輻射冷暖房 方式의 種類와 特徵

(株)大氣社 商原 繁

「建築設備と配管工事」 第33巻 第1號('95. 1)
日本工業出版(株)

※「복사냉난방 방식의 종류와 특징」에 대한 내용은 무단으로 전재하거나 복사 사용 할 수 없습니다.

머리말

복사냉반방이라고 하여도 그역사는 오래고, 종류도 여러가지가 있다. 그 각각의 용도와 목적도 냉난방의 보조적 수단으로 하는 것부터 적극적으로 쾌적성을 추구하는 것까지 폭이 넓다. 오일쇽크 때는 태양열의 패시브적인 이용으로서 구체축열이나 공기에 의한 바닥난방 방법에서 볼 수 있다. 그 이전에는 화로나 증기라디에이터 등의 고온열매를 사용해서 난방을 주체로 한 것이다. 근년에는 원적외선이라고 하는 저온복사의 난방방식을 채용하는 예가 많다. 그리고 공기를 단지 가열 또는 냉각하는 종래의 공기조화의 결점을 제거하고 쾌적성을 높이기 위해서 복사 패널에 의한 냉방방식이라고 하는 것이 나타나기 시작하였다.

2. 복사냉난방의 구분

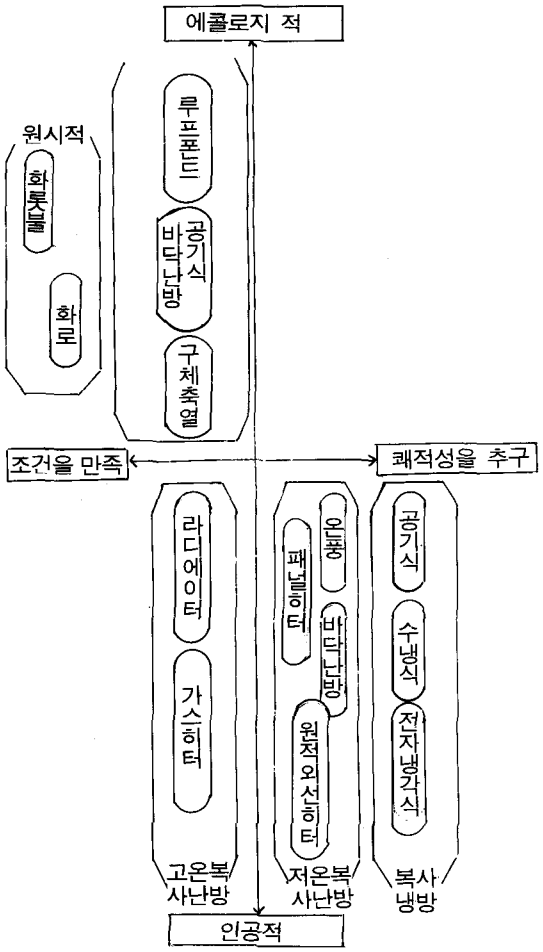
복사냉난방의 등급과 그 각각의 수단으로 보아 복사냉난방의 종류의 위치를 개념적으로 표시한 것이 [그림-1]과 같다.

등급으로서는 냉난방의 조건을 만족시키는 것과 쾌적성을 추구하는 것을 대비시키고, 수단으로서는 어콜로지적과 인공적으로 구분해서 분류해 보았다.

등급으로서는 냉난방의 최저조건을 만족시키는 것으로서 원시적인 수단인 화로든가 불을 때는 난방시스템이다.

그것이 쾌적성을 보다 추구하게 되고 증기라디에이터로 고온복사난방으로 변하고 더욱더 원적외선이라고 하는 저온복사난방, 바닥난방, 복사패널에 의한 냉방이라고 하는, 공조시스템으로서는 일보 진보한 방향으로 변화하고 있다, 또 열의 매체온도는 난방의 경우 고온으로 부터 저온으로 되어 있다(냉방은 저온으로부터 고온). 이것이 복사냉난방 방식을 엑셀기적으로, 성에너지 시스템으로서 간주되는 이유이다.

