

재료분리 평가정수(EIS)에 의한 재료분리 평가법의 제안

Suggestion of Segregation Evaluation Method based on Evaluation Index for Segregation(EIS)

한 천 구* 김 기 철** 박 병 관***
Han, Cheon Goo Kim, Gi Cheol Park, Byung Kwan

ABSTRACT

Currently more high flow and high performance concrete is used for construction of buildings in the world. However, when high flow and high performance concrete put high performance water reducing agent in quantity to improve flow, it has a negative effect on concrete structures since segregation arises from it though flow will be improved. There are naked-eye observation, coarse aggregate washing test, L Flow test for permeation among reinforcing rods and measurement of viscosity to judge concrete segregation resistance. However, it is difficult to apply them to practical affairs since they are very complicated and troublesome. Therefore, the study analyzed EIS dividing slump flow value into slump value, how to valuate concrete segregation resistance more easily, on the basis of the existing reference materials to propose EIS. As the results, in the event of high flow concrete, it is desirable that EIS value is prescribed to be less than 2.5 at the time of managing segregation. Also, at the time of prescribing EIS with performance, it is judged that it is desirable to manage segregation as less than 2.2 (Grade 1), 2.2~2.4 (Grade 2) and more than 2.6 (Grade 3).

요약

국내·외에서는 건축물들이 고유동 및 고성능 콘크리트의 사용량이 증가되고 있는 추세이다. 그러나 고유동·고성능 콘크리트는 유동성 향상을 위해 고성능 감수제를 다량으로 사용할 경우 유동성은 향상되었을 망정 재료분리가 발생하여 콘크리트 구조물에 악영향을 미치게 된다. 이러한 콘크리트의 재료분리 저항성을 판정하기 위한 방법으로 육안관찰, 굵은골재 씻기 시험, L Flow 철근사이의 통과성 시험, 점성측정에 의한 방법 등이 있는데, 이 같은 방법들은 매우 복잡하고 번거로우므로 실무적용에는 어려움이 있다. 그러므로 콘크리트의 재료분리 저항성을 보다 손쉬운 방법으로 평가하기 위한 방법으로 슬럼프플로우치를 슬럼프치로 나눈 EIS를 제안하기 위하여 기존 참고자료를 바탕으로 분석하였다. 그 결과 고유동 콘크리트의 경우 시방적 규정으로 재료분리 여부를 관리할 경우에는 EIS 값을 2.5 이하로 규정하면 타당할 것으로 사료되고, 성능적으로 EIS를 규정할 경우에는 1등급 2.2 이하, 2등급 2.2~2.4, 3등급 2.4~2.6, 2.6 이상은 재료분리로 관리하면 합리적일 것으로 사료된다.

* 정회원, 청주대학교 건축공학부 교수, 공학박사

** 정회원, (주)FC TECH 부장, 공학박사

*** 정회원, 청주대학교 건축공학과 대학원 석사과정

1. 서론

최근 국내·외에서는 건축물들이 고층화, 대규모화 및 대형화되어짐에 따라 고유동 및 고성능 콘크리트의 사용량이 증가되고 있는 추세이다.

그러나 고유동·고성능 콘크리트는 유동성 향상을 위해 고성능 감수제를 다량으로 사용할 경우 유동성은 향상되었을 망정 재료분리가 발생하여 콘크리트 구조물에 악영향을 미치게 된다. 이러한 콘크리트의

재료분리 저항성을 판정하는 방법으로 JASS-5에서는 육안관찰에 의해 판정하도록 하고 있으며, 기타 시험방법으로는 굵은골재 씻기 시험, L Flow 철근사이의 통과성 시험, 점성측정에 의한 방법 등이 있는데, 이 같은 방법들은 매우 복잡하고 번거로우므로 실무적용에는 어려움이 있다.

그러므로 본 연구에서는 콘크리트의 재료분리 저항성을 평가하기 위한 새로운 아이디어로서 간단한 방법의 재료분리평가정수(이하 EIS) 방법을 제안하여 보고자 한다.

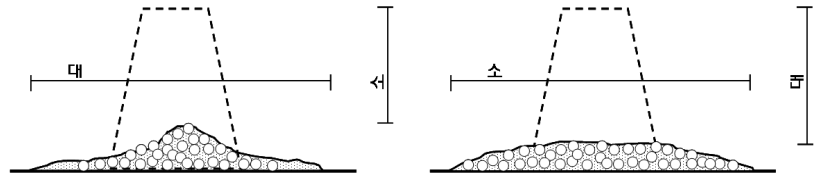


(a)재료분리현상 (b)일반적인 현상

사진 1. 고성능 콘크리트의 슬럼프플로우

2. EIS의 개념

고유동·고성능 콘크리트의 유동성 평가 방법에는 슬럼프, 슬럼프플로우, L Flow 등의 많은 시험방법이 있는데 가장 쉬운 방법으로 슬럼프, 슬럼프플로우 시험이 주로 채택되고 있다.



