

레미콘 가수(加水)에 따른 콘크리트의 품질 결함



(사)한국건설안전기술협회
한 경 보 회장

1. 서론

건설 현장에서는 동계공사에서 진행하지 못한 공정을 맞추기 위하여 날씨가 풀리는 지금 이시기에 바쁘게 움직이고 있다. 한중콘크리트 기간, 민원관계 및 현장 사정 등에 의하여 지연된 공사기간을 만회라도 하려고 부지런히 움직이는 근로자의 손길에서 활력이 느껴진다.

봄이라는 계절은 출지도, 덥지도 않으므로 일을 하기에는 충분한 시간인 것은 사실이지만, 자칫 빠른 공사속도로 인해 구조물의 품질을 저하하는 요소가 많이 발생한다. 특히, 가장 기본적인 레미콘의 품질관리 미흡에 따른 구조물에서 발생하는 각종 결함으로 인하여 공사는 지연되기도 한다.

하지만, 빠른 공사속도 이면에는 품질관리 부분이 소홀하기 쉬운데, 특히 현장에서 원가절감 차원에서 콘크리트를 주문 시 비교적 된 비빔 슬럼프를 주문하여 부어넣기를 한다. 된 비빔 슬럼프의 경우 묽은 비빔 슬럼프에 비하여 콘크리트의 품질은 양호한데 시공성이 따라주지 못해 각종 품질 결함을 발생 시킨다.

따라서, 본고에서는 기술자가 알아야 할 건설현장 품질관리 지도 중 현장에 반입되는 레미콘의 가수행위에 따른 콘크리트의 품질결함 및 방지대책에 고찰 하고자 한다.

2. 18cm같은 12cm 콘크리트

봄철 한낮의 온도는 20~25℃로 초 여름철 기온과 비슷하므로 콘크리트의 품질에 대단히 큰 영향을 미치게 된다.

특히, 고층으로 올라갈수록 된 비빔의 콘크리트의 경우 펌프압송성이 미치지 못해 배관이 막히고, 레미콘 타설 차량에 무리한 경우가 발생하여 종종 부어넣기가 중지되기도 한다. 이때 현장관계자는 레미콘 실험 기사 또는 공장에 전화를 걸어 자연스럽게 이상한 주문을 하게 되는데 그것이 바로 18cm 같은 12cm 레미콘을 주문하게 된다. 이럴 경우 슬럼프 수치에 따라 레미콘 가격 변동으로 인하여 공장에서는 배합조정에 의하여 출하하는 것이 아니라 단순히 잔골재 등 골재의 표면수율만 레

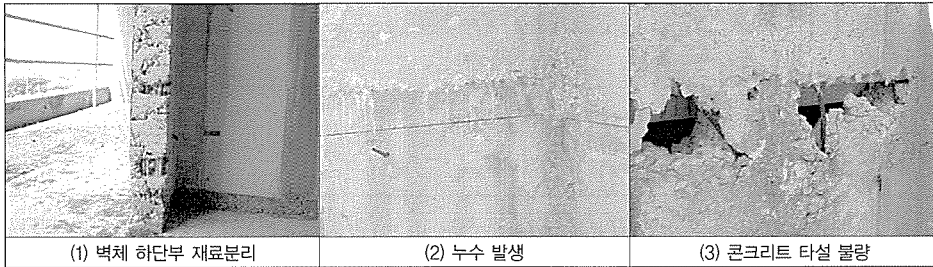


사진 1. 콘크리트의 품질 결함

미콘 출하 담당자에 의하여 조정되므로 콘크리트 타설 기능공의 작업성에 맞는 콘크리트가 현장에 반입하게 된다. 이렇게 반입된 콘크리트는 부어넣기 및 콘크리트 치기 속도가 빠르며, 현장 노무자의 작업강도가 비교적 낮아지므로, 현장에서는 빈번히 이용되는 방법이다.

하지만, 이렇게 시공되는 콘크리트의 품질이 당연히 저하되는 것은 자명한 사실이지만 현장에서 관리하기에는 대단히 어려운 문제이다.

