

일반강도 콘크리트의 효과적인 유동성 증진 및 품질안정성 확보를 위한 감수제 성능에 대한 연구

Study on Water Reducer Performance for Efficient Fluidity Development and Securing Robustness of Normal Strength Range Concrete

손 배 근

한 동 엽*

Son, Bae-Geun

Han, Dong-Yeop*

*Department of Architectural Engineering, Engineering Research Institute, Gyeongsang National University,
Jinju, 52828, Korea*

Abstract

The aim of the research is, for normal strength range concrete mixture, to evaluate the fluidity development and robustness of the mixture depending on various water reducers. Although a usage of water reducer has been essential to make a concrete under the current conditions of worsen aggregate quality, selection of appropriate performance of water reducer is significant. Hence, in this research, regarding the normal strength range mortar, three different performance of water reducers were evaluated in aspects of securing fluidity, and robustness, rheological behaviors. Additionally, for the concrete mixture, the fluidity change was evaluated depending on unit water content for each different water reducer, and the water reducing performance with manufacturing cost was compared and analyzed. By the result of this research, it is expected to provide a case of determining appropriate kind of water reducer and to contribute on conditions of securing sufficient fluidity with stable quality and economical advantage.

Keywords : water reducer, fluidity, segregation, normal strength concrete, reducing unit water content, manufacturing cost

1. 서 론

콘크리트에 있어서 감수제의 사용은 유동성 확보를 통한 콘크리트의 시공용이성 달성과 더불어 단위수량 저감을 통한 내구성 증진의 효과를 갖는다. 더불어 고성능 콘크리트 배합에 있어서는 낮은 물시멘트비의 콘크리트에 대해 유동성을 확보해 강도를 증진시키는 효과를 갖는다. 이러한 효과를 갖는 감수제는 감수성능에 따라 일반성능, 중간성능, 그리고 고성능 감수제로 구분되는데, 현재 우리나라 콘크리트

배합에 많은 부분을 차지하는 감수제는 폴리칼본산계의 고성능 감수제이다. 폴리칼본산계 고성능 감수제는 정전기적 반발력과 더불어 폴리머 체인에 의한 입체적 반발력을 바탕으로 매우 높은 감수 성능과 낮은 슬럼프 로스 현상을 장점으로 하고 있다[1,2].

최근 우리나라의 콘크리트 업계에서는 자연자원의 고갈에 따른 골재수급에 어려움을 겪고 있다. 즉, 콘크리트에 사용하기 위한 강골재는 사실상 구하기 불가능한 조건이며 부순 골재 및 해사, 육사를 섞어서 사용하고 있는 상황이다. 이러한 골재 품질 악화는 콘크리트에 있어서 유동성을 저감시키는 요인이 되기 때문에 감수제의 사용은 매우 중요해 진다. 특히 부순골재의 경우는 모암을 파쇄하여 제조하기 때문에 그 입형이 모나고 세척과정을 통해 미분이 매우 부족하다. 즉, 모난 입형에 의해 콘크리트 배합에 있어서 항복치가 상승하고 부족한 미분과 낮은 실적률에 따라 동일한 단위수량 조건에

Received : July 21, 2017

Revision received : August 11, 2017

Accepted : August 22, 2017

* Corresponding author : Han, Dong-Yeop

[Tel: 82-55-772-1758, E-mail: donald.dyhan@gnu.ac.kr]

©2017 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

서 점성이 낮아진다[3,4]. 이러한 유동성 저하 조건을 보완하기 위해 콘크리트 업계에서는 감수제를 사용하는데, 일반강도 범위의 콘크리트에 있어서도 고성능 감수제를 사용하고 있다고 보고되고 있다. 이렇게 고성능 감수제를 사용하는 이유로는 그 만큼 골재사정이 좋지 못해 유동성이 큰 폭으로 감소하는 것과 더불어 고성능 감수제를 통해 단위수량을 저감하여 생산비용을 절감하고자 하는 것으로 판단된다.

하지만, 고성능 감수제는 분산성이 매우 강한 감수제로서 유동성을 증진시키는 장점이 있지만 응결지연을 유발할 수 있다[5,6]. 특히 일반강도 범위의 상대적으로 높은 물시멘트 비에서 과도하게 사용할 경우 블리딩 증가와 같은 현상이 발생할 우려가 있다. 또한, 생산비용에 있어서도 고성능 감수제는 다른 일반성능 감수제와 비교하여 고가이므로 실제 로 가격적 이점이 있는지는 의문이다.

