

# 콘크리트 표면의 기포 발생 저감 대책에 관한 조사

정 연 식

〈쌍용중앙연구소, 연구원〉

- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| 1. 서론                    | 2.5 진동 다짐의 영향         |
| 2. 기존의 연구 결과 및 고찰        | 2.6 박리제의 영향           |
| 2.1 단위 시멘트량의 영향          | 2.7 경사면과 수직면(구조체)의 영향 |
| 2.2 고성능 감수제 및 공기 연행제의 영향 | 2.8 기타                |
| 2.3 작업성의 영향              | 3. 끝맺음                |
| 2.4 세골재 및 세골재율의 영향       |                       |

## 1. 서론

콘크리트 구조물과 2차 제품에 요구되는 성질로서 작업성, 강도 및 내구성 외에 외관을 들 수 있다. 특히 2차 제품이나 노출 콘크리트에서는 표면에 기포가 있으면 미관도 좋지 않고, 품질의 좋고 나쁨에도 영향을 미치는 경우도 발생한다. 또한 심하면 콘크리트 전체를 전부 마감 작업해야 하는 등의 문제도 일어날 수 있다.

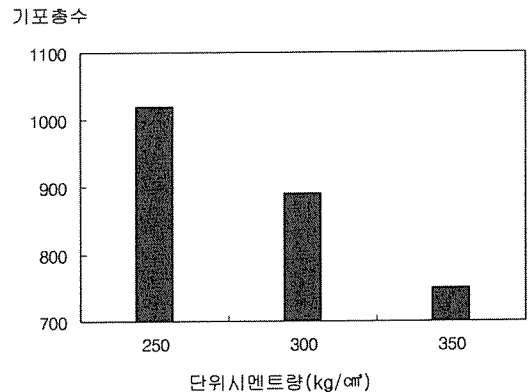
그러나 콘크리트 그 자체가 원래 기포를 포함하고 있고 또한 타설시에도 공기가 들어가기 때문에 기포의 발생을 완전히 제거한다는 것은 불가능하다.

본 문은 이러한 문제에 대해 즉 콘크리트의 표면의 기포 발생 원인과 저감책은 어떠한 것들이 있는가에 대해 조사한 연구 자료를 정리한 것이다.

## 2. 기존의 연구 결과 및 고찰

### 2.1 단위 시멘트량의 영향

[그림 1]에 단위 시멘트의 양을 변화시킨 후, 콘크리트의 기포 총수와의 관계를 표시했다.



(그림 1) 단위 시멘트량과 기포의 총수

[그림 1]에서와 같이 단위 시멘트의 양이 250 ~ 350kg의 범위에서는 시멘트 양이 증가함에 따라 기포가 감소하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 특히 골재 사정이 좋지 않은 이유로 콘크리트 표면의 외관이 좋지 않을 경우, 시멘트의 양을 증가시키는 것이 적절한 방법이라고 생각된다.

## 2.2 고성능 감수제 및 공기 연행제의 영향

[그림 2]는 고성능 감수제의 사용 유무에 따른 기포의 총수를 표시한 결과이다. 단순한 결과라는 생각이 들지만 플레인 콘크리트와 비교해서 고성능 감수제(C×1.5%)를 사용한 콘크리트에서는 기포의 수가 약 5할 정도 증가했다.

이 원인은 고성능 감수제의 사용량이 많은 콘크리트는 점성이 높게 나타나기 때문이라고 생각된다. 물론 고성능 감수제는 비공기 연행성이지만 콘크리트의 점성 증가 영향이 더 강하게 미치기 때문이라고 생각된다. 이 부분은 작업성과 깊은 관련이 있어 2.3항과 관련 지어 생각해 볼 필요가 있다.

[그림 3]에 공기 연행제의 종류에 따른 기포의 총수를 표시했다. 이와 같이 양질의 공기 연행제를 사용하면 플레인 콘크리트에 비해 약

40%의 저감 효과가 있다.

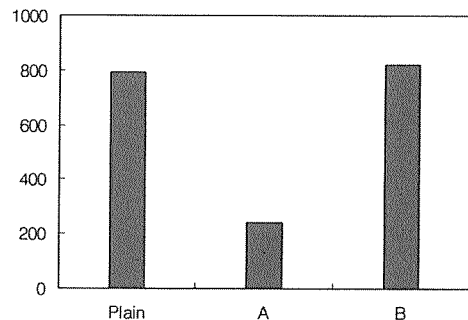
따라서 안정한 기포를 동반하는 공기 연행제의 선택이 중요하다고 생각된다.

## 2.3 작업성의 영향

[그림 4]에 슬럼프 8, 18cm 경우의 기포수를 표시했다. 슬럼프 8cm와 비교해서 슬럼프 18cm 콘크리트에서는 기포수가 약 20% 감소함을 알 수 있다.

