

낮은 물시멘트비를 갖는 콘크리트 제품의 압축강도에 미치는 잔골재의 입도분포

The Grading of Fine Aggregate Affecting on Compressive Strength of Concrete - Based Product Having Low W/C

곽 은 구* 주 지 현** 조 성 현*** 김 진 만****
Kawg, Eun-Gu Joo, Ji-Hyun Cho, Sung-Hyun Kim, Jin-Man

ABSTRACT

Because the grading of aggregate is major factor affecting on compressive strength and durability of concrete, the standard specification of concrete has proposed that the standard grading should be used to make ordinary concrete having good quality. But, it is not suitable for making product having low W/C because of difference between them in manufacturing processes and demanded efficiencies.

This study investigated if the grading of the fine aggregate affects on tamping efficiency and compressive strength of concrete-based product. The results of this study showed that the suitable grading for making concrete-based product ranged from C type(FM:2.77) to D type(FM:3.38).

1. 서론

콘크리트 체적의 약 70~80%를 차지하는 골재는 그 품질에 따라 콘크리트 품질에 많은 영향을 준다. 특히, 골재의 입도는 굳지않은 콘크리트에서는 워커빌리티와 경제성, 경화 콘크리트에서는 강도 및 내구성에 영향을 미치는 중요한 요인 중의 하나이다. 그러므로, 「콘크리트표준시방서」에서는 콘크리트에 사용되는 골재의 표준입도 범위를 규정하고 있다.

잔골재를 주로 사용하는 벽돌, 스페이서 등과 같은 콘크리트 2차 제품은 진동·가압성형으로 제조하기 때문에 다짐 성능이 우수하여야 하고, 소요의 압축강도가 발현하는 것은 물론 표면의 거칠기가 적어야 한다. 그러므로, 콘크리트 2차 제품의 제조에 사용되는 잔골재의 입도 범위는 일반 콘크리트용 잔골재의 입도 범위와 차이가 있을 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 현재 콘크리트 2차 제품에 많이 사용하고 있는 강모래와 부순 모래를 각각의 입도 분포에 따른 다짐성능 및 압축강도에 미치는 영향을 검토함으로써 콘크리트 2차 제품의 품질 관리를 위한 기초적 자료를 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획 및 배합

실험요인으로서 골재는 강모래와 부순모래를 사용하였고, 골재 입도 분포는 그림 1과 같이 「콘크리트표준시방서」에서 규정하는 표준입도 범위를 기준으로 A, B, C, D, E 5수준을 선정하여, 인위적으로 입도 분포를 조정하였다. 각각의 입도 분포에서의 조립률은 1.69, 2.15, 2.77, 3.38, 3.98이다. (이하

* 정회원, 공주대학교 건축공학과 대학원
** 정회원, 공주대학교 인턴 연구원
*** 정회원, 공주대학교 자원재활용신소재연구소 연구원
**** 정회원, 공주대학교 건축공학과 교수

A, B, C, D, E의 입도 분포를 조립률 1.69, 2.15, 2.77, 3.38, 3.98로 표기함.)
 측정항목으로는 굳지않은 성상에서 다짐시험을 실시하였고, 경화성상에서는 재령 3일에서 압축강도 시험을 실시하였다.

표 1 실험 계획 및 기본 배합

실험 요인			배합비(%wt)			측정 항목	
W/C (%)	골재 종류	골재의 입도	시멘트	잔골재	물	굳지않은 성상	경화성상
29*	강모래 부순모래	A(F.M:1.69) B(F.M:2.15) C(F.M:2.77) D(F.M:3.38) E(F.M:3.98)	23.69	68.34	6.81	다짐시험	압축강도 (재령 3일)

※ 물시멘트비 29%는 기본 배합으로 하고 다짐 성능에 따라 물시멘트비를 변화시킴

2.2 사용재료

표 2 및 표 3에 나타난 바와 같이 시멘트는 분말도 3,465cm²/g, 비중 3.15인 국내 S사의 보통포틀랜드시멘트를 사용하였고, 잔골재의 경우, 비중 2.64, 조립률 2.47인 강모래와 비중 2.64, 조립률 3.11의 부순모래를 사용하였다.