3. 가수의 행위

건설공사에서 레미콘의 가수는 건설관계자 및 일반인도 적극적인 캠페인을 통해서 많이 사라졌다고 생각되

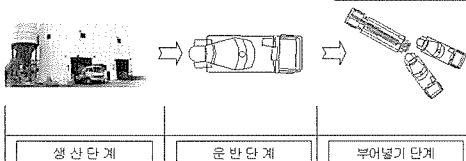
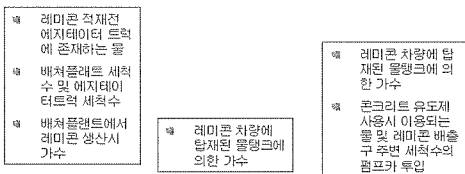


그림 1. 가수가 이루어지는 행위의 종류

어지지만, 아직도 많은 부분에서 가수는 지금도 다양한 행위를 통해서 이루어지고 있다.

[그림 1]은 레미콘 생산에서부터 부어

넣기까지의 과정에서 가수가 이루어지는 행위를 나타낸 것이다.

(1) 레미콘 적재 전 에지테이터 트럭에 존재하는 물



사진 2. 배출 후 에지테이터 트럭 세척

레미콘을 현장에서 부어넣은 후 공장으로 돌아가 새로운 제품을 에지테이터 트럭에 담을 때에는 트럭 내

부에 물이 남아 있지 않아야 함이 원칙이다. 그러나 전날 출하 후 세척한 에지테이터 드럼에 잔류한 물, 비가 온 다음날의 경우 빗물 및 레미콘 납품 후 배출구 주위를 깨끗하게 세척하기 위하여 물을 사용하면서 세척한다. 하지만 세척한 물을 배출한 후 다시 콘크리트를 에지테이터 트럭에 받아야 하는데, 세척한 물이 일부 들어있는 경우가 있어 이를 고려하지 않은 경우는 가수를 하는 행위와 같은 것이 된다.

(2) 배척플랜트 세척수 및 에지테이터 트럭 세척수

레미콘을 생산하고 나면 레미콘 회사에 따라 배척플랜

트에서 배출구를 씻어주기 위하여 물을 뿌려주거나 혹은 레미콘 운전수가 레미콘을 신고 나면 주변에 묻은 콘크리트 부착물을 씻어주기 위해 어느 정도 물을 첨가하게 되는데, 이 물은 장비 보호 목적상 필요한 행위이지만, 이 경우도 주의가 필요하다.

(3) 레미콘 차량에 탑재된 물탱크에 의한 가수

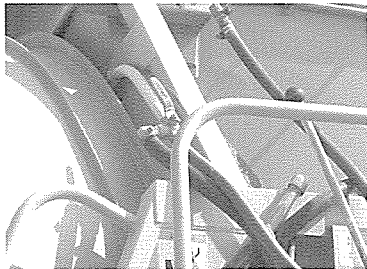


사진 3. 에지데이터 트럭 상부로 이어지는 밸브

레미콘 차량이 현장에 도착하고 나면 고속으로 회전함으로써 재료분리 방지하기 위하여 재혼합한 뒤 역

회전하여 배출하게 되는데, 레미콘 차량 후면에 드럼을 회전하기 위하여 설치되는 손잡이 주위에는 레미콘 트럭 청소용 물탱크에서 에지데이터 트럭상부로 가수할 수 있는 밸브가 있다. 이 밸브를 호스방향으로 일치시키면 레미콘 품질문제에서 크게 문제시되는 가수가 발생하게 되는데, 된 비빔 콘크리트의 기능공들이 작업성에 문제가 있을시 이 행위가 주로 사용된다.

