

특 집

신기능 콘크리트

전기전도성 콘크리트 Electrically Conductive Concrete



강석화*

1. 서론

산업사회가 고도화함에 따라 새로운 기술에 대한 소비자의 요구가 점차 증가하고 있는데, 이러한 요구를 충족시키기 위해서는 기존의 재료가 갖는 기능 이외에 발상의 전환을 통한 새로운 기능을 부여한 재료의 개발이 필수적이다. 이러한 개념하에서 일반적으로 부도체로 인식되어 있는 기존의 콘크리트 재료에 전기전도성이라는 특성을 부여하게 되면 콘크리트의 응용 분야를 다방면으로 확대할 수가 있고, 새로운 수요의 창출도 가능하게 된다.

시멘트는 물과 섞으면 수화물을 형성하면서 경화되는 물질로서 통상적으로 모래 및 골재 등과 혼합하여 콘크리트를 구성한다. 이러한 콘크리트에 탄소계통의 재료를 첨가하게 되면 저항의 감소가 발생한다. 즉 그림 1과 같이 일반 모르타르

의 경우에는 10kΩ이상의 저항을 나타내는데 비해 탄소계통의 재료를 첨가하게 되면 $10^{-1}\Omega\text{cm}$ 이하의 비저항을 갖는 전기전도성을 나타내게 된다.

이렇게 하여 제조된 복합체의 양단에 전압을 걸어 전류를 흘려주게 되면 이른바 전기가 통하는 콘크리트가 가능하게 되는 것이다.

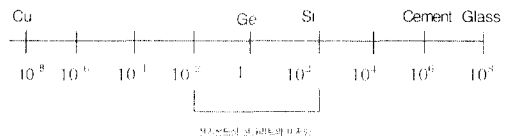


그림 1 재료에 따른 전기 비저항(Ωcm)

시멘트에 전기전도성을 부여하여 콘크리트화하였을 경우 여러 분야로의 활용이 가능한데, 응용 분야를 크게 분류하면 전기전도성을 이용한 분야와 전기저항을 이용한 분야로 나눌 수가 있는데, 전자의 경우에는 집지저항 저감재나 전자파

* 정회원, 동양중앙연구소 건설재료연구실 실장

차폐재료, 정전기 방지재료, 내구성 진단재료, 철근부식 방지재료 등이 포함되고, 후자의 경우에는 발열콘크리트나 시멘트 저항체 등을 들 수 있다.

본 고에서는 전기전도성 시멘트를 콘크리트로서 응용한 분야에 대하여 간략하게 기술하고, 전기저항을 이용하는 기술인 발열콘크리트의 국내외 기술 현황 및 재료의 물성 등에 대해서 기술하고자 한다.

2. 접지저항 저감재

2.1 접지저항

접지란 낙뢰로 인해 전기설비에 이상전압이나 고장전류가 유입이 되었을 때 유입전기가 대지를 통하여 원활하게 흘러 나가 인체에 미치는 악영향을 없애도록 대지와 전기설비를 전기적으로 접속시키는 것을 말한다.

이러한 접지는 접지저항(Resistance of Grounding)이라는 값에 의해서 제어가 되게 되는데, 접지저항이 크게 되면 전기적으로 접속이 안되었다는 것을 의미하여 유입된 전기가 대지를 통해 흐르지 못하기 때문에 전기의 원활한 흐름을 위해서는 접지저항은 낮을수록 좋다고 할 수 있다.

접지저항 저감재란 바로 접지저항 주위에 있는 토양의 성질을 화학적인 처리에 의하여 접지저항을 작게 하는 재료이다.

2.2 접지저항 저감방법

과거에는 접지저항을 줄이기 위하여 염분(소금)이나 목탄(숯)등을 이용하여 저감시키는 방법이 사용되었다. 그러나, 염분은 경년변화가 커서 시간이 흐르면 저감효과가 떨어져 적당한 기간마다 염분을 공급해 주어야 하고, 접지전극을 부식시키는 등의 문제점이 있으며, 목탄을 사용하는 방법은 접지전극 재료인 동에 대하여 부식성이 있으므로 주의가 필요하고, 특히 접지선에 대한 부식으로 인한 단선사고에 주의하여야 한다.

