



콘크리트 공장제품의 현상과 미래

변근주 <연세대학교 토목공학과 교수>

1. 머릿말

콘크리트 구조물을 수많은 과정, 시간, 노동력에 의해 건설되기 때문에 기능공의 기량에 따라 그 품질이 크게 영향을 받는다. 그러나 최근 건설업에 종사하는 숙련 기능공의 수가 점차 감소되고 고령화되는 심각한 상황에 직면하고 있다. 일반 제조업에 비하여 생산성이 낮고, 작업환경이 열악한 건설분야 중에서도 노동집약공정이 많이 내포되어 있는 콘크리트 구조물의 시공이야 말로 속히 합리화, 노동력의 감소화가 이루어져 콘크리트 구조물의 신뢰도를 회복하는 것이 가장 시급한 과제이다.

건설의 정보화와 기계화는 그 해결책의 하나가 될 수 있을 것이다. 즉 건설공법의 시스템화, 건설공법에 적합한 CAD(computer aided design) 시스템, 설계정보를 활용한 공장생산의 CIM화(computer integrated manufacture), 현장시공의 CIC화(computer integrated construction), 공장 및 시공의 노동력 절약기술, 공장과 시공현장을 연결하는 CIT기술(computer integrated transportation) 등이 도입되면 많은 문제가 해결될 수 있을 것으로 전망된다. 이상의 정보화 및 기계화중에서 콘크리트의 공장생산 및 공장제품은 콘크리트 구조물의 품질보증, 고품질화, 정밀시공, 고부가가치화, 한정된 자원의 효율적인 이용 등에

기여할 수 있을 것이다.

콘크리트의 공장제품을 크게 precast concrete와 콘크리트 2차제품으로 나눌 수 있고, 현재 국내에서도 상당한 수준까지 이 분야의 기술력이 갖추어진 상태이지만, 아직도 선진국에 비하면 제조 및 시공기술, 품질 및 제품의 다양성면에서 뒤떨어져 있는 것이 사실이다.

2. 건축분야 Precast기술의 현상과 미래

도시공간의 유효이용을 위하여 건축물의 고층화 및 대형화에 대한 요구가 증대되면서, 이 요구에 응하기 위한 건축기술이 급속도로 진보되고 있다. 특히 철근콘크리트 건물의 대형화 및 고층화에 적응키 위해 최근에는 다음과 같은 특징이 거론되고 있다.

- 높은 응력에 대응 가능하도록 하기위한 고강도 콘크리트의 사용
- 동일 평면형상을 가진 부재의 반복 사용
- 대공간 확보를 위한 장경간구조의 사용

이런 조건들을 만족시키면서 RC구조를 구조적, 경제적, 합리적으로 시공하려면 현장타설 콘크리트만으로는 거의 불가능하므로, 프리캐스트 부재 및 prestressed concrete 부재를 RC구조에 적극

적으로 도입하지 않으면 안된다. 그러나 우리나라의 기술은 기업체가 개별적으로 도입 및 개발한 것이기 때문에 프리캐스트 구조의 구조설계 및 시공에 관한 기술체계가 정비되어 있지 않은 실정이다. 정부 기관이나 학회 등이 기업체와 함께 부재 및 접합부의 설계 및 시공에 관한 연구개발을 적극적으로 추진해 나간다면 건축분야의 precast화는 더욱 급속도로 발전, 확산될 전망이다.

3. 토목분야 Precast기술의 현상과 미래

현재 국내의 건설사업량이 계속 증가하는 반면에 건설 노동자의 수가 격감하므로써 생기는 문제를 해결하기 위한 방법의 하나가 콘크리트 구조물의 precast화(PC화)이다.

PC화는 콘크리트 구조물의 품질향상은 물론이고 현장공사의 에너지 절약, 급속시공을 가능케하는 큰 장점이 있다. 이미 국내에서도 교량의 바닥판, 교량거더, 연석, 나간 등 해양구조물에서는 방파제, 호안, 잔교 등의 항만시설, 침매터널, 공항포장 등의 교통시설, 갑거, 바지 등의 작업시설, 석유생산 저유기지, 해상발전 등의 에너지 시설, 폐기물 처리시설, 해상도시, 리조트시설 등의 생활 및 여가시설, 터널새그먼트 등에서 precast화가 많이 적용되어 오고 있다.

