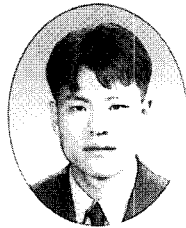
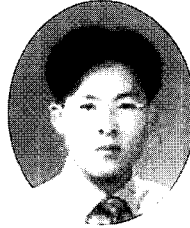


현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안

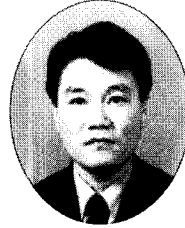
- Bank Protection by Cast-In-Place of Planting Concrete -



김재환*
Kim, Jae Hwan



김용로*
Kim, Yong Ro



박정호**
Park, Jeung Ho



김무한***
Kim, Moo Han

1. 서 언

일반적으로 하천은 이수(利水)와 치수(治水)의 기능을 가지고 있으며, 이수는 하천과 물이 주는 가치(value)를 말하고 치수는 기능이라기보다는 엄밀한 의미에서 하천관리의 목표이다. 또한 하천은 이러한 이수적 가치와 치수적 관리대상 이외에 가장 근본적인 기능인 환경기능이 있으며, 이는 하천 동·식물의 서식처 기능, 수질의 자정기능, 심미적 기능(친수성)으로 크게 구분할 수 있다.

그러나 지금까지 국내의 하천관리는 이수 및 치수관리를 위해 환경기능을 희생시켜 왔으며, 1960년대 산업화와 도시화가 본격적으로 이루어지면서 하천관리는 치수 기능과 경제성만을 고려한 획일적이고 인공적인 하천정비에만 초점을 맞추어 왔다. 이로 인해 현재 전국적으로 3,600 km나 되는 국가하천 및 지방 1급 하천의 대부분이 (사진 1)에 나타난 바와 같이 콘크리트로 덮여져 있고 직강화가 이루어져 인공화되어 있는 상태이다.



사진 1. 일반 콘크리트 블록에 의한 하천호안



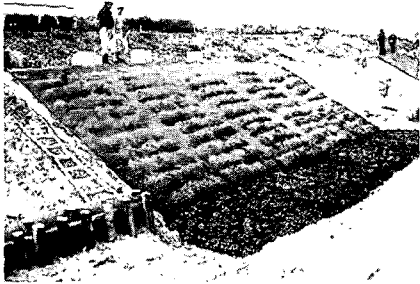
이와 같이 국내 하천정비사업이 시작된 이후 최근까지 가장 많이 사용되었던 일반 콘크리트블록에 의한 하천 호안의 경우 호안면에 하천의 동·식물이 서식하지 못해 하천생태계의 단절·붕괴를 초래하였으며, 우수 등이 토양에 침투하는 것을 차단하여 하천식생의 건생화를 가져오게 되었다. 한편, 하천호안면의 구조적 측면에서도 콘크리트 블록이 원지반과 일체화되지 못하고 또한 각각의 개체가 연결되어 있지 않으므로 강수에 의해 하천수위가 상승하였다가 낮아질 경우 액상화 된 제방지반의 물이 투과되지 못하고 콘크리트 블록에 그대로 작용하여 블록을 이탈시키고, 결국 (사진 2)에서 나타난 바와 같이 하천제방의 유실을 야기하곤 하였다.

최근 이러한 일반 콘크리트 블록에 의한 하천호안의 환경·구조적 문제점을 해결하기 위한 다양한 방안이 국내외적으로 개발되고 있다. 그 대표적인 일례로서 (사진 3(a))에서 보는 바와 같이 통나무, 풀, 야자섬유 등 생태재료를 사용하여 만곡이 있고 비대칭 단면을 형성시키는 자연형 하



사진 2. 홍수에 의한 제방의 유실 및 붕괴

* 정회원, 충남대학교 대학원, 박사과정
** (주)한수도로산업, 대표이사
*** 정회원, 충남대학교 건축공학과, 교수



(a) 생태재료를 활용한 하천호안



(b) 녹화 콘크리트 블록을 활용한 하천호안

사진 3. 다자연형 하천공법의 일례

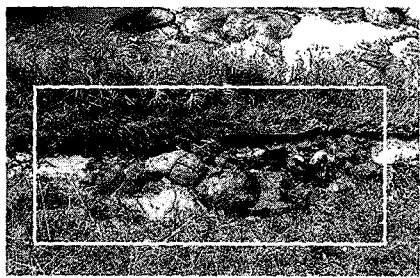


사진 4. 생태재료를 사용한 하천호안의 세굴

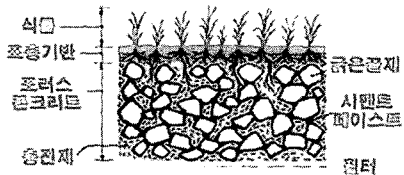


그림 1. 녹화 콘크리트의 구조

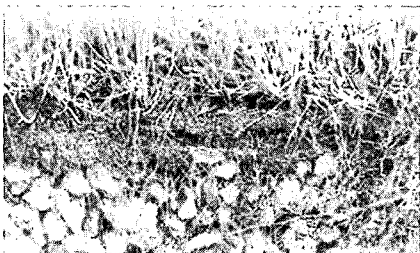


사진 5. 녹화 콘크리트의 단면

천공법이 선진국을 중심으로 적용되고 있다. 그러나 이들 생태재료를 활용한 자연형 하천호안은 하천 내 식생에 의한 홍수위의 상승효과가 식생이 없는 경우에 비하여 5~10% 정도 상승되며, 유럽과는 달리 국내의 경우 유역면적이 좁고 유속이

매우 빨라 구조적으로 취약한 생태재료를 사용할 경우 <사진 4>에 나타난 바와 같이 유속에 의한 하천호안면의 세굴 및 유실 위험성이 크다.