이러한 내구성상의 문제점을 개선한 것이 전기전도성 시멘트를 이용한 접지저항 저감방법이다.

접지저항 저감용으로 사용되는 전기전도성 시멘트는 국내에서는 T사에서 처음으로 독자기술로 개발하여 생산 판매하고 있는데¹⁾, 탄소계 재료, 시멘트 및 무기재료의 특수첨가제 등으로 구성되어 있으며, 시멘트를 주성분으로 하여 무기물질이 균일하게 혼합되어 있기 때문에 굳은 후에 그 자체가 부식되거나 물에 용해되지 않아 안정된 저감효과를 장기간 유지할 수가 있고 접지전극과 철근을 부식시키거나 환경오염을 일으키지 않는 새로운 형태의 접지저항 저감재라고 할 수 있다.

2.3 전기전도성 경화체의 물성

본래 시멘트계의 재료는 물과 반응하여 시멘트 입자 표면이 수화물이라는 새로운 화합물로 변화하여 주위의 입자표면에서 생성되는 수화물과 서로 네트워크 구조를 형성함으로써 조직이 치밀해지고 이러한 현상에 의해서 강도가 나타나는 것이다. 이러한 수화반응은 수년간에 걸쳐서 서서히 진행되고 시간의 흐름에 따라 강도는 더 강해지고 내구성도 증진된다.

전기전도성 시멘트로 도전성 경화체를 만들 경우 일반 시멘트를 사용하는 경우와 마찬가지로 내부에서 시간의 경과에 따라 수화반응이 일어나면서 강도가 발현된다. 도전성 경화체의 강도를 일반 시멘트 경화체와 비교한 것이 표 1이다.

표 1 도전성 경화체와 일반 시멘트 경화체의 강도 비교
(단위 : kgf/cm²)

	도전성 경화체	일반 시멘트 경화체	비고
7일 휩강도	80이상	20이상	
7일 압축강도	200이상	200이상	

일반적으로 접지전극으로 시공하는 경우에 정방향보다는 길이방향으로 시공하는 경우가 많기 때문에 도전성 경화체는 압축력보다는 휨을 주로 많이 받게 되어 휩강도 특성을 강화하였다. 이렇게 휨 강도를 충분하게 확보하여 접지전극의 균열을 방지할 수 있는 효과를 얻을 수 있다. 표 1에서 알 수 있는 바와 같이 도전성 경화체의 압축강도는 일반 시멘트 경화체와 비슷하지만, 휩강도는 4배이상의 강도를 가지고 있다.

또한, 일반적으로 접지의 시공이 지표면에서 1m 정도의 깊이에 매설이 이루어지기 때문에 균열의 문제는 거의 발생하지 않지만, 만일 시공부분에 균열이 발생하더라도 내부에 포설된 나동선 때문에 전기적인 도전성에는 영향을 미치지않아 접지저항의 변화는 일어나지 않는다.

접지저항 저감재로서 사용되는 전기전도성 시멘트에 요구되는 성질은 전기전도성, 토양과의 부착력, 강도, 내구성 등이고, 주요 사용처는 발전소 및 변전소, 송전선 철탑 및 배전선 전주 등의 전력계통과 이동통신 무선중계소 등의 통신 계통, 그 외 일반 건물의 접지공사에 사용이 가능하다. 그림 2는 송전철탑의 하부에 접지 시공하는 장면이다.

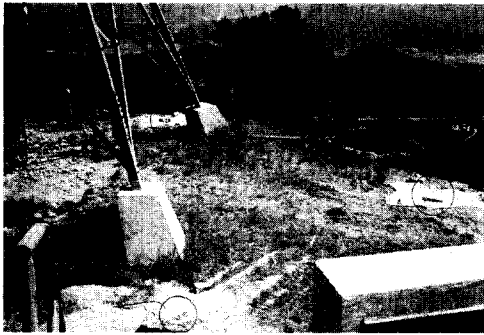


그림 2 송전철탑 접지 시공

3. 전자파 차폐용 콘크리트

3.1 개요

최근 전자 및 통신 산업이 발달함에 따라 원하지 않는 전자파에 의한 피해 사례들이 점점 늘어나고, 음악당 및 공공시설물에서의 삐삐와 핸드폰에 의한 폐해가 마스크를 통해 소개되면서 우리나라에서도 전자파에 의한 폐해가 크게 문제시 되고 있다.