콘크리트구조의 precast화는 콘크리트의 약점을 보완하기 위하여 강구조의 장점인 경량화, 고강도화, 조기강도 증진화 등을 도입하는 노력의 일환이라 할 수 있다. 따라서 재료, 시공, 품질관리, 구조형식, 가설공법 등 각분야에 대하여 종래의 기술을 지속적으로 발전시킴과 동시에 강구조 기술로부터 탈피된 독자적 신기술의 개발이 추진될때 콘크리트의 신뢰도는 제고되고 활용영역이 확대될 전망이다.

4. 콘크리트 2차제품의 현상

콘크리트 2차제품은 국가의 산업, 경제, 사회의 변화에 따라 변천되는 특징이 있다. 대부분의 2차제품은 한국산업규격에 따라 제품의 종류, 형상, 치수, 재료, 품질, 강도, 제조방법, 검사 및 시험방법 등이 규정되고 있다. KS규격은 계속 새로 개발되고, 때로는 폐지되면서 양적 증가는 물론 ISO와 같은 국제규격에 맞추어 국제화되고 있는 실정이다.

현재 KSF에는 254종의 제품규격이 제정되어 있는데, 이것은 약 20년전에 비하여 엄청나게 양적증가를 가져온 것이다.

향후에는 precast화, 정보화, 기계화에 부응하여 더 많은 제품이 개방되고 심지어는 대규모 제품의 생산도 증가될 전망이다.

한국시멘트가공업협동조합연합회의 자료에 따르면 <표-1>과 같이 1995년 이후 콘크리트 2차제품의 생산량이 급증하고 있음을 알 수 있다. 또한 한국원심력콘크리트조합의 자료에 따르면 <표-2>와 같이 시대의 흐름에 따라 고강도 말뚝의 수요는 증가하고, 기타의 제품은 큰 변동이 없음을 알 수 있다. 이런 현상은 강재, 플라스틱, FRP, 폴리머 등과 같은 재료와의 심한 경쟁 때문인 것으로 판단된다.

앞으로 신제품의 개발, 고품질화, 기계화 및 정보화시공을 전제로 한 콘크리트 2차제품의 연구개발이 추진되지 않으면 경쟁에서 밀려날 수 있다는 사실이 중요한 점이다. 앞으로 생산자는 건축용(구체, 표면마무리용, 기타), 토목구조용(말뚝, sheet pile, 호안, 토류, 암거 등), 육로용(도로, 새그먼트, 철도 등), 수로용(관로, 하수도 기타), 전로용(전주, 케이블 매설관, 다공관, 맨홀, 기초블록 등), 해상용(항만용, 어로용, 석유생산기지 등), 조경용 등 각종 용도의 제품개발, 설계, 제조, 시공 기술의 개발에 역점을 두어야 할 것이다.



〈표-1〉 콘크리트 2차제품 생산현황

구분	단위	1979년	1991년	1992년	1993년	1994년	1995년
		생산량	생산량	생산량	생산량	생산량	생산량
시멘트 벽돌	천매	4,578,010	6,942,044	6,594,278	6,628,625	6,673,337	7,739,793
시멘트 블럭	천매	616,880	537,738	214,022	149,008	79,589	227,258
콘크리트 경계석	천매	2,920	9,652	9,782	9,299	11,347	9,419
보도용콘크리트판	천매	102,150	59,945	37,765	30,256	28,285	20,829
철근콘크리트판	천매	120	1,620	1,624	1,702	1,416	1,055
보도용콘크리트 인터로킹블럭	천m ²		10,741	18,680	21,024	18,646	23,068
호안(조경)블럭	천m ²		12,487	10,703	10,387	13,776	10,052
철근콘크리트(벤치) 플룸판(U형포함)	천본		781	1,308	1,597	1,728	1,977
기타제품	천매	9,030	46,286	8,219	6,196	4,609	2,060
합계	천매	5,302,110	7,598,066	6,866,998	6,826,683	6,800,311	8,002,391
	천m ²		23,228	29,383	31,411	32,422	33,120

〈표-2〉 원심력 콘크리트 제품의 생산현황

지역 월구분	1992		1993		1994		1995	
	본	톤	본	톤	본	톤	본	톤
흡관	3,160,599	1,882,351	2,511,627	1,481,379	2,485,879	1,493,153	2,612,118	1,623,963
파일	1,919,237	2,827,484	1,664,858	2,523,932	1,515,169	2,393,919	1,382,598	2,296,078
고강도 파일	190,707	356,185	625,949	1,236,768	1,278,596	2,634,148	582,793	1,179,532
한진주	261,692		294,225		344,557		459,778	
동신주	75,486		80,472		79,459		91,187	

한편, 〈표-3〉의 예와 같이 작업부하를 경감시킬 수 있는 대책으로서 재료적인 접근방법도 고려해야 할 것으로 전망된다.