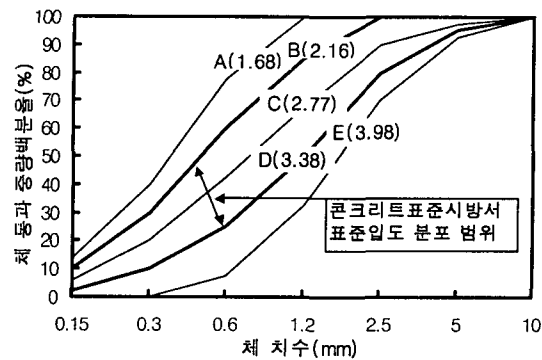


그림 1 골재의 입도 수준

표 3. 시멘트의 물리적 성질

비중	응결시간 (h:m)		분말도 (cm ² /g)	압축강도(kgf/cm ²)		
	초기	종결		σ ₃	σ ₇	σ ₂₈
3.15	3:14	5:50	3,465	202	245	308

표 4. 골재의 물리적 성질

종류	조립률	비중	흡수율 (%)	실적률 (%)	단위적량 (kg/l)
강모래	2.47	2.64	1.36	54.9	1.45
부순모래	3.11	2.64	2.70	55.1	1.56

2.3 시험체의 성형 방법 및 양생 방법

재료의 비빔은 그림 2에 나타난 바와 같이 건비빔 3분, 가수하여 4분간 비빔하였고, 진동가압성형기를 이용하여 진동과 가압을 교대로 가한 후 시험체를 제작하였다. 시험체의 양생은 콘크리트 2차 제품의 현장 조건에 맞추기 위하여 전치양생 4시간, 증기양생 20시간을 행한 후, 기건 상태(20±2℃)에서 시험재령까지 보관하였다. 증기양생시의 온도 상승속도는 10℃/h로 하고 80℃에 도달한 후 50℃로 유지하고 8시간 후에 서냉하였다.

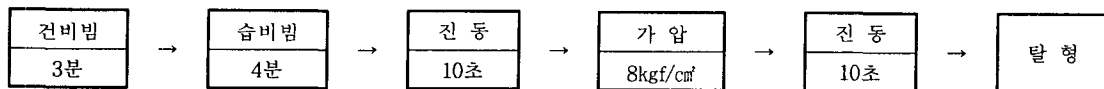
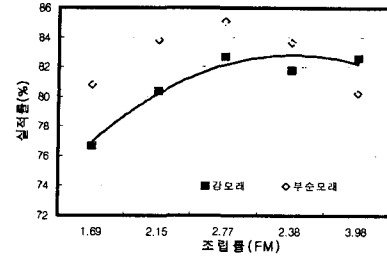
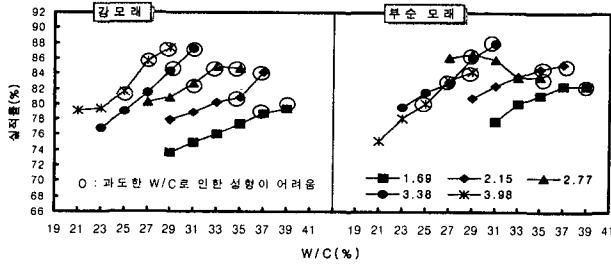


그림 2 시험체 성형 방법

2.4 시험방법

굳지않은 상태의 다짐시험은 KS L 2312(흙의 다짐 시험)에 준하여 시료를 몰드에 삼등분하여 1/3분씩 채우면서 25회 다짐을 실시한 후, 다짐된 시료의 무게를 측정하여 실적률을 구하였다. 압축강도는 KS L 5105에 준하여 재령 3일에서 압축강도 시험을 실시하였다.

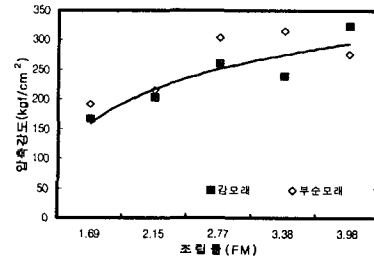
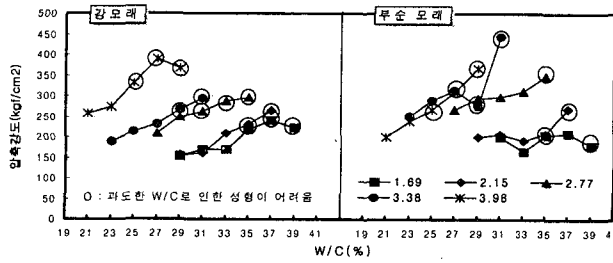
3. 실험결과 및 고찰



a. 골재 종류별 입도 분포와 W/C에 따른 실적률 변화

b. 각 조립률별 평균 실적률

그림 3 골재 종류별 입도 분포와 W/C에 따른 실적률 변화 및 각 조립률별 평균 실적률



a. 골재 종류별 입도 분포와 W/C에 따른 압축강도 변화

b. 각 조립률별 평균 압축강도

그림 4 골재 종류별 입도 분포와 W/C에 따른 압축강도 변화 및 각 조립률별 평균 압축강도

표면 상태		← 곱다				거칠다 →
조립률		1.69	2.15	2.77	3.38	3.98
강모래	표면 형상					
	판정	합 격	합 격	합 격	합 격	불 합 격
부순 모래	표면 형상					
	판정	합 격	합 격	합 격	합 격	불 합 격