현재 우리나라에는 전자파와 관련하여 표 2와 같이 규격이 두개 제정되어 운용되고 있으나, 이러한 규제에도 불구하고 각종 장치 등에서는 전자파가 발생되고 있으며, 그들로부터 독립되고 안정한 환경이 필요한 곳이 나타나고 있다. 국내에서는 전자파의 영향을 받을 수 있는 방송국 등에는 차폐설비가 되어 있으며, 최근에는 변전소 등

전자파를 발생하는 장소에서 전자파를 차단하거나, 인텔리전트빌딩 등에서 외부로부터의 전자파를 막기 위하여 전자파차폐 설비에 대한 요구가 점차 증가하고 있다.

표 2 전자파 관련 KS규격

규격	규격명
KS C0262	진기·전자기기의 전자파 장해
KS C5844	개인용 컴퓨터 및 주변기기의 전자파 방해

3.2 전자파 차폐 방법 및 유의사항

외부로부터 유입되어 들어오는 전자파를 차폐시키기 위해서는 내부를 전기가 통하는 재료, 즉 도전성재료로 둘러쌓아 이른바 전자파 차폐막을 형성시키면 가능하다.

전자파차폐에 사용되는 재료에는 표 3과 같은 것들이 있다.

그리고 전자파 차폐가 요구되는 공간에 실질적으로 시공할 경우 전자파의 입사방향, 편파에 대한 전자파 차폐의 방향성, 차폐성능 등이 고려되어야 하고 시간에 따른 차폐재의 특성 변화 및 내후성 등에 대하여 충분히 검토가 되어야 한다. 그리고 차폐재료로서 들어가는 도전성 재료가 반죽기나 교반기, 성형기 그리고 혼합기 등에 마모를 가져오기 때문에 이에 대해서도 충분한 검토가 필요하다.

표 3 일반적인 도전성 재료

분류	종류	특성
Carbon Black	Acetylene Black	고순도, 분산성 양호
	Oil Furnace Black	고전도성
	Thermal Black	저전도성, 낮은 비용
	Channel Black	저전도성, 약색용, 작은 입자 크기
Carbon Fiber	Pan계 Pitch계	전도성 양호, 높은 비용 Pan계에 비해 저전도성, 낮은 비용
흑연	천연 흑연 인공흑연	분말화가 곤란
금속 미분말	은과 구리의 합금	산화변질의 문제
금속 산화물	ZnO, SnO ₂ , In ₂ O ₃ ,CuI	다양한 색깔, 저전도성
금속 플레이크	알루미늄	
금속 설유	알루미늄, 니켈, 스테인레스	
Glass Bead	금속표면 코팅	가공시 변질문제
Glass Fiber		
Coating		

3.3 전기전도성 시멘트를 이용한 전자파 차폐

여러 종류의 전자파 차폐 방법중에서 차폐에 요구되는 성능을 만족시키기 위해서는 도전성 재료를 매트릭스에 분산시키는 방법이 가장 좋으며, 매트릭스로서는 시멘트 콘크리트를 사용하는 것이 가장 보편적이다²⁹⁾. 그것은 시공시 반죽이 용이하여 원하는 위치에 시공하기가 편하고 특별한 숙련공이 필요없기 때문이다. 그러나 시멘트 콘크리트의 경우 반죽이 불지않기 때문에 믹싱이 힘들고 균질하게 혼합이 안될 수도 있어 이 점에 대해서 충분히 주의할 기울일 필요가 있다.

또한, 시멘트 콘크리트에 사용하는 도전성 재료로는 탄소섬유가 차폐의 성능도 좋고 가격이 저렴하여 많이 사용되고 있다. 시멘트 콘크리트를 이용하여 전자파 차폐를 할 경우 인텔리전트 빌딩의 외벽과 바닥용으로 사용이 가능하다.