(a)재료분리현상 (b)일반적인 현상

그림 1. 슬럼프와 슬럼프플로우 현상

이러한 고유동·고성능 콘크리트에서 슬럼프 및 슬

럼프플로우 현상은 재료분리여부와 관련하여 그림 1과 같은 특성으로 나타난다. 즉 그림 1-(a)는 재료분리된 경우로서 굵은골재가 중앙부로 모이고, 시멘트 페이스트가 외곽부로 유출되는 양상으로 슬럼프는 작지만 슬럼프플로우는 커진다. 반면, 1-(b)는 재료분리가 방지된 양호한 콘크리트의 현상으로 슬럼프는 커지만 점성에 따라 슬럼프플로우는 작아지는 결과를 나타낸다.

따라서, 식(1)과 같이 슬럼프플로우값을 슬럼프치로 나눈 EIS값의 경우 그 값이 어느 기준값(2.5를 제한함)보다 커지면 재료분리이고, 그 이하이면 양호한 재료분리 저항성을 나타내어 정량적인 재료분리 평가가 가능할 것으로 판단된다.

$$EIS = \frac{\text{슬럼프플로우}(mm)}{\text{슬럼프}(mm)} \dots \dots \dots (1)$$

3. 사례 분석

3.1 증점제를 사용한 경우

표 1과 그림 2는 1998 년 콘크리트학회 논문집에서 발표된 “고유동 콘크리트의 새로운 재료분리 저항성 평가방법에 관한 제안”의 논문(이하 참고문헌 1)을 참고하여 나타낸 것이다. 참고문헌1에서는 표 1과 같이 물시멘트비(이하 W/C) 42, 50 %의 일반강도 범위에서 증점제 종류 및 첨가량을 변화시켜 재료분리를 평가한 실험으로서 재료분리 평가방법인 EIS로 검토하였다.

육안으로 관찰시 W/C 42 %에서는 증점제 첨가량이 200 g/m³ 에서 재료분리현상이 나타났고, 그 이상 첨가 시 재료분리 저항성이 양호한 것으로 나타났다. W/C 50 %에서는 첨가량 400 g/m³ 이하에서 재료분리현상이 나타났고, 그 이상 첨가 시 양호한 것으로 제안하였다.

이러한 결과를 토대로 본 연구에서 제시하는 방법으로 분석하면, 슬럼프플로우를 슬럼프로 나눈 값, 즉 EIS는 그림 2처럼 나타났는데, EIS가 2.7이상에서는 모두 육안으로 관찰시 재료분리가 나타나는 것을 확인할 수 있었고, 2.6에서는 일부 재료분리가 나타나지 않는 것으로 나타났으나 양호한 품질관리를 위하여 EIS가 2.5이하일 때 재료분리 저항성이 양호한 것으로 나타났다.

3.2 분체계를 사용한 경우

표 2와 그림 3은 2008년 콘크리트학회 학술발표대회에서 발표된 “3성분계 고성능 콘크리트 개발을 위한 기초적 특성 분석”의 논문(이하 참고문헌 2)을 참고하여 나타낸 것이다. 참고문헌 2에서는 표2 와 같이 물결합제비(이하 W/B) 30 %의 고강도 범위에서 혼화제 종류 및 치환율을 변화시켜 콘크리트의 기초적 특성을 분석한 실험으로서 본 연구에서 제안하는 재료분리 평가방법인 EIS로 검토하였다.

육안으로 관찰시 혼화제 치환율이 BS30 %+FA20 %, BS40 %+FA15 %, BS40 %+FA20 %에서 재료분리 현상이 나타났고, 그 외의 치환율에서는 재료분리 저항

표 1. 참고문헌 1의 시험 방법

W/C (%)	증점제 종류	증점제 첨가량 (g/m ³)	군지않은 콘크리트
42 50	HPMC 15U	0	· 슬럼프
	HPMC 40H	200	· 슬럼프플로우
	HPC 90H	400	· 굵은골재 · 셋기시험

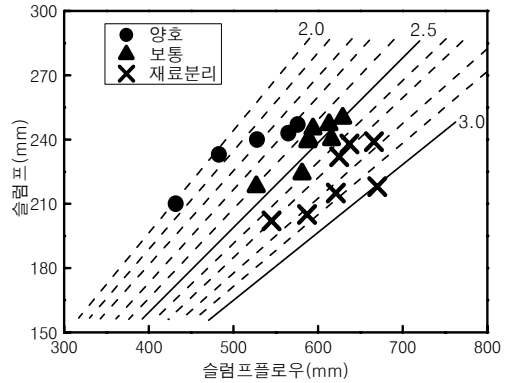


그림 2. 참고문헌 1의 EIS

표 2. 참고문헌 2의 시험 방법

W/C (%)	혼화제 치환율(%)		유기섬유 혼입율(%)	군지않은 콘크리트
	BS	FA		
30	0	0	PP 0.025 + NY 0.025	· 슬럼프
	10	5		· 슬럼프플로우
	20	10		· 단위용적질량
	30	15		
	40	20		

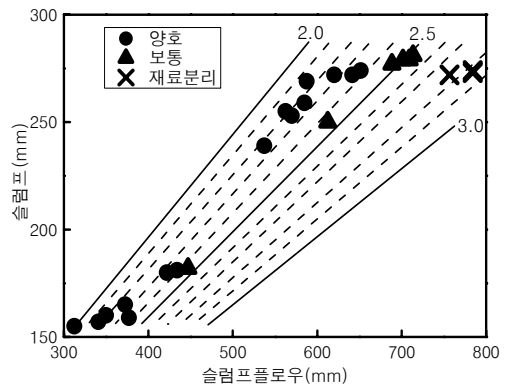


그림 3. 참고문헌 2의 EIS

성이 양호한 것으로 나타났다.

