 미분말을 레미콘 공장에서 혼합하여 사용하기 시작하였다. 국내 건축물의 수명을 대체로 60여년으로 볼 때 일부 단편적인 연구만으로 장기간에 걸친 고로슬래그 미분말 사용으로 발생하는 피해를 평가하기는 아직 이른 감도 없지 않다. 그러나, 레미콘 공장에서 고로슬래그 미분말을 혼입하는 경우는 전 세계 국가에서 유례가 없는 일이며, ISO 규격에도 고로슬래그 미분말 사용이 규정되지 않은 것은 국가간 또는 업체간에 서로 일치되고 확인된 검증자료가 확립되지 않았기 때문으로 판단된다.

따라서 콘크리트 혼화재로서 고로슬래그 미분말의 사용을 위해서는 다음 사항이 우선 전제되어야 한다.

첫째 레미콘 공장에서 원가절감 목적으로 고로슬래그 미분말의 무분별한 사용 방지를 위해 특수용도로 품질이 검증된 고로슬래그시멘트가 사용되어야 한다. 레미콘공장에서 직접 투입은 믹싱시간, 균일성, 미분말과 시멘트 상성문제로 인한 품질상의 문제 때문에 사용을 금하여야 한다.

둘째 고로슬래그 미분말 혼입 콘크리트의 철저한 품질검증이 필요하다. 이를 위해서는 공신력 있는 학회 또는 연구기관 등에서 제정한 고로슬래그 미분말에 관한 매뉴얼

이나 지침서에 따라 사용을 유도하고 이에 대한 철저한 검증과 확인을 거쳐야 한다. 또한, 고로슬래그 미분말의 함량을 건설현장에서 간편하게 측정할 수 있는 검증 장치가 필요하다.

셋째 고로슬래그 미분말의 사용시 그 사용목적을 사용자에게 정확히 설명하여 사용승인을 얻는 사용자 승인제도가 반드시 정착되어야 한다. 그리고 고로슬래그 치환율에 따라 콘크리트의 경화전 및 경화후 성능 등이 콘크리트 구조물의 품질에 어떠한 영향을 미치는지를 관계인에게 설명함과 동시에 가격문제도 거론되어야 한다.

넷째 건축구조물에는 고로슬래그 미분말의 사용을 금지 하여야 한다. 이러한 이유는 건축구조물이 피복두께가 작아 콘크리트 품질성능이 외부환경의 영향을 많이 받으며, 특히, 초기강도 저하에 의한 공사기간 연장 및 중성화에 의한 철근부식 위험성이 높아 전체적인 콘크리트 구조물의 품질성능 저하로 연계되기 때문이다.

고로슬래그 미분말의 사용은 단순한 레미콘 원가절감 차원이 아니라 콘크리트 품질향상을 위하여 사용목적에 따른 적정 치환율의 준수, 고로슬래그 시멘트로의 사용, 사용자 승인제도의 확립, 시공 매뉴얼 및 지침서의 제정 등이 관계인 등과의 충분한 협의를 거쳐 반드시 해결되어야 한다고 판단된다.