복사냉난방의 수단을 구분해보면 태양열의 패시브이용의 대표라고 할 수 있는 루프폰드 [그림-2]라고 하는것 부터, 베츄리 소자에 의한 전자냉각식의 냉방 시스템 까지, 에콜로지의 수단으로부터 보다 인공적인 수단에 의한 것까



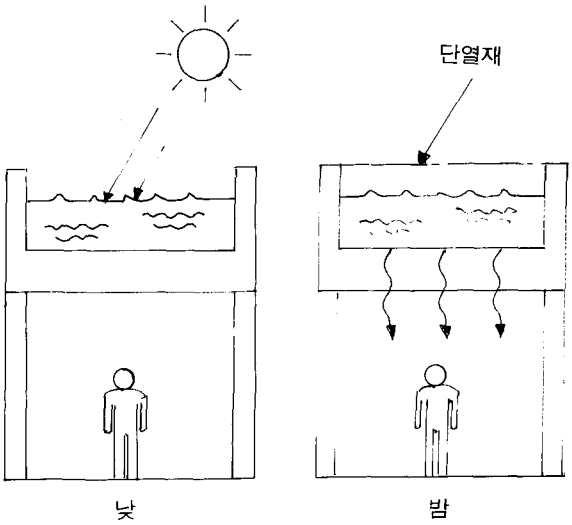
[그림－1]복사냉난방의 종류별 위치

지 폭이 넓다.

냉방과 난방은 효율적인 우위성 및 결로대책 면에서는 난방이 단연 우수하다.

따라서 옛부터 사용되어 왔던 증기라디에이터 등이 초기의 난방방식이였던 것이다.

복사방열량과 흡열량의 관계에 있어서도 각각의 표면온도(절대온도)의 4승의 차에 비례하므로 복사율과 형태계수가 같다고 하면 온도차가 큰 것이 유리하다. 따라서 냉방의 경우 결로면에서 온도차를 크게 할 수 없으므로 복사율과 형태계수를 고려할 필요가 있다. 다시 말해서



[그림－2]루프폰드(Roof Pond)

냉복사냉각패널은 될 수 있는대로 흑체로서 열을 흡수하기 쉽게, 냉방의 대상이 되는 사람에 대해서 면적을 크게 취할 필요가 있다. 다음으로는 특히, 복사냉방으로 국한해서 기술하기로 한다.

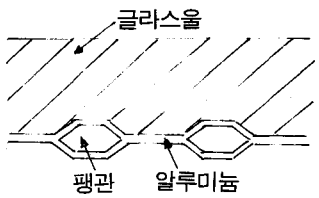
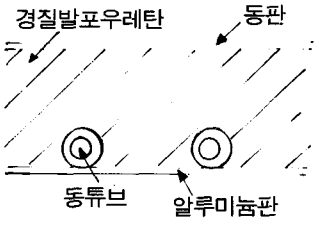
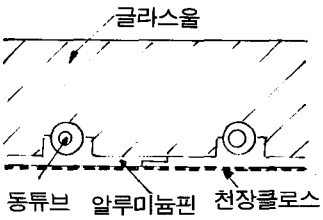
3. 복사냉방의 종류

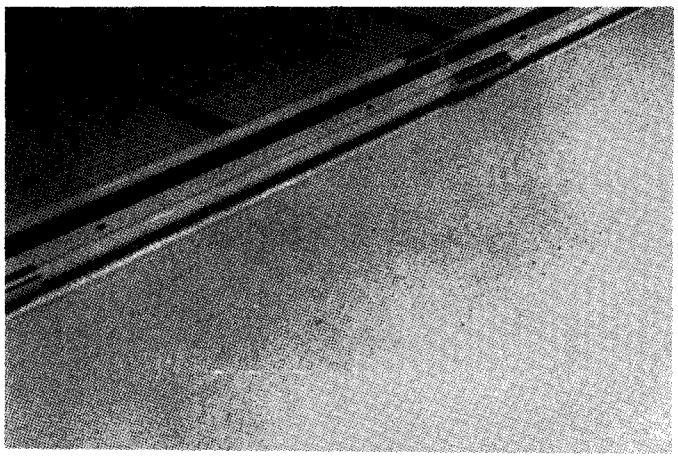
천장복사냉각패널에는 수냉식, 공냉식, 전자냉각식의 3종류가 있다. 그 어느방식도 패널유효면적이 실내바닥면적의 60% 이상이고, 패널 밑면의 온도가 22℃이하로 냉각되는 한, 흡열량은 40～80kcal/m²·h (복사패널면적기준)로서 실내공기온도는 여름 더운 때에도 상하균일하게 26～28℃로 되며, 인체는 25～26℃인 것처럼 온냉감을 느낀다.