4. 정전기방지용 콘크리트

4.1 정전기 대책

겨울철 건조기에 웨터를 뱃으면 찌릿찌릿하는 음과 함께 청백의 발광이 관찰되는데, 이것은 상의에서 발생한 정전기에 의한 것이라는 것은 잘 알려진 사실이다. 정전기의 현상은 재연성이 없고 과학적인 취급이 곤란하기 때문에 그다지 중요시되지 않아 왔지만, 근래들어 정전기에 따른 역학 현상, 전기장 상승에 따른 방전현상 및 인체에 대한 감전현상 등이 발생하면서 다시 주목을 받게 되었다³¹⁾.

정전기는 두 개의 다른 물질이 접촉했다가 분리되는 과정에서 발생하는 물리적 현상으로서, 본래 물질은 정부전하의 균형이 유지되어 전기적으로 중성을 이루지만, 두 개의 접촉면에서 한쪽의 물체에서 다른 쪽으로 전하가 이동하여 물체위의 정부전하의 불균형이 생기는 데 이것이 정전기이다. 이러한 정전기는 상호간에 접촉하는 물체의 특성, 분리속도, 접촉면적, 마찰되는 물질간의 운동의 특성 그리고 대기 조건에 따라서 각각 발생하는 양이 달라지는데, 절연상태에 놓여있는 물체는 외부로 정전기가 흘러나가지 못하면 내부에

계속 쌓이게 된다. 이러한 물체내에 축적된 정전기를 집지를 통해 외부로 소멸시키지 않으면 스파크 등으로 인하여 커다란 사고를 야기할 수도 있다. 이러한 문제점 때문에 화약공장이나 화학공장 등 폭발성 물질을 취급하는 장소나 정밀한 전자부품을 취급하는 장소에서는 정전기로 인한 피해를 막기 위하여 여러가지의 정전기 방지용 설비를 사용하고 있다.

4.2 전기전도성 콘크리트를 이용한 정전기 방지

현재 바닥에서 발생하는 정전기를 원활하게 소멸시키기 위해서는 전도성 고무매트나 전도성 비닐타일 등의 제품이 사용되고 있는데, 이러한 제품들은 중량물이 이동할 경우 파괴나 마모 등으로 인하여 본래의 성질을 상실하는 경우가 많다.

그러나 이러한 바닥을 전기전도성 콘크리트로 시공하게 되면 3장에서 언급한 집지저항저감재와 같이 일종의 집지역활을 하게 되어 물체간의 접촉에 의해 발생한 정전기를 하부로 소멸시키도록 하고 일반 콘크리트와 유사한 재료로 되어있기 때문에 강도가 우수하여 파손에 의한 성능의 상실없이 거의 반영구적으로 사용할 수 있다는 장점이 있다.

5. 인텔리전트 콘크리트

최근, 국내외의 신문지상에 "Intelligent Material"이라는 용어가 오르내리고 있는데, 도대체 무엇을 말하는 것인가?

Intelligent Material이란 재료 자체가 주변의 환경변화를 스스로 감지하여 사용자에게 위험성을 사전에 인지시키는 능력을 가진 재료를 말하는 것으로서, 일본 미국 등에서 많은 연구가 수행되고 있고, 여러 분야에 광범위하게 사용될 수 있지만 실용화에 가장 접근하고 있는 분야는 빌딩이나 교량의 구조재료로의 사용이다.

그렇다면 과연 재료자체가 구조물의 상태를 자가진단하고 경보를 발하는 것이 가능하겠는가? 라는 의문을 가지게 된다. 이것은 아직 연구단계이기는 하지만, 구조물 내의 내력 변화를 전기적 변화로 감지할 수만 있다면 이노빙도 실현이 가

능하다. 다시 말해서, 탄소계통의 재료가 일반 콘크리트보다는 전기전도도가 약 10배정도 크다는 원리를 이용하여 전기전도성 재료를 센서형태로 제작하여 콘크리트 모체에 삽입하게 되면 외력에 의하여 또는 주변 환경에 의해 구조물에 균열이 발생했을 경우에는 이것이 전기적으로 변화를 가져와 이를 감지하여 보수의 필요여부를 판단할 수가 있다.

