비정형 콘크리트 부재 생산을 위한 주조기술 개발

Development of Casting Technology for Freeform Concrete Segments

김 경 주* 이 동 훈** 김 선 국***
Kim, Gyeongju Lee, Donghoon Kim, Sunkuk

Abstract

Design and construction of freeform building technologies are being implemented to reduce time and cost due to the development of materials and equipments. However, production of freeform concrete segments takes much more time and manpower than typical due to disposable mold and various shape. Therefore, manufacturing technology of freeform concrete segments need to be developed for securing economic and constructive feasibility. The objective of this study is development of efficient casting technology for freeform concrete segments in a short time. This technology includes details about the fluidity of concrete and the sectional shape of freeform concrete segments. And problem of cost and time can be solved. Also, mold can be reusable and freeform concrete segments will be produced quickly and accurately. After this study, productivity study for validation will continue through prototype development and example application.

키 워 드 : 비정형 콘크리트 부재, 주조, 몰드
Keywords : freeform concrete segments, casting, mold

1. 서 론

재료 및 장비 등의 발전으로 공사기간 및 공사비를 줄이기 위한 비정형 건축물의 새로운 설계와 시공기술이 구현되고 있다.[1] 그러나 비정형 건축물을 구현하기 위한 비정형 콘크리트 부재(Freeform Concrete Segments, 이하 FCS) 생산은 부재 형상이 다양하고 거푸집을 재활용할 수 없어 정형보다 많은 시간과 인력이 필요하다.[2] 이에 비정형 건축물의 생산성 확보를 위한 FCS 생산기술이 필요하다. 기존 비정형 콘크리트 생산은 철제, 나무, 스티로폼, Textile 등을 이용하여 거푸집을 제작했으나[4)5)6)7)], 정형에 비해 거푸집 전용성 및 생산성 저하 등으로 인한 원가 상승의 문제점이 있다. Kim[2]는 비정형 형상을 구현하기 위한 가변형 거푸집을 제시하였으나 구체적인 FCS 주조방법은 제시하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 짧은 시간 내에 경제적으로 FCS를 생산하기 위한 주조기술을 개발한다.

2. 주조기술

비정형 콘크리트 부재를 생산하기 위한 주조기술은 Grouting, Press, Plaster 세 가지 방식으로 구분된다. 주조기술은 콘크리트의 유동성 및 FCS의 단면형상에 따라 선택할 수 있다. 세 가지 주조기술은 다음과 같다.

첫 번째, Grouting 방식은 제작된 상하부 몰드 사이에 콘크리트를 주입하여 FCS를 생산하는 방식이다. 그림 1과 같이 상하부 몰드 측면에 콘크리트 주입구와 출구가 제작된 프레임을 설치하여 FCS의 형상을 구현한다. 비정형 형상 단면이 양면일 경우에는 상하부 몰드를, 한 면일 경우에는 상부 혹은 하부 몰드를 이용해 부재의 형상을 구현한다. 이 방식은 프레임의 방수성과 콘크리트 채움이 중요하다.[3]

두 번째, Press 방식은 하부 몰드에 콘크리트를 타설한 후 상부 몰드를 이용해 압축하여 FCS를 생산하는 방식이다. 그림 2와 같이 FCS의 형상이 양면 비정형일 경우, 부재 생산 시 상부 몰드가 필요하다. 하지만, 단면 비정형 부재 생산 시에는 콘크리트의 유동성에 따라 상부 몰드 없이 비정형 형상을 구현 할 수 있다. 즉, FCS의 단면 형상 및 콘크리트의 유동성에 따라 상부 몰드의 유무가 결정된다. 이 방식은 상부 몰드를 이용한 압축 시 상하부 몰드 간의 콘크리트 누출이 발생할 수 있으므로 몰드 사이 밀폐가 중요하다.[3]

세 번째, Plaster 방식은 하부 몰드에 콘크리트를 타설 한 후 troweling machine을 이용하여 FCS를 생산하는 방식이다. 그림 3과 같이 하부 몰드에 콘크리트를 타설하고 FCS 단면 형상에 따라 Framed troweling machine이나 Robot-armed troweling machine을 이용해 부재의 표면 마감을 한다. 이 방식은 Grouting 및 Press 방식과는 달리 자동화를 통한 마감이 가능하다.[3]