패널은 천장을 겸한 것이므로 강성, 경량이고 녹이 안생기고 보기좋고 열전도율, 방사성능 등의 균형이 우수한 것이 좋으며, 알루미늄 가공품이 적합하다.

습도가 높은 날에, 밑면에 결로가 생기는 일이 없도록 급기는 제습기로서 제습할 필요가 있다.

[표-1]방사패널의 형식

A		알루미늄롤본드(양면 팽관)이며, 방사면에 팽관패턴이 나타난다. 일반적으로 상용내압 3~5kg/㎠G, 고성능, 경량이다.
B		단열재와 일체로된 샌드위치 패널이며, 동튜브와 방사면의 압착은 우레탄 발포압에 의한다. 방사면은 모양을 추가하여 외관향상이 가능하고 경량이다.
C		동튜브와 알루미늄핀은 압착하고 방사면은 핀상의 연결, 방사면은 클로스 부착으로 외관향상, 연결로서 치수의 자유도가 크다.



[사진-1]

■수냉식

일반적으로 실용화 된것을 [표-1]에 표시한다. 공장에서 반입이 가능한한, 될 수 있는 대로 크게 제작하여 수압시험, 윗면단열, 하면화장을 하여 현장에서의 조인트수와 공수를 적게 한다.

순환냉수 입구온도는 20℃로서 좋으나, 밑면에 화장클로스를 바를 때는 16~18℃로 내린다.

[사진-1]에 패널의 실예를 표시하였다.

통수중량은 10kg/㎡정도이며, 조정할 수 있는 행깅볼트로 매달고서 패널간의 냉수조인트를 취부한다.

조인트는 내구성 고무호스 접착제 도포, 2중클램프나 금속성 플렉시블 조인트로 하며, 종류가 다른 금속관이 직접 접촉하여서 전촉(電觸)이 생기지 않게 전기절연성이 좋은 실(seal) 재료를 끼우고 조인다.

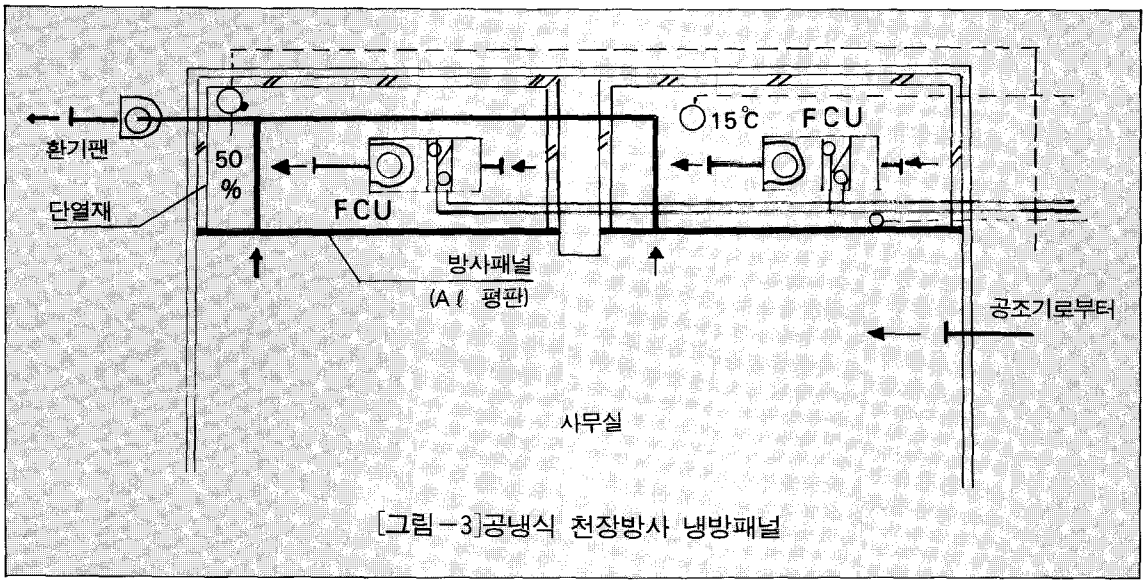
시공과 점검이 용이 하게끔 천장속의 수직스페이스를 250mm 이상으로 하며, 패널주변에 개폐 가능한 블랭크 천장, 또는 복도천장위로 출입이 가능한 맨홀을 설치한다.

■공냉식

수냉식은 COP가 가장 우수하며 제작, 시공을 표준대로 하면 누수하는 일이 없으나, 만일 외상에 의한 누수가 중대한 손해를 끼칠 우려가 있는 방은 공냉식으로 한다.