한편 최근 식물의 생육이 가능한 콘크리트 블록이 개발되고 있으며, 이러한 블록은 블록 내에 식물이 생육할 수 있는 공간을 설치하거나 다공성의 포러스 콘크리트를 이용한 블록<사진 3(b)>으로 크게 구분된다. 이러한 식생블록은 공장에서 생산되어 현장에서 설치·제작한 후 식생재료를 시공하는 방식으로 제품의 품질확보가 용이하나 물류비 상승에 따른 가격상승, 운반·시공중 충격에 의한 파손, 수작업에 의한 노동력 및 공기증가 등의 문제점을 가지고 있다.

따라서 기존의 일반 콘크리트 블록에 의한 하천호안공법과는 달리 소재 자체에 식물 및 미생물 등이 생육할 수 있어 자연친화형 하천을 창출할 수 있고, 식생블록에 비해 구조적 일체성 및 안전성을 향상시킬 수 있으며 기계화 시공을 통해 생산성을 극대화할 수 있는 현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안공법이 개발되었다. 이에 본고에서는 현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안공법의 개요, 구성, 시공 및 품질관리시스템 등을 현장적용사례를 중심으로 기술하고자 한다.

2. 녹화 콘크리트의 개요 및 특성

일반적으로 녹화 콘크리트(planting concrete)란 <사진 5> 및 <그림 1>에 나타난 바와 같이 내부에 연속된 공극을 다량으로 함유한 포러스 콘크리트와 이의 공극 내부에 충전되는 충전재 및 표층기반으로 구성된 콘크리트로, 내부에 연속된 공극을 다량으로 함유하고 있기 때문에 물과 공기 등이 자유롭게 이동할 수 있으며, 또한 비교적 큰 연속공극을 함유하고 있어 식물의 뿌리 및 작은 생물이 서식할 수 있는 공간을 제공할 수 있다.

이러한 녹화 콘크리트의 고상률(固相率)은 식물의 생육이 양호한 토양에 비해

여 높지만 기존의 실험이나 시공실적에 의하면 공극률 약 18~36%의 범위에서 초본류의 식물이 생육한다는 점을 고려하면 약 64~82%임을 확인할 수 있다.

또한 포러스 콘크리트의 투수계수는 '일본콘크리트공학협회(JCI) 에코콘크리트연구위원회'에서 실시한 공통실험결과에 의하면 약 0.3~1.2 cm/sec이며 식물이 생육하기에 충분한 투수성을 가지고 있다¹⁾.

한편 보수성의 경우 포러스 콘크리트 자체는 매우 낮지만 공극에 보수성이 높은 토양재료를 충전함으로써 보수성을 부여할 수 있으며 또는 조기에 식물의 뿌리가 배면의 토양으로 신장하여 수분을 흡수할 수 있도록 녹화 콘크리트 두께를 가능한 한 얇게 함으로써 식물이 생육할 수 있는 환경을 창출할 수 있다.⁹⁾

또한 포러스 콘크리트의 pH는 기존의 토양에 비하여 높지만 고로슬래그 미분말이나 플라이 애쉬 등 잠재수경성 재료 및 포졸란 재료를 이용할 경우 포틀랜드 시멘트의 수화에 의해 생성된 수산화칼슘을 소비함으로써 <그림 2>에 나타난 바와 같이 pH를 저하시킬 수 있으며, 한편 다소의 시간이 요구되지만 타설 후 일정기간 폭로하여 탄산화나 알칼리 용출을 촉진시켜 pH를 저하시키는 방법도 있다.

이러한 녹화 콘크리트를 이용한 하천호안의 기본적인 구성조건은 ① 포러스 콘크리트, ② 충전재, ③ 표층기반 및 씨앗으로 구성되며, 이들 3가지 구성조건을 하천의 특성에 따라 ①, ①+②, ①+③, ①+②+③의 형태로 조합하여 사용할 수 있다. 또한 녹화 콘크리트를 이용한 하천호안의 적용범위는 <그림 3>에 나타난 바와 같이 주로 고수호안에 사용되며 저수호안, 제방호안, 고수부보호공에도 사용될 수 있다.⁹⁾

2.1 포러스 콘크리트

포러스 콘크리트(porous concrete)는 <사진 6>에 나타난 바와 같이 굵은골재를 저알칼리성·고강도의 시멘트 페이스트로 결합시킨 경화체로 내부에 연속된 공극을

