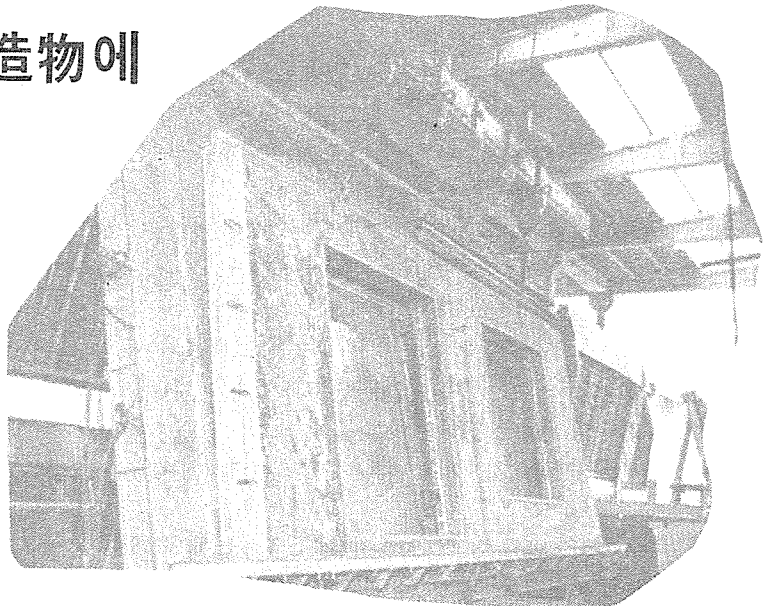


輕量콘크리트를 P·C 構造物에 使用하였을 때의 經濟性

金 亨 杰 (前仁川大學長：工學博士)



여러 구조물에서 보통콘크리트 대신에 輕量콘크리트를 사용하면 경제적으로 유리하다.

그리고 이 경제성은 구조체 상부구조의 自重이 보통콘크리트의 경우에 비하여 20%~30% 경감되어 이것이 일반적으로 기초설계에 반영되기 때문이다.

그 절약의 정도는 다음 사항들에 의하여 크게 달라진다.

(1) 상부구조의 형식을 결정하는 대지조건

(2) 경량골재의 이용가능성과 그 가격

(3) 경량콘크리트에 있어서 匍匐(creep)과 收縮(shrinkage)으로 인하여 誘起되는 비교적 큰 도입력 손실을 감소 시키는데 필요한 고강도 강재의 가격(콘크리트가 프레스트레스 되는 경우)

여기서 주의해야 할 것은, 경량콘크리트의 성질이 骨材源과 제조과정에 따라, 장소마다 크게 달라진다는 것이다.

그러나 일단 설계자가 독특한 제품의 특성을 잘 알아서 익숙해져 있다면, 구조물을 설계할 때 경량콘크리트의 포복(creep)과 수축(shrinkage)의 특성을 거의 정확하게 예측할 수 있을 것이고 그렇게 되면 설계는 보통콘크리트의 경우에 비하여 더 어렵지는 않을 것이다.

그러므로 어떤 구조물이든 예비설정 단계에서 경량콘크리트를 사용토록 연구해 보는 것은 실제적인 문제가 된다.

경량콘크리트로 현장타설로 시공한 구조물로서 경제성을 보여준 최근의 주목할 만한 例로서 미국 캘리포니아주에 있는 Napa River 교와 Parrotts Ferry 교를 들어 보기로 한다.

경량콘크리트가 현장타설 콘크리트 구조물에서는 경제적이고 널리 알려져 있기는 하지만 프리캐스트(precast) 部材를 사용한 구조물이 또 다른 이유로 해서 매우 경제적이 된다는 것도 알려져 있다.

P·C 콘크리트 구조물은 또한 기초 구조에서 경제성을 나타내지만 경제성의 대부분은 캐스트(cast)할 수 있다

는 것과, 운반과 그리고 큰 조각을 세울 수가 있어서 P·C 부재의 전 수량을 절약할 수 있다는 데서 찾아 볼 수 있다.