이에 본 연구에서는 일반강도 콘크리트 배합에서 적합한 감수제를 확인하기 위해 여러 종류의 감수제를 사용하여 모르타르 및 콘크리트 배합의 안정성 및 유동성을 판단하고자 한다. 이러한 결과는 기존의 연구들이 감수제 종류에 따른 콘크리트 및 시멘트 계열 재료의 성능 개선 및 변화에 초점을 맞추고 있거나 고성능 달성을 목표로 하는 연구방향성과 달리 일반강도 범위의 콘크리트에서의 안정성 확보, 과도한 고성능 기반의 품질저하 및 감수제 사용에 따른 가격 변화여부를 검토한다. 이를 통해 일반강도 콘크리트 사용 조건에서 현실적으로 안정적이고 경제적인 감수제 선택에 대한 기준을 제시하고 과도한 고성능 감수제 사용에 따른 발생가능한 문제점을 제기함으로써 의도치 않게 발생할 수 있는 콘크리트 품질 저하에 대한 문제를 제기하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구에서는 세 가지 다른 성능의 감수제 종류에 대하여 모르타르 상태에서의 레올로지적 특성에 대한 평가와 콘크리트 상태에서 단위수량 변화에 따른 유동성 변화를 비교분석하고자 하였다. Table 1은 이러한 연구 계획을 나타내고 있다. 먼저, 본 연구는 모르타르 상태에서 레올로지 측정을 실시하는 첫 번째 단계와 콘크리트 상태에서 단위수량 별 유동성을 측정하는 두 번째 단계로 구성하였다. 첫 번째 단계에서는 물시멘트비를 세 종류, 잔골재를 강모래를 비교군으로 하여 부순모래와 바다모래를 1:1로 섞은 모래의 두 종

류의 모래에 대해 실험을 진행하였다. 감수제에 따라서는 감수제를 사용하지 않은 경우에 대하여 리그닌계, 리그닌과 폴리칼본산계를 혼합한 감수제 및 폴리칼본산계(PCE) 감수제의 세 종류의 감수제에 대해 시멘트 질량의 0.7, 1.4, 그리고 2.1%로 혼입한 배합을 준비하였다. 실험항목으로는 플로우 테스트를 진동 없이 실시하였고, 레올로지 측정을 통해 소성점도와 항복치를 측정하였다. 두 번째로 콘크리트 실험에서는 물시멘트 0.5에 대해 단위수량을 140kg/m³에서 240kg/m³까지 변화시켰다. 단위수량 변화는 각 감수제 별 감수제를 사용하지 않았을 때의 플로우치와 동일한 단위수량을 최소값으로 하고 재료분리가 발생할 때의 단위수량을 최대값으로 하였다. 배합을 위해 사용된 골재로는 부순 굵은 골재에 대해 비교군으로서의 강모래와 부순모래를 사용하였다. 사용한 감수제는 첫 번째 경우와 동일하게 세 가지 종류의 감수제를 사용하였고, 사용량은 시멘트 질량의 0.7%로 고정하였다. 단위수량 변화에 따른 감수제 종류별 유동성의 측정은 슬럼프와 슬럼프 플로우를 측정하는 것으로 하였으며 추가적으로 적정 유동성을 확보할 수 있는 단위수량 별 가격 분석을 실시하였다.

Table 1. Experimental plan

		Mixture conditions*	Test	
Phase 1 Mortar test	w/c	0.5, 0.55, 0.6		
	C : S	1 : 3		
	Aggregate	River sand, Crushed sand + sea sand	· Flow (with observation)	
	WR Type	Control, Lignin, Lignin+PCE, PCE	· Flow curve (yield stress, plastic viscosity)	
	Dosage (%)	0.7, 1.4, 2.1		
Phase 2 Concrete test	w/c	0.5		
	Unit water content** (kg/m ³)	140 - 240*		
	S/a	0.50		
	Target air content (%)	0.45	· Slump	
	Agg	Corse	Crushed rock	· Slump flow
		Fine	River sand, Crushed sand	· Cost analysis
	WR	Type	Control, Lignin, Lignin+PCE, PCE	
Dosage (%)		0.7		

* w/c: water-to-cement ratio, C : S: cement-to-sand ratio, WR: water reducer

** Unit water content was determined the range from the unit water content of water reducer couldn't work for fluidity increasing to the unit water content of occurring segregation.