(4) 콘크리트 유도제 사용 시 이용되는 물 및 레미콘 배출구 주변 세척수의 펌프 카 유입

첫 레미콘 타설시 원활한 압송을 위하여 선송모르터를 사용하는 경우는 비교적 양호하지만 펌프 보조재로 사용하던 모르터 대신 유도제를 사용하는데 이때 펌프 카 운전기사는 미리 펌프카 후면에 부착되는 호퍼에 다량의 물과 함께 유도제를 넣게 되는데 이때 넣는 물의

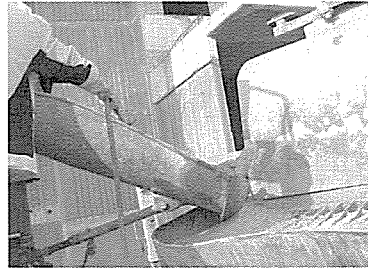


사진 4. 운반 후 배출구 세척

량은 상당히 많은 량이므로 처음 부어넣는 콘크리트의 품질 대부분이 문제시 된다.

또한, 레미콘 출하가 완료된 에지데이터 트럭은 배출구 주변에 묻은 콘크리트를 굳어지기 전에 즉시 세척해야 한다. 이때 세척한 물은 레미콘 공장으로 운반하여 처리해야 되지만, 경우에 따라서는 펌프카의 호퍼에 대고 씻어주는 행위를 하므로 부분적으로 집중적으로 가수하는 것과 같은 시공결함을 유발 시킨다.

(5) 배척플랜트에서의 레미콘 생산 시 가수행위

현장가수의 경우는 많은 캠페인 및 인식 전환으로 레미콘 공장에서는 에지데이터 트럭 상부로 물을 보낼 수 있는 파이프를 절단한 경우도 있다.

하지만 현장에서 납품하는 레미콘의 질기가 어려울 경우 자연스럽게 질기를 맞추어 달라고 주문을 하게 되는데, 이렇게 되면 값이 비싼 큰 슬럼프의 레미콘으로 변경하여 출하를 하는 경우는 거의 없고, 단순히 잔골재 등 골재의 표면수율만 배척플랜트의 기사가 컴퓨터상에서 단순히 숫자만을 조정하여 기능공의 구미에 맞게 충분히 가수된 레미콘이 현장으로 운반하게 된다. 하지만 전혀 배합설계를 고려한 배합이 아닌 단순히 물에 의한 질기를 맞춘 레미콘이 오는 것은 당연한 일인데도 품질보다 시공성에 급급한 경우도 있어, 타설 후의 품질은 당연히 저하하게 된다.

4. 가수에 의한 콘크리트 품질에 대한 영향

(1) 재료분리

재료분리란, 콘크리트가 균일성을 잃는 현상으로 즉, 굵은 골재가 국부적으로 집중되거나 수분이 콘크리트 윗면으로 보이는 현상으로 블리딩을 비롯한 현상을 재료분리 현상이라 한다. 즉, 블리딩이 많아지고, 물곰보 등 표면마감성이 좋지 않고, 거푸집을 탈형 하면 부분적으로 굵은 골재만이 모여 콘크리트의 품질을 저하시키는 요인이다.

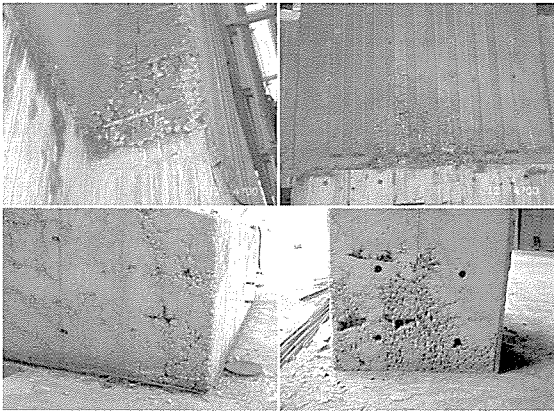


사진 5. 다양한 부위에서 발생하는 곰보현상

특히, 가수에 의하여 빈번하게 발생하는데 거푸집이 수밀하지 않을 경우 다량의 물이 거푸집 외쪽으로 빠져나와 시멘트 페이스트 및 시멘트 모르타르가 씻겨져 나감에 따라 모래가 노출되어 표면 마감에 영향을 주기도 한다.

(2) 침하수축균열

가수에 의하여 콘크리트가 묽게 되면 블리딩이 많이 발생하게 된다.