이러한 전기적 변화는 보통의 전기측정기로도 쉽게 탐지할 수가 있어 콘크리트의 균열이 확대되기 전에 보수를 할 수가 있어 위험과 경비를 줄일 수가 있고, 나아가서는 구조물의 붕괴 가능성을 사전에 미리 예측해 낼 수도 있다.

기존에는 광섬유 등을 사용하여 이러한 가능성을 연구해 왔지만, 콘크리트 모체와의 일체화가 어렵다는 단점이 있어 사용상에 어려움이 많다. 현재 일본에서는 清水建設과 東京大學이 공동으로 재료개발에 참여하고 있으며⁴¹⁾, 이 그룹에서는 탄소섬유와 유리섬유를 수지로 결합시킨 복합재료를 개발하고 있다. 이 재료를 구조물내에 매설을 하게 되면 하중이 작용하여 탄소섬유에 변형이 발생하였을 때 전류의 흐름상태를 표현하는 전기저항이 증가하여 구조물의 현재의 열화상태 등을 감지할 수가 있다. 이를 위해서는 구조물내에 매설해 놓은 전기전도성 복합재료의 변형량과 전기저항치의 변화를 사전에 시험을 통하여 확인해 놓을 필요가 있다.

인텔리젼트 재료로서 현재 검토가 되고 있는 복합재료들의 재료적 물성은 표 4와 같다.

표 4 탄소섬유 복합재료의 재료적 특성

종류	인장강도 (kgf/cm ²)	탄성계수 (kgf/cm ² x 10 ³)	늘임율 (%)	직경 (μm)	섬유 다발 (본수/ 다발)	전기 저항 (μΩ cm)
Pan계 고강도 탄소섬유	40,000	2,400	1.7	7.0	6,000	244
Pan계 고탄성탄소섬유	30,000	3,500	1.1	6.7	6,000	263
Pitch계고강도 탄소섬유	26,000	2,450	0.9	10.0	3,000	148
유리섬유	25,000	740	4.8	16.0	4,200	
비닐에스텐	830	35	5.3			

6. 철근부식 방지용 콘크리트

염분을 함유하여 콘크리트속의 철근이 부식한 경우 콘크리트속의 염분을 적극적으로 제거하여 콘크리트 본래의 방식성능을 회복시키는 탈염공법이 최근 주목을 받고 있다. 이 방법은 염해의 피해를 받은 콘크리트 구조물의 보수공법으로서 매우 획기적인 공법으로 받아들여지고 있지만, 이 공법에도 전기전도성 콘크리트의 적용이 가능하다⁵⁾.

이 공법에서는 그림 3과 같이 콘크리트 속의 내부철근을 음극으로 하고 콘크리트 표면에 전기전도성 페인트, 아연합금, 특수 아스팔트, 귀금속 등을 코팅한 티탄 매쉬 등의 전기전해질 재료들을 사용하여 양극으로 사용하여 전기를 통했을 때 전위차에 의하여 염분을 제거하도록 되어있다.

그러나, 이러한 재료들은 산화반응에 의해 콘크리트와의 경계면에서 저항이 증가하고, 부착력이 감소하는 등의 단점이 있었는데, 전기전도성 콘크리트를 이용하게 되면 이러한 문제점을 개선할 수가 있다.



그림 3 전기전도성 재료를 이용한 염분제거

7. 발열콘크리트

7.1 발열콘크리트의 원리 및 연구동향

전기에너지는 여러 가지 형태의 에너지로 변환하여 사용할 수 있는데 그 중의 한가지가 전기에너지를 열에너지로 전환하여 사용하는 방법이다. 이를 간단히 주열열이라고 하는데, 주열열은 전류의 흐름에 비례하고 저항에 비례한다. 일정한 전압을 걸은 상태에서 저항이 낮게 되면 전류가 커지게 되어 전열체에는 열이 발생하게 된다. 이러한 원리를 이용한 것이 전기전도성 발열콘크리트이다.