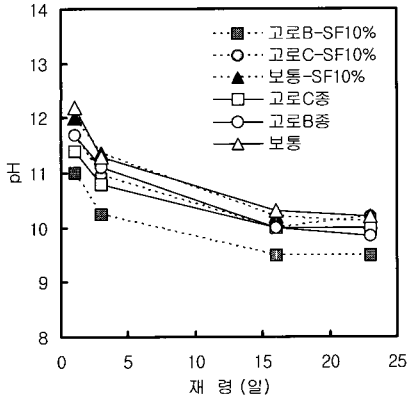


그림 2 결합재 종류에 따른 pH의 변화

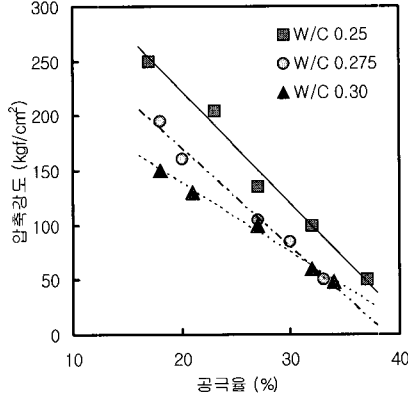


그림 4. 공극률과 압축강도의 관계

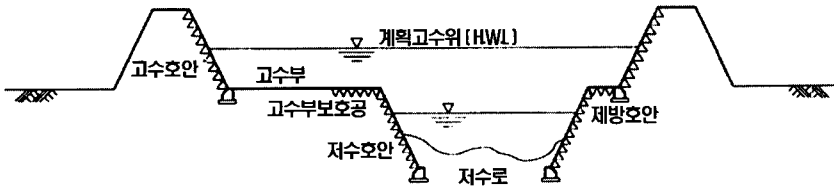


그림 3. 현장타설 녹화 콘크리트를 사용한 하천호안의 적용범위

다량으로 함유한 콘크리트이며, 연속공극에 의해 뿌리의 신장공간을 확보함과 동시에 투수성이나 투기성의 확보, 토양재료의 충전에 의한 보수성 부여가 가능한 재료이다.

2.1.1 사용재료

일반적으로 포러스 콘크리트는 식생에 영향을 미치는 다량의 알칼리 성분이 용출되므로 이를 저감시키기 위해서는 결합재로서 고로시멘트나 플라이애쉬시멘트의 사용이 바람직하며, 보통포틀랜드시멘트를 사용할 경우 혼화제로서 고로슬래그 미분말을 40 ~ 60%, 또는 플라이 애쉬를 20 ~ 40% 치환하여 사용하는 것이 바람직하다. 또한 포러스 콘크리트에 사용되는 굵은골재는 공극률을 확보하기 위해 단입도의 부순자갈을 사용하는 것이 바람직하

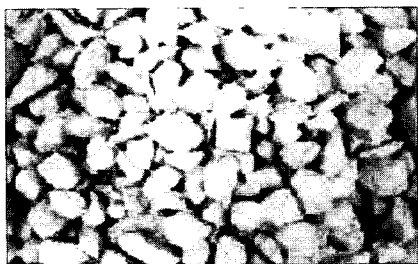


사진 6. 포러스 콘크리트의 외관

며, 혼화제는 25% 전후의 낮은 물결합재비에 있어서 분산성이 우수하고 소정의 유동성과 분리저항성을 부여함과 동시에 유동성의 경시변화가 작은 것이 바람직하다.

2.1.2 공극률 및 압축강도

양호한 식생을 가진 녹화 콘크리트를 구축하기 위해서는 포러스 콘크리트가 투수성·보수성·영양분을 확보할 필요가 있으며 이는 공극의 양과 크기에 밀접한 관계를 가지고 있다. 기존의 연구 및 시공사례를 살펴보면 포러스 콘크리트의 공극률이 21% 이상일 경우 식생이 양호한 것으로 나타났다. 특히 식생을 중시할 경우나 식생에 대한 기상조건이 엄한 개소에서는 공극률 25% 이상이 필요한 것으로 나타났다.

한편 <그림 4>에 나타낸 바와 같이 포러스 콘크리트의 공극률은 압축강도와 반비례 관계로 하천의 구조나 목표로 하는 식생에 따라 공극률 및 압축강도를 결정해야 하며, 식생을 중시하여 공극률을 25% 이상으로 할 경우 압축강도는 100 kgf/cm² 이상, 강도를 중시하여 공극률을 21% 정도로 할 경우 압축강도는 180 kgf/cm² 이상으로 설정하는 것이 바람직하다.⁹⁾

2.2 충전재

충전재는 보수성 및 비료효과가 있는 토양재료를 포러스 콘크리트의 공극 내부에 충전하여 보수성과 비료성분을 부여하는 재료로 균일한 충전이 가능할 정도의 유동성을 가져야하며 강우나 홍수 등에 의해서 유출되지 않아야만 한다.