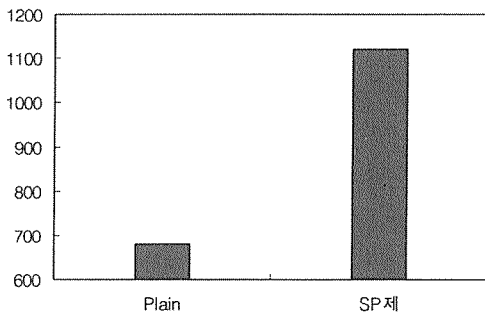
배합이 같은 상태에서 슬럼프만을 증가시킨 콘크리트에서는 강도의 저하 뿐만 아니라 내구성에도 나쁜 영향을 줄 수 있다. 따라서 작업성의 개선과 표면 기포의 감소에 효과적인 공기 연행제의 사용, 고성능 감수제(고유동화제)의

기포총수



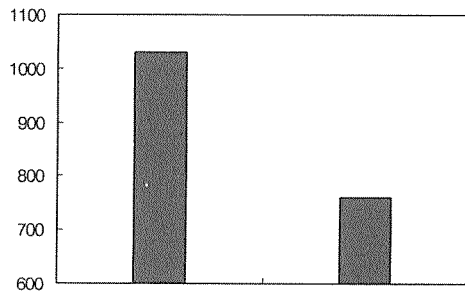
(그림 3) 공기 연행제의 종류와 기포의 총수

기포총수



(그림 2) 고성능 감수제와 기포의 총수

기포총수



(그림 4) 슬럼프와 기포의 총수

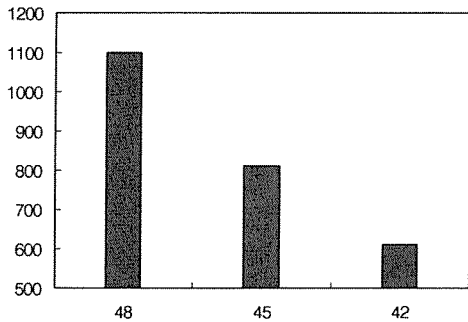
사용, 시멘트 증량 등의 방법을 검토할 필요가 있다고 생각된다.

## 2.4 세골재 및 세골재율의 영향

[그림 5]에 세골재율에 따른 기포의 수를 나타내었다. 세골재의 영향은 그렇게 크지 않지만 세골재율이 적은 쪽이 기포가 감소하고 있는 것을 알 수 있다.

또한 모래의 입도에 따라 달라진다는 결과도 있어 0.3~0.6mm의 입균이 많을수록 공기량이 증가하고 0.15mm의 부분이 많을수록 감소한다고 한다. 따라서 미립분이 많은 경우에는 시멘트를 약간 증가시키는 방법도 적절하다고 생각된다.

기포총수

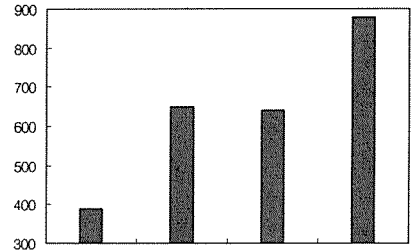


(그림 5) 세골재율과 기포의 총수

## 2.5 진동 다짐의 영향

[그림 6]은 봉 바이브레이터로 외부에서 추가 진동의 영향을 본 것이다. 외부의 추가 진동은 표면의 기포를 30~40% 증가시키는 결과로 나타나고 있다.

현장 등에서 자주 하는 방법으로 형틀을 두들기기도 하고 추가 진동을 하기도 하고 형틀 부분에 집중적으로 추가 진동을 하기도 하지만 이는 콘크리트 내부에 있는 기포가 형틀 표



콘크리트 내부 진동 유형 외부 진동 유형

(그림 6) 진동 다짐과 기포와의 관계

면으로 이동 또는 작은 기포가 모여 큰 기포만을 발생시키는 작용으로 바람직하지 못하다고 생각된다.

또한 고주파수의 바이브레이터를 사용하는 경우 기포수가 감소한다는 보고도 있다.

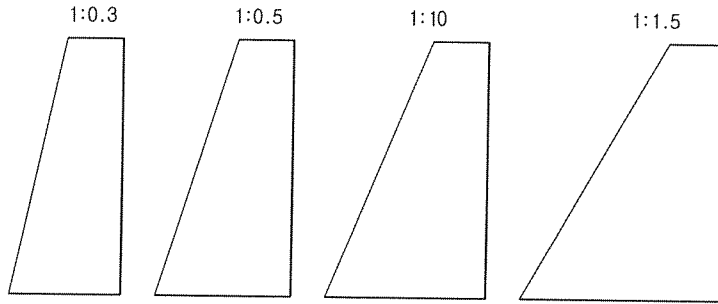
## 2.6 박리제의 영향

콘크리트의 형틀면에서의 부착을 방지하는 점에서 유분이 많은 쪽이 유리하지만 기포를 감소시키는 점에서는 오히려 마이너스이고 소량의 소포제 첨가 정도로는 큰 영향을 미치지 않는다. 따라서 제품 탈형시 콘크리트의 강도, 제품의 형상 등을 고려해서 될 수 있는 한 유성 성분이 적은 박리제를 사용하는 것이 기포 저감의 면에서 유리하다는 연구 결과가 발표되었다.