발열콘크리트의 기술은 여러 선진국들에서 개발되어 일부는 응용이 되고 있는데, 그 중에서도 기후적인 여건 등으로 인하여 러시아가 기술의 선도국이라 할 수 있다. 러시아에서는 발열콘크리트를 온실등에 적용하였고, 발열콘크리트를 이용한 라디에이터, 전기다리미 등도 제작하였다고 보고되고 있다.

국내에서는 동양시멘트(주) 중앙연구소에서는 94년도부터 전기전도성 시멘트 콘크리트에 대한 연구를 수행하여 발열콘크리트를 도로 용설용으로서 개발, 몇차례에 걸쳐 시험시공을 실시하였고, 벽산건설에서는 발열콘크리트를 난방용으로서 연구진행중에 있다.

아래에 발열콘크리트를 용설용으로 개발한 내용에 대하여 간단히 기술하고자 한다.

7.2 발열콘크리트의 물리적 특성

일반 시멘트 경화체의 비저항은 $1 \times 10^1 \Omega \cdot m$ 정도이지만, 발열콘크리트의 비저항은 통상 $1 \times 10^1 \Omega \cdot m$ 정도이며, 배합 및 성형 조건에 따라 $1 \times 10^2 \Omega \cdot m$ 까지 조절이 가능하다.

발열콘크리트의 강도는 배합에 따라 조절이 가능한데, 일반적으로 압축강도는 28일에 300kgf/cm^2 이상, 휨강도는 28일에 70kgf/cm^2 이상을 나타내고 있다. 그리고 발열콘크리트는 재료의 비저항, 사용전압, 사용전류 및 공시체의 형상 등에 따라 발열특성이 달라지며, 최고도달온도 및 도달속도는 사용재료의 배합에 따라 조절이 가능하다.

7.3 발열콘크리트의 시공

발열콘크리트는 현장에서 현장타설방식으로 시공할 수도 있고, 발열콘크리트를 공장에서 미리 프리캐스트로 제품화하여 현장에서 설치할 수도 있다. 또한 도로의 종류에 따라서 아스팔트 포장이나 콘크리트 포장 모두에 적용이 가능하다.

7.3.1 아스팔트 포장 전면용설방식

이 방식은 발열콘크리트를 아스팔트포장에 부분용설방식이 아니라 전면용설방식으로 채용한 방식으로서, 아스팔트 포장위에 쌓인 눈을 완전히

용설시키는 방식이다. 그림 4는 이 방식으로 시공한 예로서, 시공위치는 동양시멘트 중앙연구소이며, 시공시기는 1997년 11월이다. 이 때 시공을 한 이후에 눈이 왔을 때에 발열콘크리트로 시공한 부분과 일반 아스팔트로 시공한 부분이 명확하게 구별되어 발열콘크리트에 의한 용설효과를 확인할 수 있었다.



그림 4 아스팔트 포장 전면용설방식에 의한 시공예

7.3.2 아스팔트 포장 부분용설방식

이 방식은 발열콘크리트를 아스팔트포장에 부분용설방식을 채택한 경우로서, 아스팔트 포장위에 쌓인 눈을 완전히 용설시키는 것이 아니라 발열콘크리트를 일정한 간격으로 시공하여 그 사이 부분은 발열체의 잔열로 용설을 시키는 방식이다. 그림 5는 이 방식으로 시공한 예로서, 시공위치는 영동고속도로 소사휴게소 부근의 확장구간으로서, 한국도로공사와 공동으로 시공하였고, 최적의 용설시스템을 선정하기 위하여 발열콘크리트를 350m에 걸쳐 5가지로 달리 시공하였다. 시공시기는 마찬가지로 1997년 11월이다.