2.3 표층기반

표층기반은 보수성, 보비성 및 내침식성에 우수한 유기질 재료와 종자, 비료 등을 혼합하여 포러스 콘크리트의 상부에 시공하는 재료로 일반적으로 두께는 3 ~ 5cm로 하는 것이 바람직하며, 표층기반에 의해 식물의 발아공간을 확보함과 동시에 포러스 콘크리트와 일체화하여 충전재와 함께 식물의 생육기반을 형성한다. 이러한 표층기반은 강우나 홍수에 대하여 내침식성을 향상시키기 위해 초기에 식생을 확보할 필요가 있으며, 포러스 콘크리트의 공극부 건조를 억제하기 위해 콘크리트와 밀착해야 한다.⁹⁾

3. 현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안

3.1 조사·계획

현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안은 홍수 등에 의한 제방 및 하천법면의 침식방지 뿐만 아니라 자연환경의 보전과 재생 등을 배려한 구조로 해야 하며, 이를 위해서는 조사·계획단계에서 목적에 대응

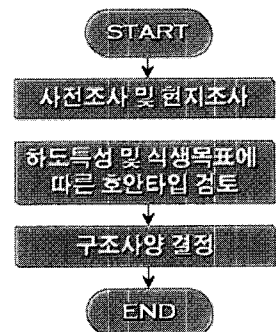


그림 4. 조사·계획 과정

한 호안타입과 목표로 하는 식생을 충분히 검토하여 현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안의 특성을 최대한 발휘하도록 해야 한다.

이를 위한 조사·계획의 과정은 <그림 4>에 나타낸 바와 같이 적용 대상 하천의 하도특성이나 주변식생에 대하여 사전조사 및 현지조사를 실시하고, 하도특성, 호안형상, 식생상황, 기상조건 등에 대해 정비하여 하도특성 및 식생목표에 따른 호안타입을 <표 1>에 나타낸 바와 같이 검토한 후 <표 2>에 나타낸 바와 같이 포러스 콘크리트의 강도 및 공극률 등 구조사양을 결정한다.

3.2 설계 및 실기실험

현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안의 설계단계에서는 조사·계획단계에서 설정된 호안타입, 식생목표 및 구조사양을 근거로 포러스 콘크리트의 배합검토 및 실기시험, 충전재, 표층기반 및 식물종류 등에 대하여 상세하게 결정하며, 포러스 콘크리트의 배합검토 플로우를 살펴보면 <그림 5>에 나타낸 바와 같다.

일반적으로 보통 콘크리트의 배합은 시멘트, 물, 잔골재, 굵은골재 및 혼화재료로 구성되지만 포러스 콘크리트의 경우 연속공극을 다량으로 확보하기 위해 잔골재가 대부분 사용되지 않고, 또한 워커빌리티가 거의 없기 때문에 강도 및 공극률 등 소정의 성능을 만족하기 위해서는 사전에 충분한 배합시험이 이루어져야 하며, 포러스 콘크리트의 배합설계 플로우는 <그림 6>에 나타낸 바와 같고 배합설계 일례는 <그림 7>에 나타낸 바와 같다.

특히 현장타설방식에 의해 녹화 콘크리트를 제조할 경우 포러스 콘크리트의 품질은 시멘트 페이스트의 유동성에 크게 영향을 받으며, 일반적으로 골재와의 부착이 용이하고 진동다짐 등에 의해 골재로부터 분리되지 않는 범위의 유동성을 확보해야 한다. 페이스트의 유동성이 지나치게 클 경우 운반 및 다짐시 진동에 의해 페이스

표 1. 식생목표에 따른 호안타입의 구분 및 특징

구분	특징	녹화 콘크리트의 구성조건
조기발현기대형	1년 미만의 초기에 식생을 기대하는 경우로 토사의 퇴적인 용이한 개소에 적용	포러스 콘크리트 + 충전재 + 표층기반 + 파종
중기발현기대형	현지에서 발생한 표토로 복토를 실시하여 자연식생이 1~3년 미만의 중기에 실현되기를 기대할 경우에 적용	포러스 콘크리트 + 표층기반(현지발생표토)
장기발현기대형	표층기반을 시공하지 않고 자연토사의 퇴적으로 인해 장기간에 걸쳐 식생을 기대할 경우	포러스 콘크리트

표 2. 현장타설 녹화 콘크리트 하천호안의 구조사양

호안타입	압축강도	공극률
① 식생중시형	100 kgf/cm ² 이상	21 ~ 30 %
	공극률에 따라서는 180 kgf/cm ² 까지 가능	특히 식생을 중시하는 개소나 식생에 대한 기상조건 등이 엄격한 개소는 25 % 이상
② 강도중시형	180 kgf/cm ² 이상	18 ~ 21 %