특히, 철근, 매설물 또는 입자가 큰 골재 등이 콘크리트

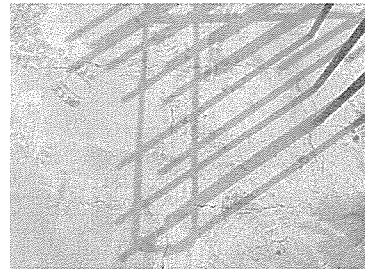


사진 6. 침하균열

의 침하를 국부적으로 방해하기 때문에 발생하게 되는데, 균열폭은 3mm정도, 길이는 2~3m, 깊이는 대부분

5cm이하로 얇은 슬래브에서는 관통하는 경우도 발생하며, 슬래브의 경우 주 철근 방향으로 많이 발생한다.

(3) 건조수축균열

콘크리트의 건조수축에 영향을 미치는 가장 중요한 인자는 단위수량이다. 따라서 건조수축 균열을 방지하기 위해서는 무엇보다도 단위수량을 줄이는 것이 중요한데, 가수에 의하여 감소하려는 노력보다 오히려 더 증가시키는 결과가 되어 건조수축 발생량도 증가시킨다.

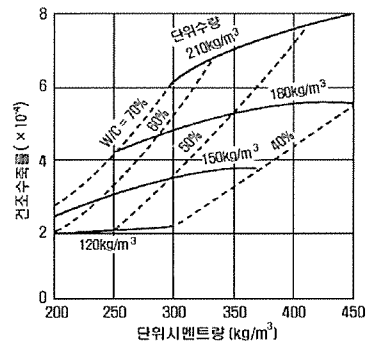


그림 2. 단위시멘트량, 물시멘트비, 단위수량과 수축량

(4) 압축강도의 저하

콘크리트의 압축강도는 물시멘트비가 동일하다면 단위수량이 증가 혹은 감소에 관계없이 일정한 것이 이론

(물시멘트비 이론)이다. 그렇지만 가수를 하게 되면 거푸집에서의 누수, 블리딩에 의한 재료분리, 표면증발 정도 등에 따라 물시멘트비가 변하므로 압축강도는 증가하는 경향으로 변할 수 있지만, 시멘트량의 증가 없이 단위수량 즉 물만 증가시키면 궁극적으로 물시멘트비가 커지게 되는 결과가 되므로 압축강도는 감소하게 된다.

(5) 내구성 및 기타 품질 저하

콘크리트의 중성화, 동해, 염해, 마모, 화학적 침식 등 대부분의 내구성은 물시멘트비와 연관성이 크기 때문에 가수로 말미암아 물시멘트비가 커지면 강도는 물론 내구성도 저하한다.

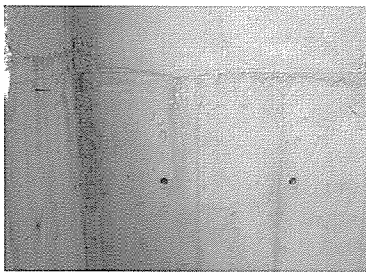


사진 7. 이어치기면에서의 누수

또한 레미콘의 가수문제는 응결시간이 지연되고, 초기강도 발현이 미흡하고, 표면미관이 불량하며, 방수

등 수밀성이 저하하는 등 근본적으로 건축물의 수명을 크게 단축시킨다.

5. 방지대책

최근 건설시장의 변화에 따라 회사 내부에서는 품질관리의 중요성보다 원가 절감에 노력을 기울이는 모습을 많이 볼 수 있다. 품질을 선택하기 보다는 경제성을 우선하다보니 비교적 값이 싼 된 비빔 콘크리트를 선택하는 것이 현실이다. 더구나 건설노무자 또한 고령화에 따라 작

업능률이 저하되는 된 비빔 콘크리트를 기피하게 된다.

따라서 레미콘에 의한 가수는 절대로 하지 말아야 함에 불구하고 현장에서 할 수밖에 없는 실정이라면 다른 대안으로 하면 어떨까? 하는 생각이다.