Table 2. Physical properties of water reducers

Type	Phase	Color	Specific gravity	Solid content (%)	pH
Lignin	Liquid	Dark brown	1.168	35.0	6.4
Lignin+PCE	Liquid	Dark brown	1.102	27.0	6.2
PCE	Liquid	Dark yellow	1.048	20.0	5.4

2.2 사용재료 및 시험방법

본 연구에서 사용된 재료들은 모두 일반적으로 레미콘에서 사용되는 재료와 동일한 재료들이었다. 시멘트는 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 모르타르 및 콘크리트 배합에 사용된 골재의 경우, 부순 굵은골재, 부순 모래 및 바다모래의 경우는 모두 실제 레미콘 공장에 납품되는 골재를 사용하였으나 강모래의 경우는 레미콘 공장에 납품되는 골재가 없으므로 시중에서 구할 수 있는 모르타르용 강모래를 사용하였다. 화학혼화제로서 리그닌계 감수제, 리그닌과 PCE감수제를 혼합한 타입, 그리고 PCE 감수제를 사용하였는데, 이들 감수제의 물리적 특성을 다음 Table 2에 정리하였다.

굳지 않은 상태의 시멘트 페이스트의 레올로지 측정을 위해서 Thermo scientific사의 iQ rheometer를 이용하여 측정을 실시하였다. 레올로지 정수인 항복치와 소성점도는 유동곡선 (Flow curve)를 통해 측정하였다. 유동곡선 측정을 위한 전단변형율 (shear rate)-전단응력 (shear stress) 관계는 5 s^{-1} 에서 25 s^{-1} 까지 5 s^{-1} 씩 계단식으로 증가하고 감소하는 방식으로 측정하여 안정화되는 단계 (15초 후)의 전단응력을 평균하여 감소하는 유동곡선을 이용하여 Bingham model에 대입하여 소성점도와 항복치를 계산하였다. 유동성 측정을 위한 플로우 테스트는 KS L 5111 방법에서 플로우 테이블을 제거하고 진동 없이 진행하였으며 슬럼프, 슬럼프 플로우 측정은 KS F 2402 및 2594 방법에 의거하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 모르타르의 유동성에 미치는 영향 검토

일반강도 모르타르 상태에서 감수제 종류 및 첨가량에 따른 유동성 및 항복치, 점성 결과를 Figure 1에 나타내었다. 먼저, 플로우 결과를 보았을 때, 대체적으로 감수제의 종류에 상관없이 첨가율이 높을수록 플로우값이 증가하는 모습

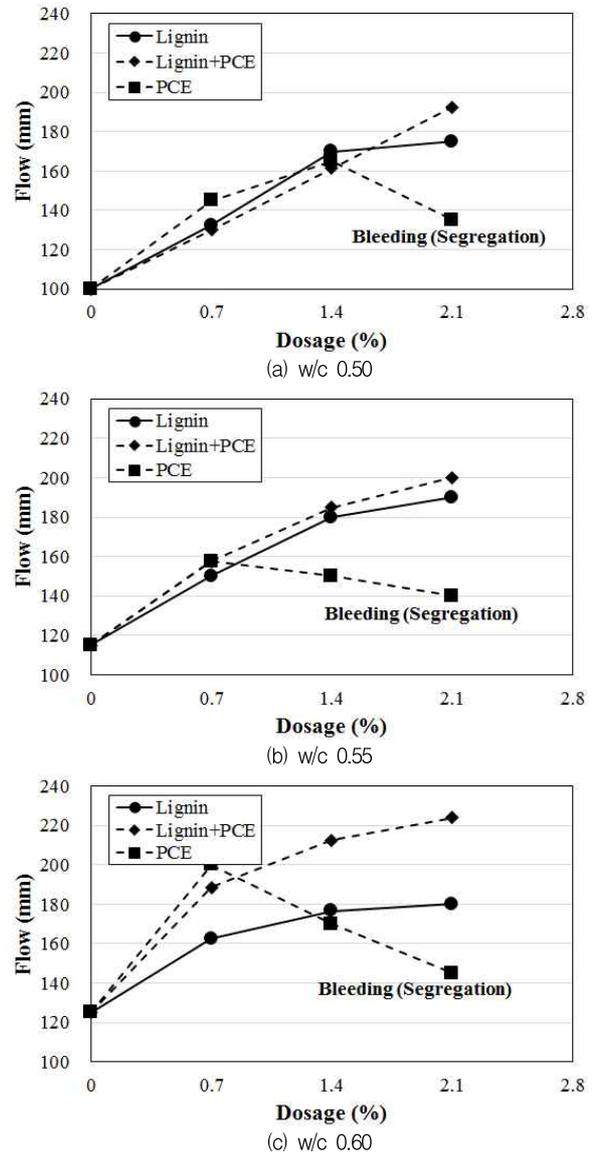
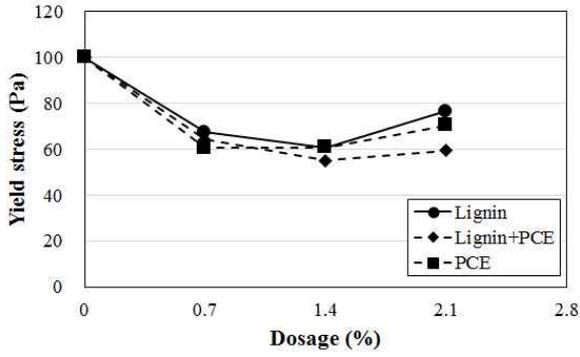