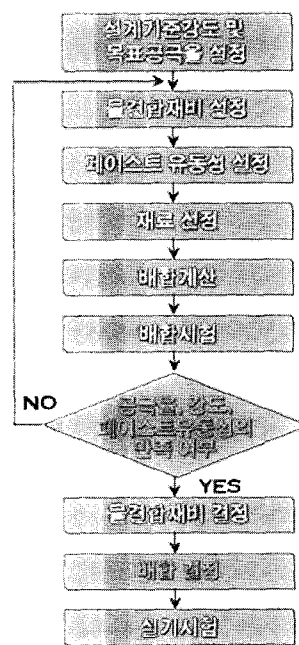


그림 5. 배합검토 과정

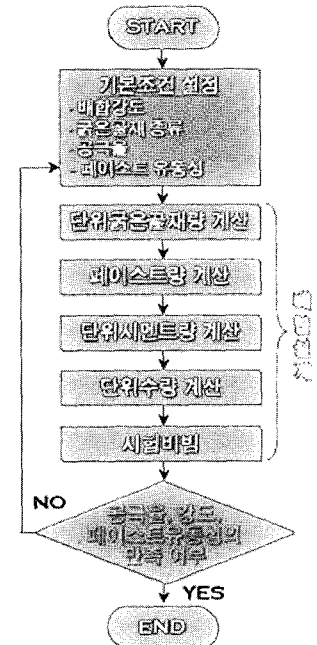


그림 6. 배합설계 플로우

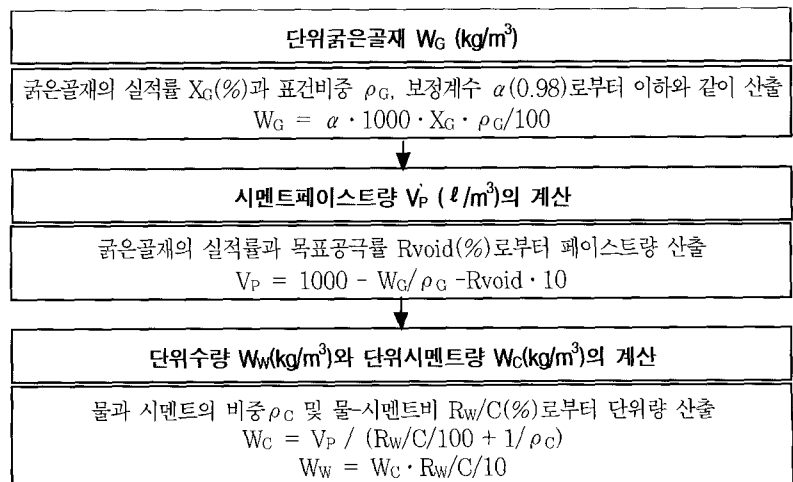


그림 7. 포러스 콘크리트의 배합설계 일례

트가 골재표면으로부터 분리되어 결합재 분포가 불균질하게 되며, 또한 밑면으로 낙하되어 폐색되는 경우가 많다. 한편 페이스트의 유동성이 작을 경우 시공성이 불량해지며 골재간의 결합력이 저하되어 결국 포러스 콘크리트의 강도저하를 유발하게 된다. 따라서 안정된 품질의 포러스 콘크리트를 제조하기 위해서는 페이스트가 적절한 유동성을 확보해야 하며 페이스트의 유동성은 화학혼화제의 사용에 의해 조정하는 것이 바람직하다. (2), (3), (4), (9)

이상의 과정을 통해 결정된 포러스 콘크리트를 하천호안에 적용하기 위해서는 사전에 결정된 배합의 식생특성을 파악하여야 하며, 기존의 연구 및 시공사례가 있을 경우에는 이를 생략하여도 된다. <사진 7>은 본 하천호안 시공에 적용된 녹화 콘크리트의 식생실험 일례를 나타낸 것으로, 본 시공에 적용된 녹화 콘크리트의 식생상황은 양호하게 나타났으며 재령 8주 있어서 식물의 뿌리가 포러스 콘크리트를 관통하여 원지반에 정착되는 것으로 조사되었다.