(1) 배합설계에 의한 방안

가수의 행위 중 장비관리상 가수를 해야 하는 경우 에 지테이터 트럭에 남아있는 물 및 에지테이터 트럭에 레미콘을 적재하고 투입구 주위를 세척할 때 투입되는 물로 이는 표준량을 미리 설정한 후 레미콘 배합설계에 포함시켜 레미콘 생산 시 들어간 물 만큼의 물을 감안하여 레미콘 제조를 하는 것이 바람직 할 것이다. 그렇다면 이런 정도의 가수는 정상적인 배합수가 되어 전혀 문제시 삼을 필요가 없게 된다.

(2) 해당자의 의식개혁 및 지속적인 교육

에지테이터 트럭 배출구 주변을 씻는 물을 펌프카의 호퍼에 투입하는 가수 문제와 펌프카 호퍼에 물호스를 삽입하고 난 후 타설하는 경우는 레미콘 운전기사가 가져야 할 의식개혁의 문제이다. 특히, 에지테이터 트럭 배출구 부분을 씻기 위하여 물을 사용하는 경우는 레미콘 운전기사가 반드시 레미콘 공장으 되가져가도록 하고 절대로 펌프카의 호퍼에서 씻어서는 안 된다.

참고적으로 이런 행위를 성공적으로 해결한 레미콘의 경우를 살펴보면, 해당 운전자의 지속적인 교육과 삼진 아웃제를 도입하여 현장에서 불만사항이 발생되었을 경우 해당 현장에 출입을 금하도록 하여 운전자가 자발적으로 자제하는 경우도 있으므로, 적극적으로 도입해볼 방법 중의 하나이다.

(3) 신기술 적용 및 기술개발

가수의 행위는 레미콘 제조를 하는 즉, 레미콘 공장과 트럭 운전자만의 문제가 아니라 현장에서 담당하는 관리감독자의 의식도 중요한 책임이 있다.

가수의 행위 중 레미콘 트럭에 탑재된 물탱크에 의한 가수 및 배척플랜트에서 레미콘 생산 시 가수하는 경우는 현실적으로 가장 문제시 되는 행위로 시공성 문제를 무조건적인 억압보다 한 단계 발전된 기술로 해결해 주어야만 할 것이다.

즉, 낮은 슬럼프의 이상적인 품질은 그대로 유지하고, 양호한 시공성을 갖는 유동화 콘크리트 공법을 적극적으로 사용하는 노력도 필요하다. 과거의 방법만 고집할 것이 아니라 최근에 사용실적이 많은 공법을 선택하여 적용한다면 가수의 행위를 방지할 수 있다.

현장에서 시공성이 양호한 콘크리트는 묽은 비빔 콘크리트로 또는 거의 다짐을 하지 않아도 스스로 채워질 수 있는 준고유동 콘크리트까지 유동성을 높여줄 수 있다. 물론 이 경우에는 현장에서 문제시 될 수 있는 경제성 부분까지 감소시킬 수 있으므로 원가절감의 효과도 거둘 수 있다.

최근에 사용실적이 많은 분리저감형 유동화 제를 이용한 준 고유동 콘크리트 공법(신기술 제264호 : 멜라민계 유동화제, PEO 증점제, AE제를 일정비율로 혼합한 분리저항형 유동화제 및 이를 이용한 준 고유동 콘크리트의 개발)은 기존의 유동화 콘크리트공법과 마찬가지로 현장에서 분리저감형 유동화 제를 투입하여 준 고유동 콘크리트를 제조·시공하는 것으로 단위수량 증가 없이 유동화제에 의하여 유동성을 향상시킬 수 있다.

6. 기술자의 역할 및 업무

(1) 운반시간 검토

건설공사 현장에서 레미콘의 운반시간 한도에 관한 규정은 KS F 4009(레디믹스트 콘크리트), 콘크리트 표준시방서 및 건축공사 표준시방서에서 규정하고 있다.