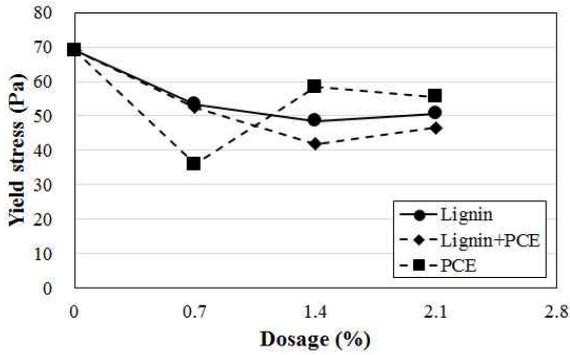
Figure 1. Influence of water reducer type and dosage on flow of cement mortar depending on water-to-cement ratio

을 나타내었다. 감수제의 성능은 폴리칼본산계, 리그닌과 폴리칼본산계를 혼합한 감수제, 그리고 리그닌계의 순서로 나타났다. 다만, 폴리칼본산계 고성능 감수제를 사용한 경우에 물시멘트비가 높아짐에 따라 다소 높은 감수제 첨가율에서 블리딩이 발생하였는데, 물시멘트 0.5의 경우 2.1%, 물시멘트 0.55 및 0.6의 경우에는 첨가율 1.4% 이상에서 블리딩이 발생하였다. 다만, 그 외의 감수제에서는 플로우가 증진되고 블리딩은 발생하지 않아 일반강도 범위의 비교적 높은 물시멘트에서도 안정적으로 유동성을 증진시키는 것을 알 수 있었다.

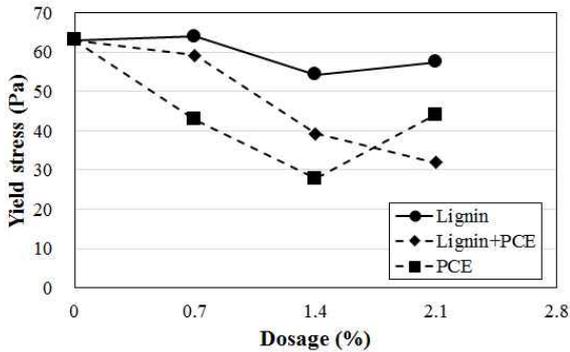
플로우 측정에서 확인한 유동 특성을 레올로지적으로 검



(a) w/c 0.50



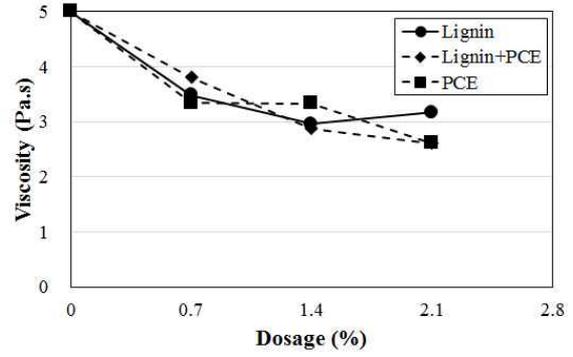
(b) w/c 0.55



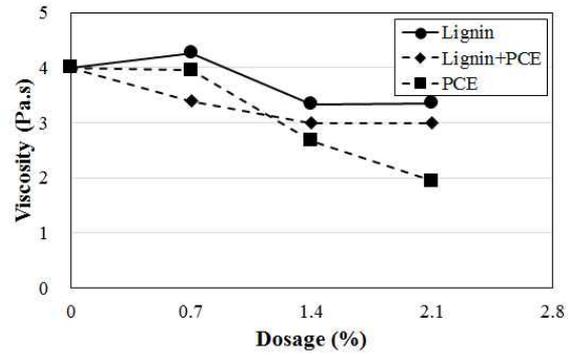
(c) w/c 0.60

Figure 2. Influence of water reducer type and dosage on yield stress of cement mortar depending on water-to-cement ratio