이 경제성에 관한 한 예로서 1978년 런던에서 개최된 FIP 회의에서 보고된 것이 있다.

그 후 경량콘크리트와 보통콘크리트를 사용한 교량공사의 견적을 상세하게 비교 분석한 바 있는데, 경량콘크리트의 경우가 압도적으로 유리하다는 결과가 나왔다.

다음 표 1은 post-tension을 한 box-girder 교의 P·C 부품의 가격견적을 요약한 예이다.

이 구조물은 span이 각 55m, 74.7m, 83.8m, 90.7m, 59.6m이고 높이가 다같이 4m인 예이다.

표 1. 가격견적의 총괄

항 목	보통콘크리트	경량콘크리트
재 료 비	\$ 2,496,024	\$ 2,495,180
생 산 설 비 비	\$ 406,000	\$ 451,000
생 산 공 임	\$ 1,453,603	\$ 1,032,259
생 산 자 경 상 비	\$ 1,453,603	\$ 1,032,259
생 산 자 이 익	\$ 290,720	\$ 206,451
운 반 비	\$ 203,220	\$ 150,000
부품의현장도착가격	\$ 6,303,170	\$ 5,367,149
건 립 용 설 비 비	\$ 1,100,157	\$ 862,200
건 립 공 임	\$ 653,152	\$ 463,326
도 급 자 경 상 비	\$ 522,521	\$ 370,661
도 급 자 이 익	\$ 857,637	\$ 706,840
총상부구조체비	\$ 9,436,637	\$ 7,770,176
1979년도하부구조체비	\$ 2,521,368	\$ 2,363,095
하부구조체비의21%가 격 인 상 분	\$ 529,487	\$ 496,250
합 계	\$ 12,487,492	\$ 10,629,521

표 1은 두 가지 형태의 콘크리트에 대한 자료를 정리한

것이다.

이것으로부터 우리는 경량콘크리트의 가격이 보통 콘크리트보다 약간 낮다는 것을 알 수 있다.

그러나 콘크리트의 큰 부재를 위한 대형형틀 때문에 제작비용과 생산설비 가격은 고가가 된다.

표에서 보면 여타 항목에 대하여는 전부 경량콘크리트의 경우가 저렴하지만 그것은 큰 부재를 쓰기 때문에 부재수량이 월등히 줄어드는 결과가 되기 때문이다.

이 조사로부터 각각과 교대 부재수는 24개로서 변화없이 그대로이며 정규의 부재수는 534개에서 374개로 줄어 들었음을 알 수 있었다.

또 P·C부재를 건립하는데도 경량콘크리트의 경우가 경제적이 된다.

즉 558개의 비교적 작은 조각을 건립하는데 260일이 소요되는데 반하여 398개의 큰 부재를 건립하는데 단 199일이 소요되었다 한다.

그리고 이 조사에서는 실제로 사용하는 것 중에서 표준이 될만한 것을 취급하였다.

경상비는 직접노임의 100%, 이윤은 재료대, 노임, 경상비의 10%로 가정하였다.

이 가정은 나라에 따라 다를 것은 물론이지만 여러 지방에서 그 지방 관습에 맞도록 잘 배려를 한다 하면, 그 사업에 있어서 얼마간의 부재에 대하여는 역시 유리하다는 것이 명백하다.

그럼에도 불구하고 경량콘크리트를 써서 상당한 절약이 이루어지는 것을 알면서도 미국 북부지방에서는 경량골재를 교량구조에 사용하는 데만 찬성하려는 몇몇 회사가 있다.

이 기피의 이유로서 경량콘크리트를 특히 교량상판에 사용할 때, 내구력이 문제가 된다는 것을 들고 있다.

좀더 새로운 기술이 개발되고 시험을 하여 모든 구조물에 경량콘크리트를 사용하는 것이 대대적으로 받아들여지는 결과가 되었으면 한다.

설계자가 이 재료에 대하여 좀더 자세한 것을 알기를 원한다면 ACI Committee report 213 "Guide to structural lightweight concrete"를 참고하면 될 것이다.