* 경희대학교 건축공학과 석사과정
** 경희대학교 건축공학과 박사과정
*** 경희대학교 건축공학과 교수, 교신저자(kimskuk@khu.ac.kr)

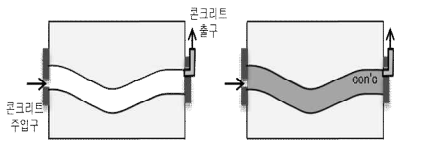

그림 1. Grouting 방식

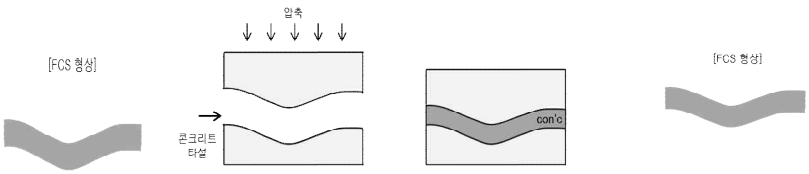

그림 2. Press 방식

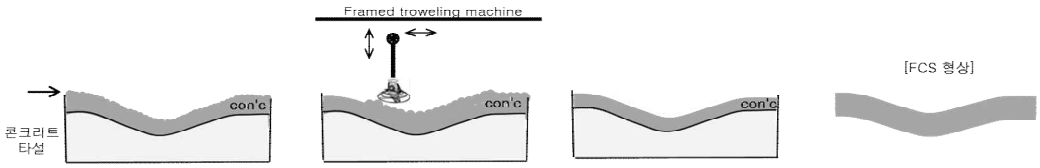

그림 3. Plaster 방식

3. 결 론

비정형 건축물을 구현하기 위한 비정형 콘크리트 부재 생산은 정형보다 많은 시간과 인력이 필요해 경제적인 문제점이 발생한다. 이에 따라 본 연구에서는 비정형 콘크리트 부재를 효율적으로 생산하기 위한 주조기술을 개발하였다. 주조기술에는 Grouting, Press, Plaster 세 가지 방식이 있다. 이는 콘크리트의 유동성 및 비정형 콘크리트 부재 단면 형상에 따라 선택하여 사용할 수 있다. 또한 기존 비정형 콘크리트 생산과 달리 거푸집 재활용이 가능하며, 비정형 콘크리트 부재를 신속하고 정확하게 구현할 수 있다. 따라서 개발한 기술을 이용하여 비정형 콘크리트 부재 구현 시 비용 및 공기의 문제점을 해결함과 동시에 생산성이 향상될 것으로 사료된다. 또한 향후 현장 적용을 통해 생산성 검증에 관한 연구가 지속될 것이다.

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIP) (No. 2013R1A2A2A01068297).

참 고 문 헌

1. Hanguk Ryu, 3D Digital Design Optimization Process Considering Constructability of Freeform Structure, Journal of the Construction Engineering and Management, 제14권 제5호, pp.35~43, 2013.
2. 김근호, 임채연, 김선국, 비정형 콘크리트 생산기술 기초연구, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회 논문집, 제13권 제1호, pp.12~13, 2013.
3. 김근호, 비정형 콘크리트 부재의 생산 및 관리기술 개발, 경희대학교 석사학위논문, pp.82, 2014.
4. M. West. R. Araya, Fabric formwork for concrete structures and architecture, International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures STRUCTURAL MEMBRANES 2009.
5. R.W.A. Verhaegh, Free Forms in Concrete fabric, Eindhoven University of Technology, MS thesis,. 2010.
6. Christian Raun, Mathias K. Kristensen, Poul H. Kirkegaard, Flexible Mould for Precast Concrete Elements, Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2010, Shanghai Spatial Structures -Permanent and Temporary, 2010.
7. Ryu, Han-Guk, Kim, Sung-Jin, Case Study of Concrete Surface Design and Construction Method for Freeform Building Based on BIM -Focused on Tri-Bowl, Korea-, Journal of the Korea Institute of Building Construction, Vol.12, No.3, pp.347~357, 2012.