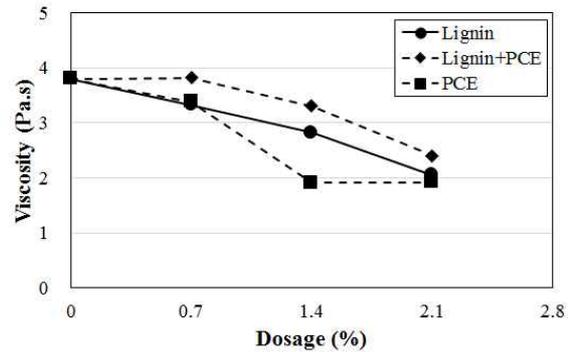
또한 결과로서 항복치 결과를 Figure 2에 나타내었다. 항복치 결과를 보면, 전반적으로 플로우 측정치와 유사한 경향을 나타내고 있다. 즉, 모든 감수제의 경우에 첨가율 증가와 함께 항복치가 저감하는 경향을 나타내었고, 초반 0.7% 첨가율까지는 폴리칼본산계 고성능 감수제가 가장 큰 항복치 저감효과를 보이고 있었다. 다만, 플로우 측정에서 관찰한 바와 같이 폴리칼본산계 고성능 감수제의 경우 첨가율이 증가하는 경우에 항복치가 증가하는 형태의 불안정한 측정결과를 나타내었고, 이는 블리딩과 같은 재료분리의 결과로



(a) w/c 0.50



(b) w/c 0.55



(c) w/c 0.60

Figure 3. Influence of water reducer type and dosage on plastic viscosity of cement mortar depending on water-to-cement ratio

판단된다. 즉, 실제로 항복치가 증가하는 경우가 아니더라도 측정 중 블리딩이 발생하여 대부분의 진골재가 아래로 침전되어 측정간에 높은 전단응력이 작용했던 것으로 판단된다. 폴리칼본산계 고성능 감수제를 제외한 리그닌계 및 리그닌과 폴리칼본산계를 혼합한 감수제의 경우는 비교적 안정적으로 항복치가 저감하는 형태를 보이고 있으며 항복치 저감효과는 리그닌과 폴리칼본산계를 혼합한 경우가 리그닌 성분이 단독으로 포함된 감수제보다 높은 것으로 나타났다. 레올로지 측정결과 중 소성점도 결과는 Figure 3에 나타

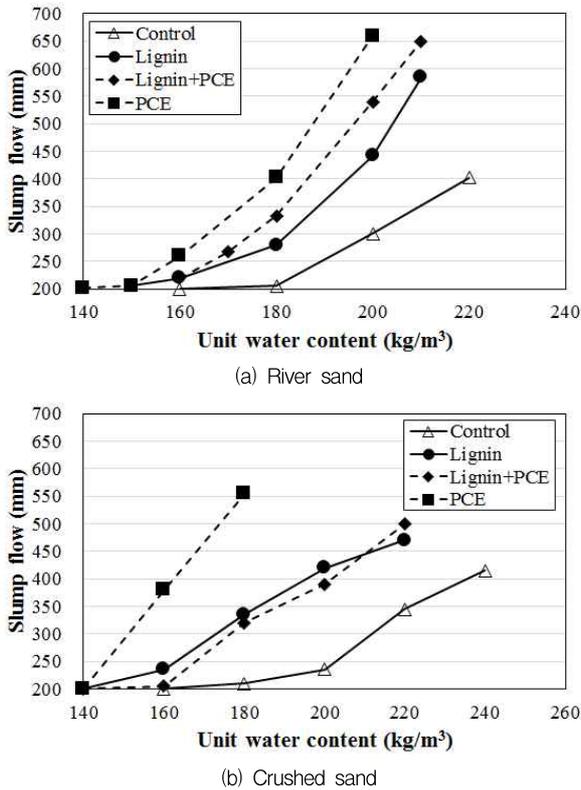


Figure 4. Influence of unit water content on slump flow of concrete depending on various water reducers

내었다. Wallevik and Wallevik[7]의 연구결과에서 보는 바와 같이 이론적으로 감수제와 소성점도는 서로 연관이 없다고 보고하고 있다. 그러나 본 연구결과에서는 감수제의 종류에 상관없이 감수제 첨가에 따라 소성점도가 감소되는 현상을 나타내었으며 첨가율이 증가할수록 소성점도의 감소 폭도 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 폴리칼본산계 고성능 감수제의 경우는 소성점도의 감소폭이 비교적 크게 측정되어 첨가율 증진과 블리딩 발생이 연관이 있음을 알 수 있었다. 이상의 모르타르의 유동성 결과를 토대로 보았을 때, 일반강도 영역의 비교적 높은 물시멘트비에서는 폴리칼본산계 고성능 감수제의 경우 첨가율 증가에 따라 모르타르 품질에 악영향을 줄 수 있는 가능성이 있고, 그 형태로는 유동성 측면에서 블리딩 발생과 재료분리 발생을 예상할 수 있다.