두께 2mm의 알루미늄 평판을 현장에서 설치하여 천장면을 구성하고 그 밑면에 화장재를 바르고 천정속은 밀폐플레넘으로 하며, 천장패널 이외의 면에는 단열 제습시공을 하는 것이다.

밀폐플레넘내에 FCU또는 패키지식 에어콘을 설치해서 냉풍을 순환시킴으로서, 천장 밑면이 22℃가 되도록 냉각한다. 냉풍온도는 16℃ 정도로 하여야 하므로, 천장속에 외기가 침입해서 결로하는 일이 없도록 기밀하게 시공할 것



[그림-3]공냉식 천장방사 냉방패널

이며, 점검구의 문도 기밀하게 닫치게 한다. 실내에의 공급공기는 천장내의 냉기와는 관계없이, 별도의 공조기로부터 급기덕트를 천장을 관통시켜서 천장디류저로서 취출하든가 또는 벽면상부에서 취출하게 한다. 그예를 [그림-3]에 표시한다.

■ 전자냉각식

전기를 통하므로서, 바로 냉접점소자가 0℃ 이하로 냉각되므로 조작은 극히 간단하다. 그러나 적은 면적의 소자(素子) 1개로서, 얼마나 넓은 면적의 천장패널을 밑면온도 22℃에 가깝게 평균화 하는가, 열전도율이 좋은 후판이나 히트파이프를 사용하는가, 그 어느 것이라도 초기코스트가 높게 되 뿐더러 열접점냉각 공기덕트, 또는 냉각수배관을 필요로 하며, 더구나 COP가 극히 낮고, 런닝크스트로 불리하다.

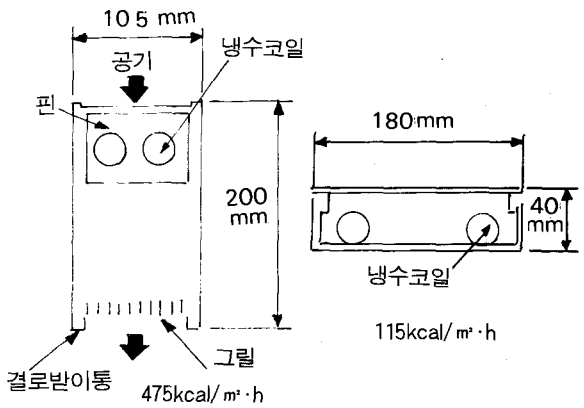
4. 해외의 예

복사냉방은, 복사난방에 비해서 결로대책면에서 불리하다고 기술하였으나, 하절에도 유럽과 같은 저습도 지역에서는 채용되고 있다.

최근 수년 해외의 문헌에, 천장복사냉방이 시공된 예의발표가 속출하고 있으므로 그 개요를 소개한다.

스웨덴의 콘벡터형 복사냉방패널

스웨덴과 핀란드에서는 복사냉방패널의 메이커가 수개사있으며 [그림-4]와 같은 2종류가 천장용으로서 가장 널리 판매되고 있다. 우측의 수평 플레이트형이 구식이고, 좌측의 콘팩트형이 새로운 타입이라고 한다. 수평투영면적당의 냉방능력은, 후자가 전자의 4배 이상이며,



흡열능력은 실내공기온도와 평균냉수온도와의 차가 8℃일때

[그림-4]북구에서 대표적인 천장방사 냉방패널의 수직단면

대류가 85%로서 종래의 공조와 복사공조의 중간적인 천장 매달기 콘벡터와 같은 것으로 본다. 열부하 처리능력은 콘벡터형일때 155kcal/㎡·h정도이다(냉수입구온도 14℃, 출구온도 16℃, 실내조건 24℃, 55%).