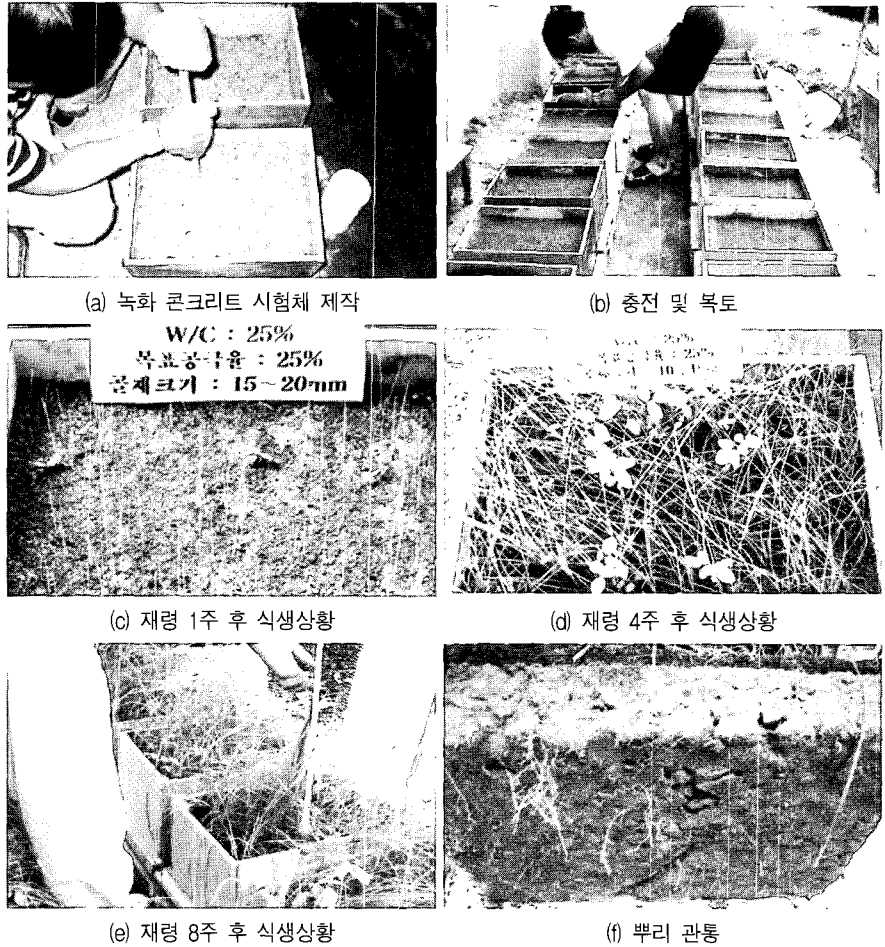


사진 7. 현장타설 녹화 콘크리트의 식생실험 일례

3.3 제조·시공 및 품질관리

3.3.1 제조·시공

현장타설 녹화 콘크리트의 제조·시공에 있어서는 포러스 콘크리트의 경우 균질하고 소요의 품질이 안정적으로 확보되어야 하며, 동시에 장기간에 걸쳐 소요의 기능을 발휘할 수 있도록 배려해야 하고, 또한 식생재료의 경우 목표로 하는 식생이 충분히 실현될 수 있게 적절하게 시공해야 한다. <그림 8>은 현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안의 시공시스템을 나타낸 것이다.

일반적으로 포러스 콘크리트의 제조는 배합시험 및 실기에 의한 시험비법을 통해 얻어진 최종배합으로 소정의 성능을 가진 레미콘공장에서 실시하며 타설현장까지의 운반시간을 고려하여 레미콘 공장을 선정할 필요가 있다. 또한 제조된 포러스 콘크리트는 출하전 50m³/1회 비율로 굳지 않은 상태에서의 공극률 및 페이스트의 유동성을 측정하여 소정의 성능이 만족되는지

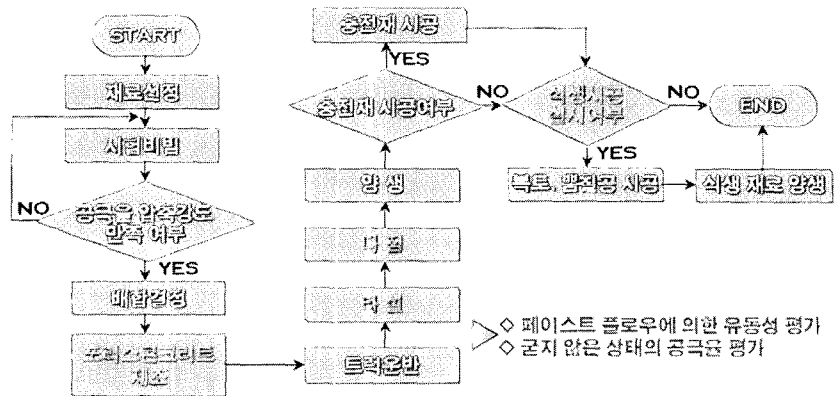


그림 8. 현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안 시공 및 품질관리 시스템

확인해야 하고, 사진 8은 굳지 않은 포러스 콘크리트의 공극률 측정방법을 나타낸 것이다. (5), (9)

또한 포러스 콘크리트의 운반은 시공규모나 운반시간 등을 고려하여 소정의 크기를 가진 덤프트럭(사진 9(b))에 의해 이루어지며, 포러스 콘크리트는 비표면적이 크고 페이스트량이 비교적 적기 때문에 트

럭운반 중 재료의 건조에 대한 대책으로서 적재완료 후 충분히 흡수된 양생시트 및 불투수성 시트를 덮어 타설직전까지 이를 유지하는 것이 바람직하다. 또한 출하에서부터 타설완료까지의 운반시간은 기온이나 기후에 따라 적절히 조절해야 하며 기온이 25℃ 이상인 경우 60분 이내, 25℃ 미만인 경우 90분 이내로 하는 것이 바람직



사진 8. 굳지 않은 포러스 콘크리트의 공극률 측정방법

표 3. 현장타설 녹화 콘크리트의 품질관리항목

대상재료	항목	품질관리항목
포러스 콘크리트	재료	· 각 재료의 재질, 성분, 혼합량
	제조시	· 현장배합설정
		· 재료투입순서
	운반시	· 운반시간
		· 공극률
	부립시	· 시멘트페이스트 또는 모르타르의 점성(플로우)
· 타설방법		
타설, 다짐, 양생시	· 다짐시간	
	· 양생방법	
경화 콘크리트	· 압축강도(필요에 따라 코어채취)	
충전재	재료	· 재질, 혼합량
	충진시	· 점성, 충전량
표층기반	재료	· 재질, 혼합량, 품질증명

하다. 이와 같이 현장에 운반된 포러스 콘크리트는 타설 전 소요의 기능을 만족하는 지를 확인하기 위해 굳지 않은 상태의 공극률 및 페이스트의 유동성을 측정해야 하며, 운반 중 골재와 페이스트가 분리될 가능성이 있기 때문에 백호 등으로 교반하여 균일하게 한 후 측정하는 것이 바람직하다.