3.2 콘크리트의 유동성에 미치는 영향 검토

본 연구에서는 감수제 종류별 단위수량 변화에 따른 유동성 변화를 측정하여 감수제가 일반강도 콘크리트의 유동성에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 감수제별 단위수량 변화에 따른 유동성 평가는 슬럼프와 슬럼프 플로우를 측정

하였으며 단위수량 변화에 따른 슬럼프 플로우의 결과를 Figure 4에 강모래 및 부순모래의 경우로 나누어 나타내었다. 먼저, 강모래와 부순모래의 단위수량별 슬럼프 플로우 결과의 경우를 비교하면 강모래의 경우 보다 높은 슬럼프 플로우 값을 얻을 수 있었다. 또한, 단위수량 변화에 따른 슬럼프 플로우값 또한 부순모래의 경우는 강모래의 경우보다 슬럼프 플로우의 변화폭이 크지 않아 부순모래를 사용하는 경우에 단위수량이 유동성 변화에 미치는 영향이 작아지는 것을 알 수 있었다. 즉, 부순모래를 사용하는 최근 콘크리트 배합에서는 유동성의 변화가 매우 급격하게 발생하고 또한 재료분리도 쉽게 발생할 수 있음을 알 수 있다. 감수제 종류에 따른 유동성 변화의 경우는 폴리칼본산계 고성능 감수제가 가장 유동성 증진 효과가 컸으며 그 차이가 크지는 않지만 강모래의 경우는 리그닌과 폴리칼본산계를 혼합한 감수제, 리그닌 단독성분의 감수제 순서로 유동성 증진 효과가 있었으나 부순모래의 경우는 리그닌 단독성분의 감수제가 리그닌과 폴리칼본산계를 혼합한 감수제보다 유동성 증진효과가 크게 나타났다. 부순 모래를 사용한 콘크리트 배합에서는 특히, 폴리칼본산계 고성능 감수제를 사용한 경우에 가용한 단위수량 범위가 140kg/m³에서 180kg/m³로 매우 좁게 나타났다. 즉, 일반강도 범위의 콘크리트에서 부순 모래를 사용하는 조건에서 폴리칼본산계 고성능 감수제를 사용하는 것은 콘크리트 품질에 악영향을 미칠 수 있는 위험성이 비교적 높다는 것을 알 수 있었다.

3.3 감수제 종류에 따른 콘크리트 제조단가 비교

감수제 (water reducer)는 유동화제 (plasticizer)라고도 불리는데, 이러한 명칭은 서로 다른 역할을 하는 혼화제를 의미하는 것이 아닌 동일한 혼화제에 대해 기대하는 효과가 다르기 때문이다. 즉, 유동화제의 경우는 동일한 단위수량의 배합에 대해 유동성을 증진시키는 효과를 기대하는 경우이고, 감수제의 경우는 동일한 유동성을 기준으로 단위수량, 혹은 물시멘트비를 감소시키는 효과를 기대하는 경우이다. 즉, 일반강도 콘크리트 배합에서 감수제를 사용하는 이유는 골재 품질 저하에 따른 콘크리트 배합의 유동성 저하를 보완하기 위한 ‘유동화제’로서의 역할이 추가 되지만 레미콘 산업에 있어서 시멘트 사용량을 절감하여 경제적인 이점을 얻고자 하는 ‘감수제’로서의 역할도 있다. 이에 본 장에서는 3.2장에서 얻어진 단위수량에 따른 슬럼프 플로우 결과를 이용하여 부순 모래를 사용한 일반강도 콘크리트에 대하여

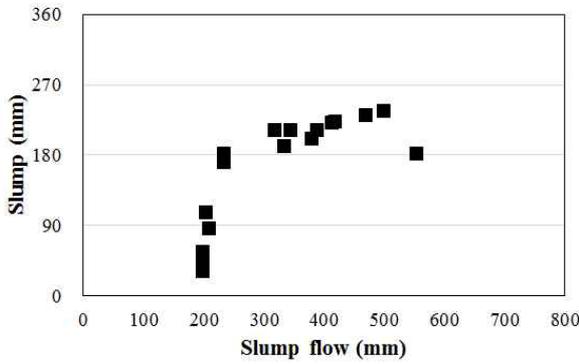


Figure 5. Correlation between slump flow and slump (Concrete with crushed sand)

동일한 슬럼프 플로어를 달성하기 위한 감수제 종류별 단위 수량을 산정하고 그에 따른 콘크리트 제조원가를 추정하여 비교하고자 한다.

