

# 고유동 콘크리트의 거푸집 측압 측정에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Measuring Lateral Formwork Pressure Controlled by Super-Workable Fresh Concrete

이준구\* · 박광수(농진공) · 김한중(서울대) · 배수호(안동대)

Lee, Joon Gu · Park, Kwang Su · Kim, Han Joong · Bae, Su Ho

### Abstract

The purpose of this study is to estimate lateral formwork pressure controlled by super-workable fresh concrete using prototype structures such as , tall wall, retaining wall, and beam quantitatively. As a result of this experiment, a function which can be used to design a formwork system and to predict formwork pressure curve is formulated.

### I. 서론

산업인력의 고급화로 인하여 공사현장의 인부는 수급이 어려운 상태이며, 점차 기계화 시공의 추세로 바뀌면서부터 다짐이 필요 없는 콘크리트 즉, 유동성이 커서 스스로 충전될 수 있는 콘크리트에 대한 요구가 대두되었다.<sup>1)</sup> 콘크리트의 유동화방법은 고성능 감수제를 현장타설콘크리트에 혼합하여 시공성을 개선할 목적으로 1971년 서독에서 고안되었으며 1974년에는 서독 철근콘크리트 협회의 위원회에 의하여 제조와 시공에 관한 지침이 작성되었다.<sup>2)</sup> 그 이후 세계적으로 주목을 끌게 되어 1978년과 1981년에는 캐나다에서 2회에 걸쳐 국제심포지엄이 개최되어 세계각국에서 많은 연구성과가 발표되었고<sup>3)</sup>, 대용량 콘크리트 타설 등의 공사에 고유동 콘크리트를 시공한 바 있다.

다짐이 필요 없는 콘크리트는 시공속도가 증가될 수 있으며, 인부의 절감, 비계작업량감소, 고강도 제품에 대한 품질의 균질성과 신뢰성 향상으로 내구성을 확보할 수 있는 장점이 있다. 또한 콘크리트 타설 시에 시공의 양부에 영향을 받지 않으며, 농업토목 구조물과 같은 대용량 콘크리트 타설과 복잡한 철근배근에 따라 기존의 워커빌리티(workability)로는 타설이 곤란한 경우의 문제점을 해결해 줄 수 있는 등 유리한 점이 많은 특징이 있다.

그러나 실제구조물의 시공에 이용하기 위해서는 높은 유동성으로 인하여 보통콘크리트와는 다른 방식으로 거푸집에 작용하는 측압이 작용하므로 이를 정량적으로 측정하여 타설속도와 거푸집의 소요강도를 산정하는 기준을 정립해야 한다. 콘크리트의 측압은 배합, 치기속도, 치기높이, 다지기 방법, 칠 때의 콘크리트 온도에 따라 다를 뿐만 아니라 지연제, 기타의 혼화제, 부재의 단면치수, 철근량 등에 따라서도 영향을 받는 것으로 알려져 있지만, 아직 고유동 콘크리트에 적합한 근거가 부족한 형편이다.

따라서 본 연구에서는 시설물의 설계시방을 정할 수 있도록 콘크리트의 치기속도와 치기높이에 따라 고유동콘크리트가 거푸집에 미치는 측압의 변화를 실험적으로 고찰하고, 측압 결정에 관한 기준을 제시하고자 한다.

---

1998년도 한국농공학회 학술발표회 논문집(1998년 10월 24일)

## II. 실험방법과 내용

고유동 콘크리트의 물리적 성질과 실물크기의 공시체를 제작하여 거푸집에 미치는 측압을 측정하였다.

### 1. 최적배합비

다짐이 필요 없는 콘크리트의 제조방법 중 분체에 의한 고유동화법을 택하여 단위결합재량을  $450\text{kg/m}^3$ 에서  $600\text{kg/m}^3$ 까지  $50\text{kg/m}^3$ 씩 변화시키면서 시공성 및 강도특성이 우수한 최적 잔골재율과 최적 분체 혼입율을 구하여 최적배합비를 도출하였다.

### 2. 굳지 않는 콘크리트특성

다짐이 필요 없는 콘크리트의 반죽질기(consistency rheological properties)는 기존의 슬럼프 실험만으로는 정확히 평가하기 곤란하여 특수 제작한 실험기구를 통해 슬럼프 플로우실험, 깔대기 유하실험, 박스단차실험, 과밀배근, 유동성, 부착성, 분리저항성, 간극통과성, 채움성 등을 조사하였다<sup>1)</sup>.

### 3. 모의부재 타설 및 거푸집 측압 측정

다짐이 필요 없는 콘크리트의 신뢰성 검증 및 실용화를 위해 실구조부재 크기와 동일하게 제작한 모의부재는 거푸집에 최대 측압을 유도하기 위해 철근은 배근하지 않았다. 실구조부재로 높이 3m, 길이3m의 용벽을 선택하여 철근을 배근하고 펌프카만을 이용하여 다짐작업 없이 콘크리트를 타설하였다. 각 시험체의 치수와 센서 위치는 Fig.3에 나타내었다.

