

56. 작업성(Workability)

Workability는 레미콘의 성질, 품질, 시공성을 종합적으로 표현하는 용어로서 사용하고 있다. JASS 5 (일본건설학회 건축공학 표준사양서 5.철근콘크리트공학)의 용어 정의에서 워커빌리티는 ‘재료분리를 일으키지 않고 타설, 응결 및 마감 등의 작업이 용이한 정도를 표시하는 레미콘의 성질’ 또한 콘크리트 시방서(토목학회 콘크리트 표준시방서)에서는 ‘컨시스턴스 및 재료분리에 대한 저항성의 정도에 의해 정해지는 레미콘, 몰탈에 있어서 운반, 타설, 응결, 마감 등의 작업의 용이함’으로 되어져 있고 JASS 5, 콘크리트 시방서에도 콘크리트의 재료분리에 대한 저항성, 일련의 작업에 대한 시공성의 정도를 정의하고 있다.

워커빌리티가 최초로 정의된 것은 1920년경부터 이다. 1920년대에는 시멘트 강도가 낮기 때문에, 콘크리트는 일반적으로 강한 반죽으로 사용되었다. 그러나 그 후에 시멘트 강도가 증가하면서 시공을 좋게 하는 경향이 현저하여짐에 따라 단위수량을 증대시킬 수 있는 약한 반죽으로 되었다. 이와 같은 상황에서도 콘크리트질의 저하에 의한 피해가 증가하여 콘크리트 품질개선을 목적으로 워커빌리티가 정의되었다고 알려져 있다.

워커빌리티의 본질은 ‘품질이 양호한 콘크리트를 쉽게 타설할 수 있게 하는 것’이다. 작업성이 좋기 위해서는 슬럼프를 크게 하여 유동성을 증대시키면 좋지만, 단위수량이 증가하여 골재가 분리되기 때문에 품질은 저하된다. 이것 때문에 일본의 JASS 5 에서는 콘크리트 품질, 내구성을 확보하기 위해서 슬럼프를 18cm 이하 (경량콘크리트, 수중콘크리트는 21cm 이하)로 한다는 등 여러 가지 규정이 정해져 있다.



슬럼프시험

[슬럼프시험]

또한 타설에서도 타설되는 장소의 형상, 철근배열 상태에 따라서 豆板(chunk), 물곰보가 일어나지 않도록 충분히 치밀하게 다짐을 하여야 한다. 현재는 펌프 압송차 및 바이브레타의 발달에 의해 저 슬럼프 콘크리트에서도 타설하는 장소에 따라서는 충분한 작업성이 나온다.

일반적으로 워커빌리티에 영향을 미치는 요인으로는 시멘트, 골재, 혼화제(제)등의 재료의 성질에 관계된 것과 사용량 배합등의 량에 관계된 것이 있다. 이것들의 요인과 워커빌리티와의 관계를 다음에서 보여주고 있다.

1. 시멘트

단위 시멘트량이 많을 수록, 시멘트 분말도가 미세할 수록, 점성이 증가하며 워커빌리티는 양호하여 진다. 단위 시멘트량이 작으면 워커빌리티는 나빠지고 두판(chunk), 물곰보 등의 원인이 되기 쉽다. 이 때문에 JASS 5에서는 단위 시멘트량의 최소치를 270kg/m^3 으로 규정하고 있다. 여기에서 단위 시멘트량이 많아 지면 수화열 발생, 건조수축에 의한 균열이 많아지기 때문에 주의할 필요가 있다.

2. 골재

입형, 입도, 세골재율 등이 워커빌리티에 영향을 미친다. 입형은 일반적으로 구에 가까우면 워커빌리티가 좋아지며, 편평한 골재를 사용하면 페이스트와 골재가 분리되어 워커빌리티가 나쁘게 된다. 입도는 세골재에서 조골재까지 적당한 입도분포를 가지고 있으면 워커빌리티가 좋다. 또한 골재의 최대크기가 작을 수록 워커빌리티는 향상된다. 최대크기가 큰 조골재를 사용하면 치밀하게 철근 배열된 장소에서는 충전이 불가능하여 진다.