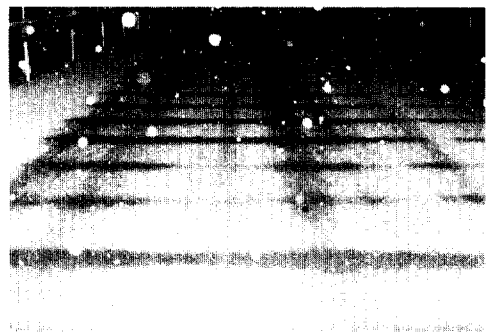


그림 5 아스팔트 포장 부분용설방식에 의한 시공예

7.3.3 콘크리트 포장 부분용설방식

이 방식은 발열콘크리트를 현장타설방식이 아닌 프리캐스트 제품으로 만들어, 현장에서 간단하게 결선을 하여 시공하는 방식이다. 이 방법은 제품 품질의 안정성을 기할 수 있고, 작업원의 숙련도에 관계없이 손쉽게 시공할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그림 6은 발열콘크리트 프리캐스트 제품에 전기를 가했을 때에 내부의 열분포를 열화상측정기로 측정한 그림이다.

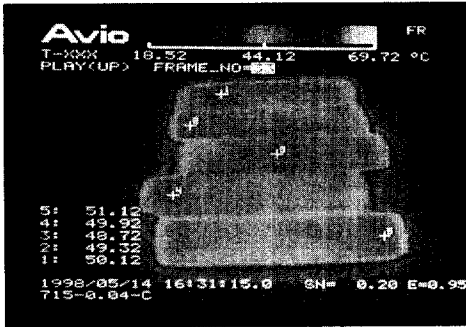


그림 6 열화상분석기에 의한 발열콘크리트 프리캐스트 제품의 내부 열분포 사진



그림 7 발열콘크리트 프리캐스트 제품을 이용한 용설효과 확인시험장면

또한, 그림 7은 1998년 11월 말에 국내에서 한랭하고 적설량이 많은 곳으로 손꼽히는 강원도 사북지역의 해발 1,000m되는 위치에 발열콘크리트 프리캐스트 제품의 용설효과를 검증하기 위하여 (주)대한과 공동으로 시험시공한 후 용설효과를 확인하는 시험장면이다.

급번 시험시공 및 용설효과 확인 시험은 대기 온도가 영하 10도를 밑도는 매우 추운 날씨에 실시되었으며, 이 위치에서의 발열콘크리트에 의한

용설효과 확인은 국내 어느 위치, 어느 환경에서의 시공도 가능하다는 것을 의미하므로 이번 시험시공의 의미는 매우 크다고 할 수 있다.

8. 결론 및 향후 계획

이상과 같이 일반적으로 부도체로 인식되어 왔던 기존의 콘크리트 재료에 전기전도성이라는 특성을 부여하게 되면 콘크리트의 응용 분야를 다방면으로 확대할 수가 있고, 새로운 수요의 창출도 가능하게 된다.

현재 국내에서는 몇몇 연구기관에서 전기전도성 콘크리트에 대한 연구를 계속 수행하고 있어, 이 분야의 연구성과에 큰 기대를 걸어 봄직도 하다. 특히 발열콘크리트를 도로 용설용으로 적용하는 연구는 거의 실용화단계가 도달하였다.

발열콘크리트가 도로 용설용으로서 실용면에서 충분히 적용이 가능하다면 공항의 활주로나 터널의 입출구, 그리고 염화칼슘의 사용에 의해 콘크리트의 열화문제가 발생하는 교량 상판 등에 적용이 가능하다. 겨울이면 항상 눈 문제로 여러가지가 교통장애가 발생하고 있고, 강원도 산간지역은 교통두절이 심심치않게 일어나고 있는데, 이러한 눈으로 인한 교통장애가 없어질 날도 멀지 않을 것으로 믿어 의심치않는다.

참고문헌

1. 동양중앙연구소, "도전성 몰탈의 특성 해석 및 집지 시스템 기초 연구", 1997. 9
2. 김기일, "시멘트콘크리트를 이용한 전자파차폐", 월간 신기술, 10권 10호, 1996
3. 이덕출 외, "정전기의 기초와 장애해 방지", 용보출판사, 1995
4. 杉木 稔, "インテリジェント コンクリート" 日本コンクリート工學協會, コンクリート工學, Vol. 32, No.7, 1994.7
5. Ping Gu, R. J. Brousseau, Ping Xie and J. J. Beaudoin, "Conductive Concrete Overlay -- An Innovative Anode for Cathodic Protection in Reinforced Concrete?", Institute for Research in Construction, CANADA. ☐