또한 포러스 콘크리트의 타설·다짐은 소요의 강도 및 공극률이 균일하게 확보될 수 있도록 시공방법 및 시공기계를 선정해야 하며, 시공 중 건조하지 않도록 조속하고 정확하게 작업이 이루어져야 한다. 일반적으로 포러스 콘크리트의 타설은 백호(사진 9(c)) 또는 슬로프 컨베이어로 이루어지며, 다짐은 백호, 진동컴팩터 또는 <

사진 9(d))에 나타난 바와 같은 특수장비에 의해 이루어진다.

한편 타설 완료된 포러스 콘크리트는 일정기간 경화에 필요한 온도 및 습도를 유지하고 유해한 영향을 받지 않도록 충분히 양생해야 한다. 일반적으로 포러스 콘크리트는 재령 1주에서 재령 4주 강도의 약 80%가 발현되기 때문에 초기양생이 매우 중요하며, 타설 직후 충분히 흡수된 양생시트 등으로 덮어 최소 3일 이상을 양생(사진 9(e))하는 것이 바람직하다.⁹⁾

이상과 같이 양생이 완료된 포러스 콘크리트 위에 목표로 하는 식생타입에 따라 식생재료를 시공한다. 식생재료 중 충전재의 제조는 목표로 하는 식생과 충전성, 보

수성, 뿌리의 활착성 및 정착성 등을 고려하여 제조하며, 현장타설 녹화 콘크리트의 경우 현장에서의 작업성 및 충전성을 고려하여 슬러지상의 충전재가 주로 이용된다.

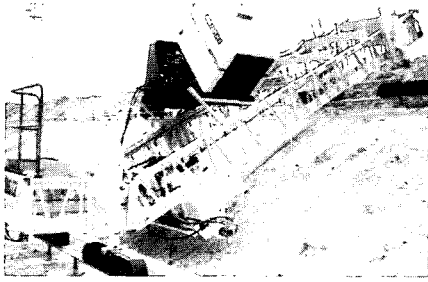
또한 표층기반은 포러스 콘크리트 위에 피복하는 재료로 식물에 양분 및 수분을 공급해주고 발이촉진, 식생발현 및 유지를 위해 시공되는 재료로서 식생목표 및 주변 식생 등을 충분히 고려하여 재료를 선택해야 한다. 일반적으로 표층기반에 사용되는 재료로는 현지에서 발생하는 표토(표층 10cm 정도의 토양)가 주로 사용되며, 강우나 유수 등에 의해 유실될 우려가 있을 경우 뿔칠공(사진 9(f))이 사용된다.

3.3.2 품질관리

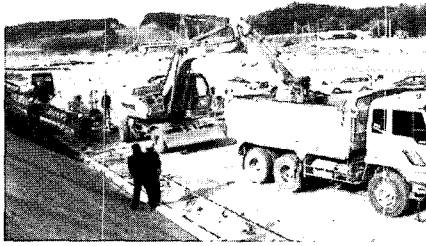
소요의 품질을 가진 현장타설 녹화 콘크리트를 경제적으로 제조하기 위해서는 사용재료, 시공방법 등 공사전반에 걸쳐 적절한 품질관리가 이루어져야 하며, 필요에 따라 식생재료의 품질관리도 이루어져야 한다. <표 3>은 현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안공법의 품질관리항목을 나타낸 것이다.⁹⁾

일반적으로 포러스 콘크리트의 품질관리는 사용재료, 제조, 운반, 타설 및 다짐 등으로 구분할 수 있다. 특히 포러스 콘크리트 제조시 활용되는 포러스 콘크리트의 배합은 단위수량 약 50~80kg/m³, 굵은골재량 약 1,500kg/m³ 정도이므로 굵은골재의 표면수율이 0.1%(수량 약 1.5kg) 변화할 경우에도 굳지 않은 포러스 콘크리트의 품질에 큰 영향을 미치므로 포러스 콘크리트 제조시 혼화제 사용량의 조정과 함께 굵은골재의 표면수를 관리에도 주의할 필요가 있다.

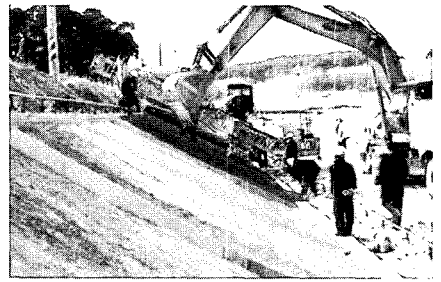
또한 타설 전 품질관리로서 포러스 콘크리트의 굳지 않은 상태가 다짐에 의한 굵은골재의 접착성 및 공극률의 균일성 확보에 큰 영향을 미치므로 굵은골재를 피복하는 페이스트가 적당한 연도를 가져야 하며, 페이스트의 연도는 포러스 콘크리트로부터 스 크리한 페이스트를 플로우 실험에 의한 값으로 표현할 수 있다. 이러한 페이스트의