먼저, 적절한 유동성을 판단하기 위해 슬럼프치와 슬럼프 플로우 치와의 관계를 Figure 5에 나타내었다. 슬럼프와 슬럼프 플로어의 관계에서 슬럼프 180mm까지는 슬럼프 플로우 변화가 작고 슬럼프 변화가 컸으나 슬럼프 180mm를 넘어서는 유동성에서는 슬럼프의 변화가 작고 슬럼프 플로어의 변화가 주를 이루었다. 즉, 슬럼프가 180mm를 기준으로 일반강도 콘크리트의 경우는 슬럼프를 유동성 평가 기준으로 하는 것이 적합하고 180mm를 넘는 고유동 콘크리트의 경우는 유동성 판정을 위해 슬럼프 플로어를 측정하는 것이 적합하다고 판단된다. 즉, 일반강도 콘크리트에서는 슬럼프 180mm를 넘는 경우에 굵은 골재가 슬럼프 중심에 적층되어 다소 높은 슬럼프를 유지하고 동시에 시멘트 페이스트나 모르타르가 분리되어 슬럼프 플로우 값을 증가시키는 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 슬럼프 180mm가 가장 적합한 유동성 정도로 판단하고 이 때의 슬럼프 플로어를 280mm로 산정하였다. 슬럼프 플로우 280mm를 만족하는 감수제 종류별 단위수량 값을 Figure 4에서 산정하여 각각의 콘크리트 배합을 작성하여 Table 3에 나타내었다. 즉, 동일한 슬럼프 플로우 값인 280mm를 달성하기 위해 폴리칼본산계 고성능 감수제의 경우 단위수량 148kg/m³로 가장 우수한 단위수량 저감효과가 나타났으며 리그닌계, 리그닌과 폴리칼본산계를 혼합한 감수제, 그리고 감수제를 사용하지 않은 컨트롤 배합의 순으로 단위수량 저감효과가 나타났다.

슬럼프 플로우 280mm를 달성하기 위한 각 감수제 종류에 따른 콘크리트 배합에 대하여 Table 4에 조사된 재료별 단가

에 따라 제조원가를 Table 5에 정리하였다. 각 재료단가는 2017년 3월 기준으로 실제 구매 가능한 재료의 단가를 조사한 것이다. 산정된 제조원가는 콘크리트 1m³를 배합하기 위한 원가로서 가장 저렴한 배합의 경우는 리그닌계 감수제를 사용한 배합으로 56,616원으로 산정되었다. 반면, 가장 낮은 단위수량을 보인 폴리칼본산계 고성능 감수제를 사용한 경우는 57,156원으로 제조원가가 산정되었다. 이렇게 폴리칼본산계 고성능 감수제를 사용한 경우에 제조원가가 차이가 나지 않는 이유는 일반강도 콘크리트 배합에서는 리그닌계나 리그닌과 폴리칼본산계 감수제를 혼합한 감수제도 폴리칼본산계 고성능 감수제와 비교하여 충분한 감수효과를 보였으며 특히, 리그닌계 감수제나 리그닌과 폴리칼본산계 감수제를 혼합한 감수제가 폴리칼본산계 고성능 감수제보다 약 40% 정도로 저렴한 단가를 갖기 때문으로 판단된다. 즉, 본 연구 조건하에서 일반강도 배합 콘크리트에 있어서 폴리칼본산계 고성능 감수제 사용에 따른 제조원가 측면에서의 이점은 리그닌계나 리그닌과 폴리칼본산계 감수제를 혼합한 감수제와 비교하여 크지 않음을 알 수 있었다.

Table 3. Concrete mix proportion for 280mm slump flow

Water reducer	Mix proportion (kg/m ³)				
	cement	water	rock	sand	admixture
Control	410	205	737.31	798.75	-
Lignin	330	165	815.89	883.88	2.310
Lignin+PCE	340	170	806.06	873.24	2.380
PCE	296	148	849.28	920.05	2.072

Table 4. Unit cost of the materials for concrete mixture

Materials	cement	water	crushed rock	crushed sand	admixture		
					Lignin	Lignin+PCE	PCE
1000 KRW/ton	75	-	18	18	550	600	1,500

Table 5. Manufacturing cost for 280mm slump flow concrete (KRW/m³)

Water reducer	cement	water	rock	sand	admixture	sum
Control	30,750	-	13,272	14,378	-	58,399
Lignin	24,750	-	14,686	15,910	1,271	56,616
Lignin+PCE	25,500	-	14,509	15,718	1,428	57,155
PCE	22,200	-	15,287	16,561	3,108	57,156