이러한 결과를 토대로 EIS로 검토하면 그림 3처럼 나타나는데, 육안관찰 결과 재료분리가 나타난 BS30 %+ FA20 %, BS40 %+FA15 %, BS40 %+FA20 %를 치환한 경우 각각 EIS가 2.9, 2.9, 2.8이었다. 육안관찰 시 재료분리가 나타나지 않은 그 외의 치환율에서는 2.5 이하를 나타내어, 재료분리 저항성이 양호한 것으로 분석하였다.

3.3 유지제를 사용한 경우

표 3은 슬럼프 유지제 혼입율 변화에 따른 콘크리트의 특성에 관한 실험계획을 나타낸 것이고, 그림 4는 유지제 혼입율 변화에 따른 EIS를 나타낸 것이다.(참고 문헌3)

육안으로 관찰시 유지제 혼입율이 10, 20 30 %에서 재료분리가 발생하는 것으로 나타났고, 그 이외의 혼입율에서는 재료분리가 발생하지 않는 것으로 나타났다.

이러한 결과를 토대로 EIS로 검토하면 그림 4처럼 나타나는데, 육안관찰 결과 재료분리가 나타난 유지제 혼입율 10, 20, 30 %의 경우 각각 EIS가 3, 2.8, 2.7이었다. 단, 육안관찰시 재료분리가 나타나지 않은 유지제 혼입율 0, 40, 50 %의 경우 2.5 이하로 재료분리 저항성이 양호한 것으로 나타났다.

4. 결론 및 제안

본 연구는 콘크리트의 재료분리 저항성을 보다 손쉬운 방법으로 평가하기 위한 방법으로 슬럼프플로우치를 슬럼프치로 나눈 EIS를 제안하기 위하여 기존 참고자료를 바탕으로 분석하였다. 그 결과 그림 5와 같이 고유동 콘크리트의 경우 지방적 규정으로 재료분리 여부를 관리할 경우에는 EIS 값을 2.5 이하로 규정하면 타당할 것으로 사료되고, 성능적으로 EIS를 규정할 경우에는 1등급 2.2 이하, 2등급 2.2~2.4, 3등급 2.4~2.6, 2.6 이상은 재료분리로 관리하면 합리적일 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 한천구, 김기철 ; 고유동 콘크리트의 새로운 재료분리 저항성 평가방법에 관한 제안, 콘크리트학회 논문집, Vol.10 No.2, pp. 147~154, 1998년
2. 박병관, 최성용, 김수영, 김복규, 한민철, 한천구 ; 3성분계 고성능 콘크리트 개발을 위한 기초 특성 분석, 한국콘크리트학회 2008년도 봄 학술발표회 논문집, Vol.20 No.1, pp. 805~808, 2008년
3. 유지제 혼입율 변화에 따른 콘크리트의 유동성 및 역학적 특성, 2008 한국건축시공학회 추계 학술 발표대회 발표 예정

표 3. 실험계획

W/C (%)	유지제 혼입율 (%)	혼화제 치환율 (%)	유기섬유 혼입율 (%)	굳지않은 콘크리트
30	0 10 20 30 40 50	BS 20 + FA 10	PP 0.025 + NY 0.025	· 슬럼프 · 슬럼프플로우 · 단위용적질량

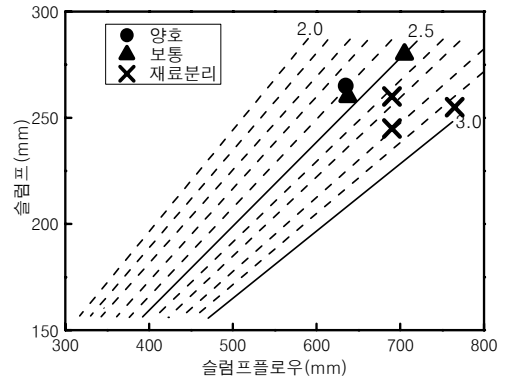


그림 4. 유지제 혼입율 변화에 따른 EIS

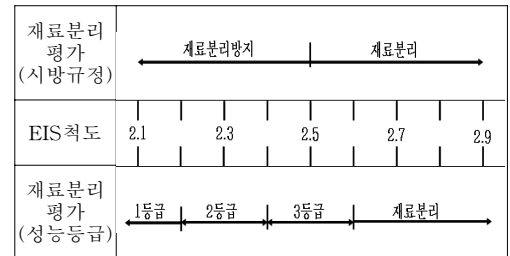


그림 5. EIS에 의한 재료분리평가(안)