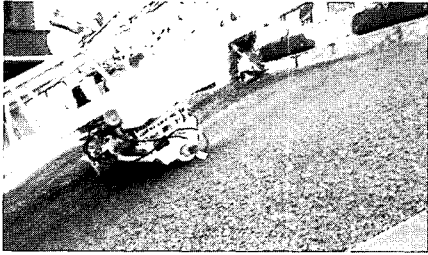
a) 레일 및 시공기계 설치



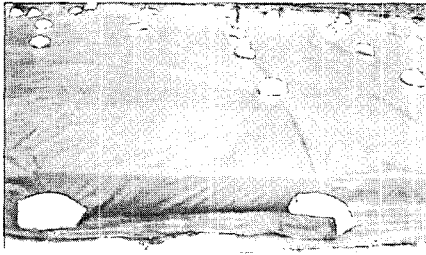
b) 덤프트럭에 의한 운반



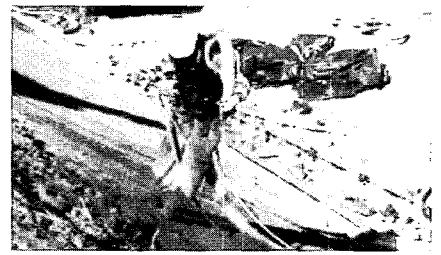
c) 백화에 의한 타설



d) 스크류 및 실린더 롤러에 의한 다짐 및 마감



e) 포러스 콘크리트의 양생



f) Comat공법을 활용한 식생재료 시공

사진 9. 현장타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안의 시공 일례

적당한 연도는 다짐방법에 따라 다르며, 예를 들어 진동에 의해 다짐을 실시할 경우 과진동에 의해 페이스트가 굽은골재 표면으로부터 분리·낙하되어 소정의 강도 및 공극률을 확보하기 곤란하므로 가압다짐에 비하여 작은 플로우가 요구된다.^{3),4)}

한편 타설 전 굳지 않은 포러스 콘크리트의 공극률을 측정하여 경화 후 포러스 콘크리트가 소정의 공극률을 만족하도록 관리해야 하며, 이는 전술한 굳지 않은 포러스 콘크리트의 공극률 측정방법에 준하여 실시하는 것이 바람직하다.

4. 맺음말

최근 지구환경문제에 대한 전세계적인 관심이 급증하고 있는 가운데 삶의 질 향상이라는 측면에서 주변에 흔히 접할 수 있는 하천의 생태계 복원 및 보전에 대한 국가·사회적 관심이 크게 고조되고 있고 이에 하천호안의 녹화기술에 대한 연구·개발이 국내에서도 꾸준히 이루어지고 있다.

이러한 배경에서 본 고에서 서술한 현장 타설 녹화 콘크리트에 의한 하천호안공법은 홍수 및 집중호우 등 유수에 의한 하천의 제방침식 방지기능을 한층 더 확보함과 동시에 하천호안면의 풍성한 녹화에 의해 생

태계 보전, 하천경관 및 친수성 향상을 도모할 수 있는 공법으로서 다자연형 하천 만들기에 크게 공헌할 것으로 판단된다. □

참고문헌

1. 日本콘크리트工學協會, “エココン크리트研究委員會報告書”, 1995
2. Kim Moo Han et al., “An Experimental Study on the Quality Control of Fresh Porous Concrete”, Proceeding of The 6th Japan/Korea Joint Symposium on Building Materials & Construction, Vol.5 August 2002, pp.219~226.
3. 김무한 외, “페이스트 유동특성이 포러스 콘크리트의 기초물성에 미치는 영향에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 학술발표논문집, 제21권 제1호, 2001. 4, pp.105~108.
4. 김무한 외, “페이스트 플로우 및 진동에너지에 의한 포러스 콘크리트의 품질관리방안에 관한 실험적 연구”, 한국콘크리트학회 가을학술발표논문집, 제14권2호, 2002. 10, pp.91~98.
5. 김무한 외, “굳지 않은 포러스 콘크리트의 품질관리를 위한 실험적 연구”, 한국콘크리트학회 봄학술발표논문집, 제14권1호, 2002. 5, pp.705~710.

6. 平岩 陸 外, “ポーラスコン크리트の調査設計法に關する基礎的研究”, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.23, No.1, 2001, pp.121~126.
7. 湯淺幸久 外, “セメントペーストの流動性がポーラスコン크리트の振動締固め性狀に及ぼす影響”, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.23, No.1, 2001, pp.133~138.
8. 大谷俊浩 外, “結合材の分布狀態がポーラスコン크리트の強度特性に及ぼす影響”, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.23, No.1, 2001, pp.139~144.
9. 財團法人 先端建設技術センター 編, “ポーラスコン크리트河川護岸工法の手引き”, 山海堂, 2001, p122~123.
10. 別府智子 外, “ポーラスコン크리트に用いるセメントペーストの性狀について”, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 2000, pp.505~506.
11. 田中博一 外, “ポーラスコン크리트のフレッシュ時における品質管理方法”, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.23, No.1, 2001, pp.127~132.
12. 大谷俊浩, “碎石粒徑が小さい場合の結合材の分布狀態がポーラスコン크리트の強度特性に及ぼす影響”, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol.24, No.1, 2002, pp.1155~1160.