사진 1 골재 조립률에 따른 표면 형상

본 실험 결과 동일 조립률에서 부순 모래의 경우가 강모래보다 실적률과 압축강도가 높게 나타났

다. 그림 3 (a)는 골재 종류별 입도 분포와 물시멘트비에 따른 실적률의 변화를 나타낸 것으로 강모래의 경우 조립률이 커질수록, 물시멘트비가 증가할수록 전반적으로 실적률이 증가하는 것으로 나타났다. 부순모래의 경우는 강모래와 비슷한 경향을 보이고 있지만, 강모래에 비해 상대적으로 불규칙하게 나타나고 있다. 그림 3 (a)에서 O로 표기한 부분은 다짐실험에서 실적률이 높게 나타나고 있지만, 진동·가압으로 시험체를 성형하였을 때 과도한 물시멘트비로 인한 수분유출 및 시험체가 성형기에 달라붙는 현상이 나타나 시험체 제조에 어려움이 있었다. 따라서, 각 골재의 종류별 입도에 따른 진동·가압성형을 위한 적정 물시멘트비를 고려하여야 할 것이다. 그림 3 (b)는 각 조립률별 평균 실적률을 나타낸 것으로 전체적으로 조립률 3.98을 제외하고 부순 모래에서의 평균 실적률이 높게 나타나고 있고, 골재 종류와 상관없이 조립률 2.77에서 가장 높은 실적률이 나타났다.

그림 4 (a)는 골재 종류별 입도 분포와 물시멘트비에 따른 압축강도 시험결과를 나타낸 것으로 강모래의 경우는 각 입도 분포에서 물시멘트비가 증가함에 따라 압축강도가 증가하는 경향을 보이고 있고, 부순모래의 경우 압축강도가 강모래에 비해 상대적으로 불규칙적인 경향을 보이고 있어 실적률과 유사한 경향을 나타내고 있다. 이처럼 부순모래의 실적률과 압축 강도가 불규칙적으로 나타나고 있는 것은 부순모래의 입형이 편평 세장하여 골재 모서리의 취약 부분이 다짐시험 및 진동·가압 성형시 깨지면서 골재의 입도 분포를 변화시켜 실적률 및 압축강도에 영향을 주었기 때문으로 사료된다.

그림 4 (b)는 각 조립률별 평균 압축강도를 나타낸 것으로 전체적으로 부순모래가 높게 나타나고 있으나, 조립률 3.98인 경우는 실적률과 같이 강모래의 사용한 것이 높게 나타나고 있으며, 골재 종류와 상관없이 조립률 2.77~3.98에서 높은 압축강도 수준을 보이고 있다.

사진 1은 골재 종류 및 입도 분포에 따른 표면형상을 나타낸 것으로 조립률이 증가할수록 표면이 거칠어지고 있다. 실적률, 압축강도 표면 형상을 모두를 고려했을 때 조립률 1.69와 2.15에서는 표면형상이 양호하게 나타나고 있으나, 압축강도가 낮은 수준을 보이고 있고, 조립률 3.98에서는 압축 강도가 높은 수준을 보이고 있으나, 표면이 매우 거칠게 나타났다. 따라서, 실적률, 압축강도 및 표면 거칠기를 고려할 때 콘크리트 2차 제품에 적용하는 잔골재는 조립률 C~D(FM: 2.77~3.38)사이의 입도 분포가 적정한 것으로 사료된다.

4 결 론

골재 종류별 입도 분포와 물시멘트비에 따른 다짐성능 및 압축강도에 미치는 영향을 비교·분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 골재의 종류에 따른 실적률과 압축강도 시험결과 전체적으로 부순모래가 강모래보다 높게 나타나고 있고, 골재 종류와 상관없이 물시멘트비가 증가할수록, 조립률이 커질수록 실적률 및 압축강도가 증가한 것으로 나타났다. 강모래인 경우 비교적 규칙적인 경향을 보이고 있고, 부순모래인 경우 강모래에 비해 상대적으로 불규칙적인 경향을 보이고 있다.
- 2) 본 실험 범위 내에서의 실적률 및 압축강도, 표면형상을 고려할 때 진동·가압성형하는 콘크리트 2차 제품의 적용하는 잔골재 입도 분포 범위는 조립률 C~D(FM:2.77~3.38)가 합리적인 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 공주대학교 RRC/NMR의 연구비 지원에 의해 수행된 연구 결과의 일부임.

참고문헌

1. 최신 콘크리트 공학, 한국콘크리트학회, 1999
2. 김진만 외 3인, 고로슬래그 미분말을 사용한 콘크리트 2차 제품의 고강도화 메커니즘, 한국청정학회 논문집, 2001.7
3. 콘크리트표준시방서, 한국콘크리트학회, 1999
4. P. Kumar Mehta, "CONCRETE- structure, p roperties, and materials", prentice hall, 1993