4. 결 론

본 연구에서는 일반강도 콘크리트 배합에 대하여 유동성

증진에 효과적이면서 품질측면에서 안정적인 감수제 조건을 확인하기 위해 폴리칼본산계 고성능 감수제, 리그닌과 폴리칼본산계 감수제를 혼합한 감수제, 그리고 리그닌계 감수제의 세 종류의 감수제에 대하여 실험을 실시하였다. 모르타르 상태에서의 유동성 변화 및 레올로지 거동을 검토하였으며 콘크리트 상태에서의 단위수량 변화에 따른 유동성 변화 및 감수제의 단위수량 저감효과에 따른 콘크리트 제조원가를 비교하였다. 이상의 실험을 통해 얻어진 결론을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 감수제의 사용은 모르타르의 유동성을 증진시키지만 일반강도 영역인 비교적 높은 물시멘트비 배합에서 폴리칼본산계 고성능 감수제의 경우는 첨가율이 과도하게 높을 경우 소성점도의 저하가 발생하여 블리딩이 발생하였다.
- 2) 일반강도 콘크리트 배합에서 강모래를 사용한 경우에 비해 부순모래를 사용하는 경우에는 유동성이 증가할 수 있는 범위가 낮아 비교적 재료분리가 발생할 가능성이 높고 단위수량 변화에 따른 유동성 변화 폭이 크지 않다.
- 3) 본 연구조건 하에서 부순모래를 사용한 일반강도 콘크리트 배합에서 폴리칼본산계 고성능 감수제를 사용할 수 있는 단위수량 범위가 좁아 쉽게 재료분리가 발생할 우려가 있다.
- 4) 일반강도 콘크리트 배합에서 단위수량의 저감효과가 폴리칼본산계 고성능 감수제의 경우 가장 뛰어나지만 상대적으로 높지 않고 고성능 감수제 자체의 단가가 높아 단위수량 저감에 따른 원가절감 효과는 미미하다. 결과적으로 일반강도 콘크리트 배합에 있어서 감수제의 사용은 유동화 효과 및 감수효과를 종합적으로 판단하여 선택되어야 할 것이며, 특히 지나친 고성능의 감수제 사용은 재료분리에 주의해야 할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구의 목적은 일반강도 콘크리트 배합에 있어서 다양한 감수제에 따른 유동성과 품질 안정성을 평가하는 데에 있다. 감수제의 사용은 골재 품질이 저하되는 최근의 상황에서 피할 수 없지만 적절한 성능의 감수제 사용이 중요하다.

이에 본 연구에서는 일반강도 수준의 모르타르에 대하여 세 가지 종류의 감수제에 대하여 유동성 증진성능과 더불어 품질안정성을 레올로지적으로 평가하였다. 또한 콘크리트 배합에 있어서 단위수량 변화에 따른 유동성 변화를 측정하였으며 단위수량 저감효과와 그에 따른 제조원가를 산정하고 비교하였다. 본 연구를 통해 실제 현장에서 적절한 성능의 감수제를 선택할 수 있는 사례를 제공하고 이를 통해 경제적이고 효과적으로 유동성을 발휘하며 안정적인 품질을 확보할 수 있는 환경 마련에 기여하고자 한다.

키워드 : 감수제, 유동성, 재료분리, 일반강도 콘크리트, 단위수량 저감, 제조원가

Acknowledgement

This research was supported by a Research Funding from Borregaard.

References

1. Mindess S, Young J, Darwin D. Concrete, 2ed ed, New Jersey: Prentice Hall; 2002. 644 p.
2. Uchikawa H, Hanehara S, Sawaki D. The role of steric repulsive force in the dispersion of cement particles in fresh paste prepared with organic admixture, Cement and Concrete Research, 1997 Jan;27(1):37-50.
3. Esteves LP, Cachim PBB, Ferreira VMM, Effect of Fine Aggregate on the Rheology Properties of High Performance Cement-Silica Systems, Construction and Building Materials, 2010 May;24(5):640-49.
4. Erdoğan S, Fowler D. Determination of aggregate shape properties using x-ray tomographic methods and the effect of shape on concrete rheology (No. ICAR 106-1). Austin (Texas): The University of Texas at Austin; 2005. 321 p.
5. Morin V, Tenoudji FC, Feylessoufi A, Richard P. Superplasticizer effects on setting and structuration mechanisms of ultrahigh-performance concrete, Cement and Concrete Research, 2001 Jan;31(1):63-71.
6. Han D, Ferron R, Effect of mixing method on microstructure and rheology of cement paste, Construction and Building Materials, 2015 Sep;93:278-88.
7. Wallevik OH, Wallevik JE, Rheology as a tool in concrete science: The Use of Rheographs and Workability Boxes, Cement and Concrete Research, 2011 Dec;41(12):1279-88.