현재는 하천 보호 때문에 골재에 쇄석, 쇄사의 비율이 높지만, 이 경우 입도, 세골재율에 충분한 주의가 필요하다.

3. 물

단위수량이 증가하면 골재와 페이스트가 분리를 일으켜 워커빌리티가 나빠진다. 또한 블리딩(bleeding) 양이 증가하여 건조수축에 의한 균열의 가능성이 증가하기 때문에 콘크리트 품질은 저하된다. 이 때문에 일본의 JASS 5에서는 단위수량을 185kg/m^3 이하 (콘크리트 품질상 문제점이 없는 것이 확인되면 단위수량의 상한치는 200kg/m^3)로 규정하고 있다.

한편 단위수량이 매우 작아지면 유동성이 감소하여 워커빌리티는 저하된다.

4. 혼화제(제)

AE제, AE감수제 등의 ‘표면활성제’ 사용은 콘크리트에 미세한 기포 (entrained air) 를 진행시키고, 콘크리트 분리를 방지하여 블리딩을 감소시킴으로서 워커빌리티를 향상시킨다. 동시에 단위수량의 감소에도 기여한다. 현재는 고성능감수제, 유동화제의 발달에 의해 단위수량의 대폭적인 감소가 가능하여 워커빌리티 향상에 유용하게 사용된다.

Fly ash, 화산회, 점토 등의 포졸란 질 재료도 워커빌리티 향상에 효과가 있다. 미세한 구형상을 갖는 fly ash 는 콘크리트 점성을 증진시키며 분리를 감소시켜 워커빌리티를 향상시킨다.

5. 배합에 대한 성질

콘크리트 배합을 결정함에 따라서 물/시멘트비와 슬럼프가 정해지는 것이 기본이다. 이 경우 단위수량, 단위시멘트량, 세골재율의 슬럼프, 워커빌리티에의 영향은 매우 크며, 그것은 콘크리트의 품질, 내구성에까지 영향을 미친다.

세골재율(S/a)은 특히 워커빌리티에 큰 영향을 미치기 때문에, 약간의 변화에 의해서도 슬럼프는 크게 변화하게 된다. 일반적으로 세골재율이 매우 작은 경우 거칠어져서 분리, 블리딩이 일어나게 된다. 한편 세골재율이 매우 큰 경우에는 콘크리트 점성이 매우 강해지기 때문에, 유동성이 저하되어 워커빌리티가 나쁘게 된다. 사/쇄석 콘크리트를 사용하는 경우에는 세골재 비율을 높여서 워커빌리티를 향상시킬 필요가 있다.

워커빌리티는 콘크리트 분리에 대한 저항성, 점성, 유동성등의 광범위한 의미를 가지고 있으며, 특히 혼합, 타설, 마감 등의 일련의 작업에 대한 용이한 정도를 표시하기 때문에, 워커빌리티를 정량적, 직접적으로 측정하는 것은 곤란하다. 이것 때문에 시험방법으로서 워커빌리티 특성의 일부를 측정하여 그것에 맞는 워커빌리티를 간접적으로 추정하는 방법이 보통이다.

현재 워커빌리티를 판단하는 시험방법으로는 대부분이 슬럼프 시험을 이용하고 있다.

그 이유로는 ① 시험법의 간단함,

② 유동성이 직접 판단됨,

③ 분리에 대한 저항성도 어느 정도 판단되기 때문이다.

일반적으로는 슬럼프값이 크면 분리, 블리딩이 작고 워커빌리티는 양호하게 된다. 슬럼프값이 작아도 품질이 양호한 콘크리트를 위해서 타설지점에 따라 충분히 워커빌리티가 있도록 하여야 한다.

슬럼프 시험 이외에 워커빌리티를 판단하는 시험방법으로서 다짐계수시험, Vee-Bee 시험, Remoulding 시험 등이 있지만 워커빌리티를 간단, 정확하게 판단하기에는 곤란하며 일반적인 콘크리트에서 이용은 작다.

[北海道大學 工學部 大學院 林 直 樹]

[北海道 職業訓練短期大學校 教官 工學博士 田 畑 雅 幸]