또한 경량콘크리트에 관한 1970년 ACI Symposium에서 발표된 몇몇 논문에서도 이 문제에 관하여 유익한 배경설명의 정보를 얻을 수 있을 것이다.

미국 북부의 어떤 지방에서는 장거리에 걸친 경량골재 운반에서 초래되는 가격앙등이 또한 경량콘크리트에 관해서 문제가 된다.

그러나 제품을 다량으로 사용한다는 것을 인정하게 되면 팽창성, 혈암골재를 추가로 생산하는 업자들은 운반비를 더 절감할 수 있을 것 같다.

경량콘크리트가 수년간에 걸쳐서 때때로 사용되어 왔었다는 것이 사실임에도 불구하고 이 재료가 실제로 내구적이라는 것을 이 재료취급업자들에게 아직도 납득시킬

필요를 느끼게 하고 있다.

교량상판의 표면처리가 개량되어 감에 따라 경량콘크리트를 사용하고 싶은 욕망도 증진되어 가고 있다.

또 한 가지 경량콘크리트로 얇게 표면 처리를 하고 보통 콘크리트를 써서 composite 상판을 현장타설로 이루도록 하여 부품조각을 설계하는 것도 가능한 한 방안일 것이다.

이 논문에서 상술한 가격추정은 경량콘크리트를 사용한 단 하나의 특수한 교량에 대한 것이기는 하나, 여기서 지적된 기본적인 경제성은 다른 어떠한 콘크리트 구조물에서도, 그리고 특히 P·C부품으로 이루어 지는 다른 구조물에 대해서도 일반적으로 통용될 것은 틀림이 없다.

上述한 가격조사와 과거의 경험으로 미루어 보아 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

(I) 경량콘크리트는 자중이 적어지므로해서 기초공사비를 절감할 수 있기 때문에 현장타설 콘크리트 구조물에서도 경량콘크리트가 경제적인 때가 많다.

(II) 경량콘크리트는 일반적으로 P·C구조물에 대해서 더욱 경제적이 된다. 왜냐하면 자유감소에 기인하는 것뿐만 아니라 어떤 구조물에서도 부재요소의 수가 현저하게 줄어들어서 고가의 생산품과 건립에 소요되는 인력 및 시간을 절약할 수 있기 때문에 더욱 그러하다는 것이다.

(III) 경량콘크리트를 토목구조물에 사용하는 것은 잘 받아들여지지 않고 있는데 이것은 이 재료의 내구성이 보통콘크리트에 필적하다는 것을 증명해 줄만한 연구진의 충분한 시험과 또 현장경험이 없기 때문이다.

(IV) 경량콘크리트가 좀더 광범위하게 P·C구조물(특히 교량)에 쓰여질 수 있도록 되기 이전에 다음과 같은 정보자료가 수집되어야 하겠다.

- 내구성에 관하여 좀더 과거와 현재의 시험결과 및 현장자료의 문헌.
- 각종 경량골재의 광범위에 준한 콘크리트배합의 개발.
- 여러가지 종류의 경량골재에 대하여 포복(creep)과 수축(shrinkage)의 영향을 좀더 정확하게 예측할 수 있는 시험계획.
- 표피재료와 콘크리트에 침적시키는 재료 및 도장재료의 개발.
- (V) 부분의 표준화는 가격을 더욱 절감 시키게 된다.

〈참고문헌〉

1. Bender Brice, "An Economic Comparison of a Segmental Precast Concrete Box Girder Bridge Designed in Lightweight and Dense Concrete", paper presented at Federation International de la precontrainte Congress, London, april 30 - may 5, 1978.
2. A.C.I Committee 213, "Guide for Structural Lightweight Concrete", ACI journal, proceedings vol. 64, No. 8, August 1967, pp. 433-469
3. ACI Committee 213 and 523, lightweight aggregate concrete, publication SP 29, American Concrete Institute, Detroit, Michigan, 1971, 320 PP.