## III. 결과분석 및 고찰

### 1. 최적배합비

현장모의부재 타설에 가장 적합한 최적혼입율을 시공성(박스단차실험)과 강도특성에 따라서 결정하였으며, 현장모의부재 타설시는 그 혼입율이 높은 고로슬래그분말을 미분말결합재로 사용하였다. 각 경우별 다짐이 필요 없는 콘크리트로서의 최적배합비는 Table 1과 같았다.

### 2. 모의부재 타설 및 거푸집 측압 측정 실험

측압측정을 위해 특수제작된 벽체타설의 경우 슬럼프 17cm의 보통콘크리트는 타설속도 24m/hr로 2.96m를 타설하여 측압을 측정한 결과  $4.08\text{tf/m}^2$ 의 압력을 나타냈으며 위로 올라갈수록 거의 선형적으로 압력이 떨어짐을 관찰할 수 있었다. 슬럼프 25cm, 슬럼프 플로우 60cm의 다짐이 필요 없는 콘크리트는 8.9m/hr의 속도로 20분간 타설한 결과 보통콘크리트와 같은 위치인 P1에서 최대측압  $6.70\text{tf/m}^2$ 을 나타냈다. Fig.4에는 동일한 벽체 거푸집내에 물을 채웠을 경우 발생할 수 있는 이론적 수압과 보통콘크리트와 다짐이 필요 없는 콘크리트의 위치별 최대 측압을 비교하였다.

## IV. 결론

본 연구에서는 고유동 콘크리트가 거푸집에 미치는 측압의 변화를 실험적으로 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 다짐이 필요 없는 콘크리트의 최적 단위결합재량은 550kg/m<sup>3</sup>으로 나타났으며, 이때의 잔골재율은 OPC콘크리트가 50%, 플라이애쉬 및 고로슬래그 분말을 혼입한 콘크리트가 각각 45%, 50%로 나타났다. 또한 분체 혼입율은 플라이애쉬 및 고로슬래그분말이 각각 25%, 40%로 나타났다.
  2. 동일 물-결합재비의 고강도콘크리트와 비교할 때 혼입하는 잔골재율과 분체의 증가에 따라 물리적 성질이 감소하였다.
  3. 철근을 배근한 보 실험을 통하여 과밀배근시 충전성 때문에 타설이 곤란하여 나누어쳐야 하는 암거와 같은 구조물을 한번에 타설이 가능할 것으로 판단된다.
  4. 거푸집 측압측정을 위한 벽체부채 타설 실험 결과 다짐이 필요 없는 콘크리트는 24m/hr의 속도로 2.96m를 타설하여 6.70tf/m<sup>2</sup>의 최대측압이 측정점P1에서 측정되었다. 이는 보통콘크리트에 비해서 유동성이 크고 단위 중량은 물보다 크기 때문에 최대 측압이 큰 것으로 생각된다.
- 거푸집에 작용하는 콘크리트의 측압은 콘크리트의 타설속도와 콘크리트의 온도에 의해 지배되는 것으로 알려져 있다. 추후에는 다짐이 필요 없는 콘크리트의 측압분포와 타설속도와의 관계를 분석할 수 있는 연구가 계속 되어야 할 것으로 판단되며 실용화를 위한 다각적 기준의 정립이 필요할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- 1) 건설교통부, 대우건설 기술연구소, "초유동 콘크리트의 개발 및 실용화 연구", 1996. 10.
- 2) K. Walz und G. Bonzel, "Richtlinien für die Herstellung und Verarbeitung von Fließbeton. Beton, Vol.24 1974.9.
- 3) *First International Symposium of Superplasticizers in Concrete*, Ottawa, Canada, 1978. 5.  
*Second International Conference on Superplasticizers in Concrete*, Ottawa, Canada, 1981.6.
- 4) 건설교통부, 콘크리트 표준시방서(시공편), pp.111~128, pp.169~176 1996.
- 5) ACI Committee 347, "Guide to Formwork for Concrete (347-88R)", "ACI Structural Journal Vol. 85 Sep.-Oct. 1988. pp 530~562.
- 6) 신영수, "벽체의 거푸집 측압 측정", 콘크리트학회지 제7권 3호 1995.6