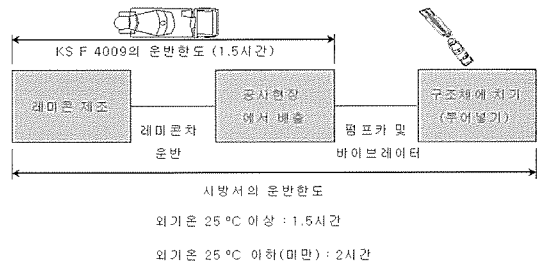


그림 3. 운반시간 규정

운반시간에 따라 슬럼프 저하, 공기량 감소, 온도상승 및 기타 품질 저하 요인과 관련하여 중요한 품질관리 항목 중으로 반드시 지켜져야 한다.

(2) 슬럼프 시험

슬럼프의 표준적인 시험방법은 KS F 2402(포틀랜드 시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험방법)에 규정되어 있다.

시험방법은 모듈드 속에 콘크리트의 용적으로 3회로 나누어 넣고 다짐봉으로 각 25회씩 균일하게 다진 다음 몰드를 수직으로 들어올린다. 이때 슬럼프 몰드의 높이에서 무너진 콘크리트의 높이차를 슬럼프 값이라 하며 cm로 나타낸다.

슬럼프 시험은 현장에서 반입되는 레미콘의 품질 기사가 알아서 품질시험을 해주고 있지만, 기본은 알아야 잘못된 부분을 지적할 수 있어 재시험 및 구조체에 요구하

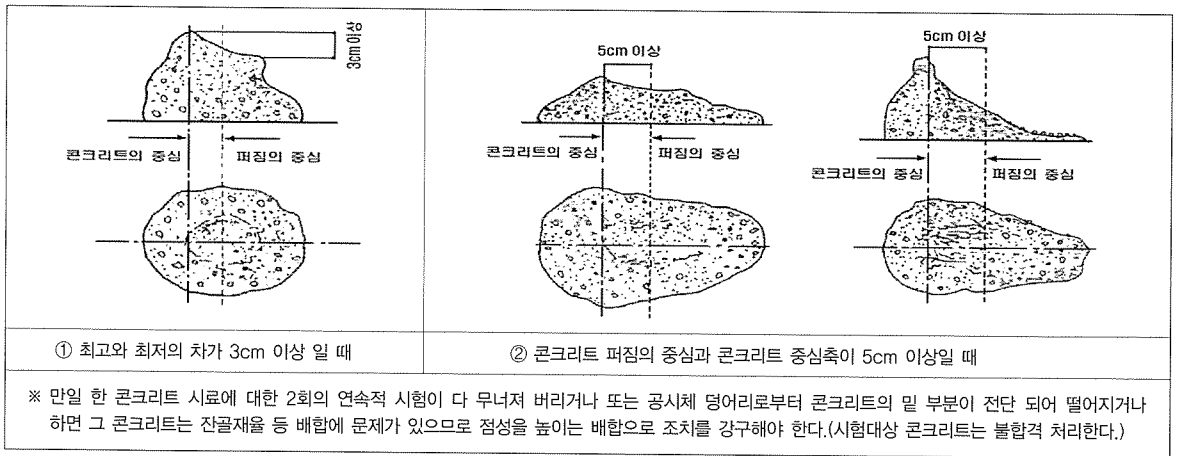


그림 4. 재시험을 필요로 하는 경우 품질관리 항목

는 품질을 관리할 수 있다. 특히, 지정 슬럼프 값에 대한 합격 또는 불합격의 판정은 허용오차 범위 이내의 여부에 따라 감리원이 결정한다.

슬럼프 시험은 반입 레미콘의 질기 정도를 판정하는데 활용하는 것으로, 굳지 않은 콘크리트의 시공난이도를 판단한다. 또한 성형성, 마감성, 펌프 압송성 및 점성, 유동성등 콘크리트의 배합의 적정성도 검토할 수 있다.