따라서 이것 역시 고성능 감수제 및 공기 연행제와 마찬가지로 적절한 선택이 기포 감소에 중요하다고 생각된다.

## 2.7 경사면과 수직면(구조체)의 영향

[그림 7]과 같이 콘크리트의 형틀을 제작하여 콘크리트를 타설 할 경우의 법면을 조사한 결과 법면의 균배 0, 즉 수직면의 경우를 1로 하면 0.3~0.5할 균배에서는 약 2.5~3배, 1할이 되면 5배, 그리고 1.5할이 되면 7배의 기



(그림 7) 콘크리트의 형틀 모양

클때(고성능 감수제의 사용 등), 한꺼번에 높이 타설하는 경우 등에서 발생하기 쉽다고 했다. 또한 철제 형틀의 경우 여름철에 형틀의 온도가 높기 때문에 비교적 공기가 빠져나가기 쉽고 겨울철에는 저온이 되어 공기가 제거되기 어렵고 기포의 흔적이 남을 경향이 크다.

포가 발생하는 것으로 측정되었다.

방법을 가진 콘크리트의 표면을 좋게 하기 위한 가장 적절한 방법은 없다고 한다. 단지 단위 시멘트 량의 증가 또는 타설 높이를 될 수 있는 한 작게 하는 등이 있지만, 위에서 말한 다른 영향을 고려하여 몇가지의 방법을 조합해야 된다고 한다.

또한 콘크리트 재료 중에서 물도 역시 중요하여 일부 현장에서 경험한 바에 의하면 회수된 물을 사용한 경우에 특히 표면에 기포가 많이 발생하였고 그러지 않은 경우에는 기포가 감소되었다. 따라서 물 속에 어떤 이물질의 영향이 크다는 것을 알 수 있었고 표면의 기포 발생이 다양한 각도에서 추적 검증할 필요가 있다.

## 2.8 기타

이상과 같이 콘크리트 표면의 기포 발생에 관해 기존의 연구 결과를 정리하면 [표 1]과 같다,

형틀이 건조해 있을 때 콘크리트의 점성이

(표 1) 콘크리트 표면의 기포 발생 원인과 대책

발생 인자	표면 기포 증대의 영향
· 단위 시멘트	· 단위 시멘트의 양이 증가하면 감소함.
· 고성능 감수제	· 고성능 감수제의 양이 증가(물 시멘트비가 낮아지면 또는 콘 크리트의 점성이 증가하면)하면 많이 나타남.
· 슬럼프	· 슬럼프가 증가할수록 감소함.
· 세골재율	· 세골재율이 감소할수록 적어짐.
· 진동 다짐	· 형틀 외부의 추가 진동 및 형틀 표면 부근의 진동은 기포층을 증가시킴.
· 공기 연행제	· 양질의 것을 사용하면 감소함.
· 형틀	· 형틀이 건조해 있으면 증가하고, 강제 형틀의 경우 형틀의 온도가 높으면(여름철) 감소하고, 낮으면(겨울철) 증가함.
· 박리제	· 유성 성분이 적은 것일수록 감소함.
· 경사면과 수직면	· 경사면의 경우 수직면의 경우보다 많이 발생함.
· 기타	· 세골재의 입도 분포(특히 미립 부분의 영향)에 따라 달라짐. · 고성능 감수제의 사용시 한꺼번에 높이 타설하면 발생하기 쉬움. · 사용한 물에 따라 달라짐.

### 3. 끝맺음

콘크리트 표면 기포 발생의 원인과 저감 방법에 대해 일련의 연구 결과를 조사하였다. 그러나 발표 논문이 극히 적고 현장에서도 마감 작업을 통해 제거하기 때문에 실제의 원인과 분석을 통한 저감 방법을 찾기란 매우 어렵다는 생각이 든다.

그러나 자료 조사 및 실제 현장에서 느끼는 점으로 가장 중요한 것은 역시 적절한 재료의 선택과 시공 기술에 있다는 것을 어느 정도 확신 할 수 있었다.

끝으로 짧은 내용이지만 건설 관련 종사자들에게 조금이나마 도움이 되었으면 하는 바람이 든다.