Table 1 Optimum mixing ratio for super-workable concrete

| Unit Binder Weight (kg/m <sup>3</sup> ) | Water-Binder Ratio (%) | Types of Admixtures | Fine Aggregate Ratio (%)        | Slump (Slump-Flow) |           | Compactibility (Box) (cm) | Cone test (sec)  | Compactibility in case of dense bars |   |
|---|------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------|-----------|---------------------------|------------------|--------------------------------------|---|
|   |                        |                     |                                 |                    |           |                           |                  |                                      |   |
| 550                                     | 34.8                   | OPC                 | 50                              | 25.6               | (62)      | 0                         | 14               | Good                                 |   |
|   |                        | Fly ash             | 45                              | 25.4               | (60)      | 1                         | 15               | Good                                 |   |
|   |                        | B.F.S               | 50                              | 25.4               | (55)      | 0                         | 16               | Good                                 |   |
| Unit Binder Weight (kg/m <sup>3</sup> ) | Water-Binder Ratio(%)  | Types of Admixtures | Unit Weight(kg/m <sup>3</sup> ) |                    |           |                           |                  | Superplasticizer (B×%)               | Compressive Strength σ <sub>28</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> ) |
|   |                        |                     | Water                           | Cement             | Admixture | Fine Aggregate            | Coarse Aggregate |                                      |   |
| 550                                     | 34.8                   | OPC                 | 191.5                           | 550                | 0         | 813                       | 851              | 2.2                                  | 487   |
|   |                        | Fly ash             | 191.5                           | 412.5              | 137.5     | 707                       | 908              | 2.1                                  | 455   |
|   |                        | B.F.S               | 191.5                           | 330                | 220       | 805                       | 846              | 1.9                                  | 565   |

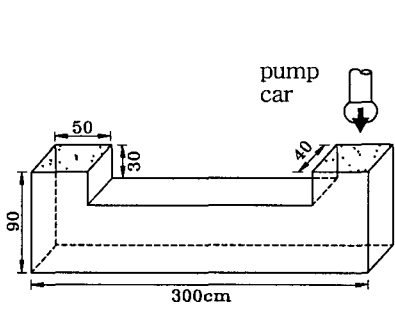


Fig.1 Beam specimen to test compactability in dense bars

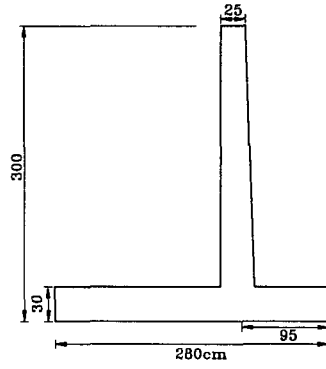


Fig.2 Retaining wall specimen for testing compactability and formwork pressure

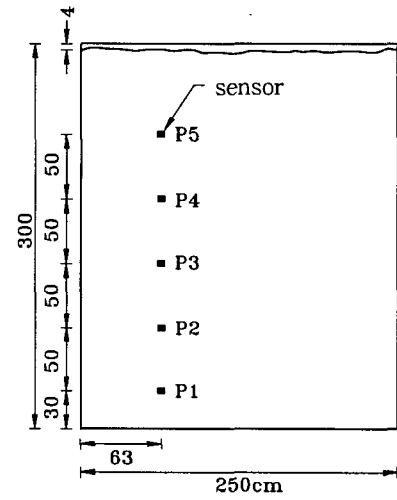
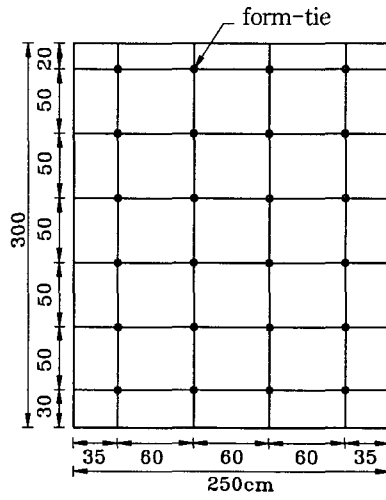
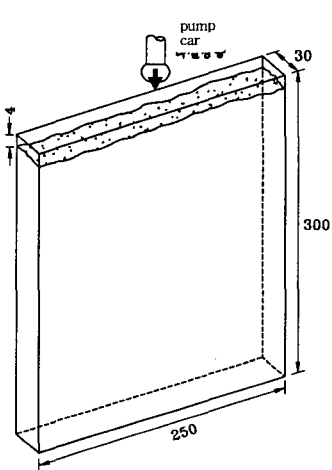
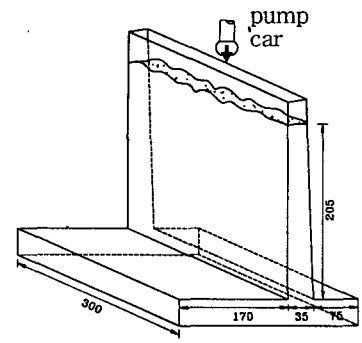


Fig.3 Scheme of measuring sensor for testing formwork pressure

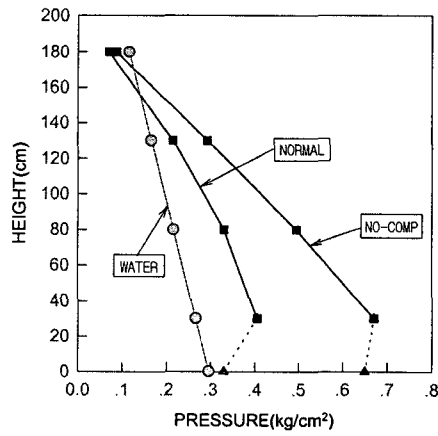


Fig.4 Curves of lateral formwork pressure made by normal concrete, super-workable concrete.