주의 사항으로는 몰드를 벗기는 작업은 5초정도로 끝내야 하며, 몰드에 채우기 시작해서 벗길 때까지 전 작업을 중단함이 없이 2분 30초 내로 끝나야 한다. 특히, 감리원의 역할은 질기 상태에 따라 레미콘 품질기사가 콘크리트 시료를 채취한 후 즉시 시험을 실시하지 않고,

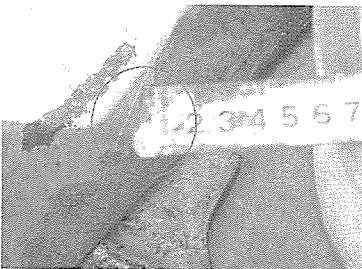


사진 8. 불량한 슬럼프 측정자

기다리고 있다가 시험을 실시하는 경우가 종종 있으므로 이러한 사항을 지도하여야 한다.

참고적으로 [사진 8]는 일부 레미콘 품질관리 기사가 슬럼프를 측정하기 위하여 줄자를 절단하여 측정하기 쉽게 하기 위하여 소지하는 것으로 자의 하단을 절단하거나 품질기사가 현장에 맞는 슬럼프치를 맞추기 위하여 사용하는데, 실험 시 확인 하여야 한다.

7. 결론

최근 구조물은 소비자의 요구수준의 향상으로 콘크리트 구조의 경우 품질에 대한 관심은 점점 높아지고 있다.

특히, 건설기술관리법 에서는 부실에 대하여 벌점을 줌으로서 건설업자, 주택건설등록업자, 설계 등 용역업자 및 감리전문회사와 이에 소속된 건설기술자·감리원 또는 건축사에 대하여 건설교통부장관, 발주청 또는 건설공사를 허가·인가 또는 승인한 기관의 장이 부실벌점 측정기준에 따라 부과한다.

이러한 노력에도 현장에서는 품질 결함이 발생하면 급급하게 보수 및 보강으로 지나쳐 버리지만 결함은 언제,

표 1 | 건설업자 및 주택건설등록업자에 대한 부실벌점 측정기준

번호	주요부실내용	벌점
	이 상 생 략	
1.2	○ 콘크리트면의 균열발생 - 구조물의 허용 균열폭 보다 큰 균열이 발생하였으나 구조검토 등 원인 분석과 보수·보강을 위한 균열관리를 하지 아니한 경우	3
	- 구조물의 허용 균열폭 보다 큰 균열이 발생하였으나 구조검토 등 원인 분석과 보수·보강을 위한 균열관리를 한 경우	1 또는 2
	- 구조물의 허용 균열폭 보다 작은 균열이 발생하였으나 균열의 진행 여부에 대한 관리와 보수·보강을 하지 아니한 경우	1
1.3	○ 콘크리트 재료분리의 발생 - 주요구조부의 재료분리가 0.2m ² 이상이거나 철근노출이 발생한 경우	3
	- 주요구조부의 재료분리가 0.1m ² 이상 0.2m ² 미만인 경우	2
	- 기타 구조부의 재료분리가 0.1m ² 이상인 경우	1
	이 하 생 략	

어디서 시간이 지나면 나타나 더 큰 결함을 야기 시킬 수 있다.

레미콘의 가수행위는 어쩌면 레미콘사의 생산담당자, 운반기사 그리고 시공회사의 담당자, 콘크리트를 부어넣는 기능공, 이를 감독하는 감리원 등이 합작해 만들어낸 행위가 아닐까 생각된다. ☹

표 2 | 감리전문회사 및 감리원에 대한 부실벌점 측정기준

번호	주요부실내용	벌점
	이 상 생 략	
8	○ 사용자재 적합성의 검토·확인 소홀 - 레미콘·철근(KS제품을 제외한다)등 주요 자재 시험을 실시하지 않은 경우	3
	- 레미콘·철근 등 주요자재 품질확인을 소홀히 한 경우	2
	- 기타 자재의 품질확인을 실시하지 아니한 경우	1
	이 하 생 략	

참고 문헌

1. 한천구 : 레미콘·아스콘·골재(월간지)
2. 한천구 : 레미콘 품질관리, 기문당
3. 한천구 : 콘크리트의 특성과 배합설계