특히 이중에서도 공장제품을 위한 고성능 콘크리트와 공강도 제품제조기술의 개발 및 응용이 가장 시급한 과제라고 할 수 있다.

5. 공장제품의 고강도화

콘크리트 공장제품의 제조기술역사는 치수의 정밀도 향상과 고강도화에의 도전역사라고 할 수 있다. 고강도화에서는 된비비기 콘크리트를 진동다짐에 의해 성형하는 방법, 원심력을 이용하여 강제

〈표-3〉 작업부하 경감을 위한 재료적 접근

작업 공정	대응 대책	사용 재료	구체적인 사용목적
콘크리트 비비기	소음, 진동 대책	고성능 감수제, 고성능 콘크리트	진동감쇄, 무진동성형
성 형	제조경비의 경감, 공정 간소화	조기 탈형제, 관용 혼화제	거푸집 회전 효율화, 양생 간소화
표 면 처 리	경험기술직예의 대응	자기 평활성 재료	분진발생 경감, 표면처리기술의 경감
양 생	제조 경비의 경감, 공정 간략화	급경성 혼화제, 조기 탈형제	증기양생의 간략화 및 생략
강 도	제품품질예의 대응	팽창제, 고강도용 혼화재료	힘내력 증진, 균열제어, 압축강도 증진

적으로 탈수 성형하는 방법, 기압 또는 진공설비에 의하여 강제적으로 탈수 성형하는 방법, autoclave를 이용하여 고온고압 양생하는 방법 등이 사용되고 있다. 이와같은 제조과정의 개발 및 개량과 함께 현재의 고강도 콘크리트 제품의 제조에서 큰 역할을 담당한 것은 1960년대에 개발된 고성능 감수제, 팽창제와 또한 1970년대에 개발된 고강도용 혼화제라고 할 수 있다. 한편 재료적인 접근방법으로는 초미립자와 고성능 감수제의 조합에 의하여 100kg/cm²을 초과하는 초고강도 콘크리트제품의 제조를 들 수 있는데 아직 실용화는 되지 않은 실정이다. 현재 고려될 수 있는 고강도 콘크리트의 제조 기법은 다음의 3가지로 요약될 수 있다.

(가) 고성능 감수제를 사용하여 슬럼프가 영인 콘크리트를 만든 후 강력한 진동이나 원심력으로 다짐 성형하는 기법

(나) 고강도용 혼화재료를 사용하여 보통 슬럼프의 콘크리트를 만든 후 보통의 진동이나 원심력으로 다짐 성형하는 기법

(다) (가)과 (나)의 조합방법

최근 조합방법에 의하여 강도 1000kg/cm²의 흙관이 일본에서 생산되고 있는 실정이다. 그러므로 향후에는 고강도용 혼화제, 초미립자, 고성능 감수제를 조합하여 강도 1000kg/cm²이상의 콘크리트를 쉽게 생산하고, 공장제품의 제조에 응용하는 문제에 대한 연구가 추진되어야 할 것이다. 이러한 콘크리트를 DSP(densified system containing homogeneously arranged ultra-fine particles) 콘크리트라 부르고 있다.

6. 맺는말

건설공사의 정보화 및 기계화는 콘크리트 공장제품의 수요를 증대시킬 전망이다. 또한 산업 및 경제구조의 변동에 따라 다양한 공장제품이 개발될 전망이고, 작업 환경을 고려할 때 고강도화와 경량화는 콘크리트 공장제품의 중요한 과제가 될 것이다. 이 문제를 해결하는 방법으로서 고강도용 혼화제나 DSP콘크리트의 개발은 중요한 기술발전의 기초가 될 것이다. ▲