■ **에이크라손사** (스웨덴의 프로젝트 엔지니어)의 영국 한마스미스 프로젝트(1989년)

건축규모 : 지항9층, 지하1층, 면적불명, 중앙에 아트리움
시 공 : 플렉트 엔바이론멘탈사(스웨덴)
천장복사패널 : 콘벡터형
냉수온도 : 입구 14℃, 출구 16℃
실내풍속 : 0.2m/s 이하
냉각부하 : 155kcal/㎡·h

■ **노루스크데이터사**(노루웨이)의 영국 뉴베리 사무소(1989년)

건축규모 : 지상3층×2동, 4층×1동 연 5452㎡
천장냉방설계 : Lars Myhre사(노루웨이)
관 리 : 에이크라손사(스웨덴)
천장복사패널 : 수평플래이트형(조명취부가능)
냉수온도 : 입구 16℃
실내온도 : 23±3℃, 습도 : 40±10%RH

■ **오피스**(필란드, 헬싱키시)

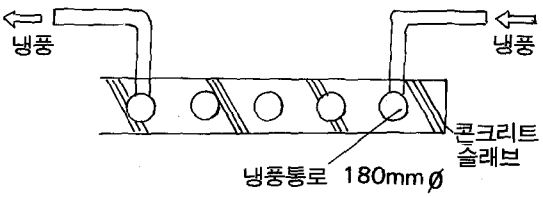
건축규모 : 연 6,600㎡
천장복사패널 : 콘벡터형
냉수온도 : 입구 14℃, 출구 16℃
실내온도 : 24℃, 습도 : 50%(노점 : 13℃)

■ **스웨덴의 콘크리트제 공냉식 천장복사 냉방패널**

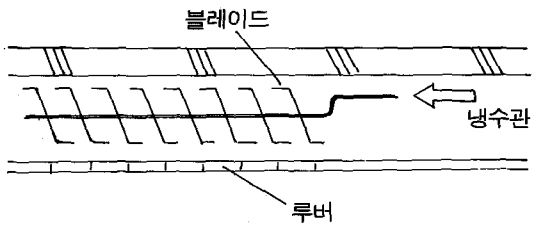
스웨덴의 테루모덱트(termo Deck)는 4m×1.2m×0.27m의 프리패브 콘크리트 슬래브로서 [그림-5]와 같이 0.18mφ의 통기공 5개가 평행하게 내부에 배열되어 있다. 야간에는, 여기에 냉풍을 통해서 축냉한다.

■ **독일 크란츠사의 천장복사냉각패널.**

다수의 평행하고 경사진 큰면적의 알루미늄판 루버(블레이드, 윙 이라고도 함)를 동의 냉수관으로 꼬챙이에 꿴 모양으로 한 것이며 복사가 주이고 처리능력은 129kcal/㎡·h의 고성능이다. 실내면적의 30~70%를 커버하게끔 설치하고 화장판 또는 격자천장으로서 내장한다 [그림-6]



[그림-5]스웨덴의 콘크리트제 공냉식천장방사냉방패널



[그림-6]크란츠사의 천장방사냉방패널

다음은 시공된 예이다.

■ **듀렌시의 은행에** 2500㎡에 이 패널을 격자천장 붙임으로 설치하여, 52-95kcal/㎡·h의 열부하를 처리하고 있다. 패널 상부의 공간의 높이는 2500mm, 신선외기는 실내 설정온도 보다 3℃ 낮게 공급한다.

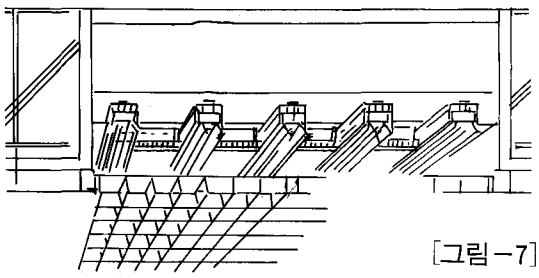
■ **돌트문의 회슈사(Hösch AG)의** 데이터처리센터에서는 종래의 공조, 특히 드래프트에 대한 불평이 계속 되므로 950㎡의 격자천장 붙임의 크란츠 패널로 개장 하였다. 처리능력은 52~95kcal/㎡·h,신선회기는 7㎥/㎡·h이며, 패널사이에 설치된 수왈디퓨저로서 취입된다.
패널면과 실내의 온도차는 외기온도에 의하지만 4~8 °이다.

■ 아헨시 상공회의소 중축동의 천장 총면적의 약절반에 해당하는 440㎡의 크란츠패널을 시공. 처리능력은 43~69kcal/㎡·h. 크란츠의 영국대리점(에섹크스주)의 광고에는 최고능력 129kcal/㎡·h, 냉수입구온도는, 결로방지 17℃이상이라고 기재되어 있다.

5. 일본의 예

일본에서는 냉복사를 주체로 한 수평 패널의 채용예가 주체이다. 그것은, 쾌적성을 중시한 까닭이고, 유럽에서 볼 수 있는 콘벡터형과 같은 것을 채용한 예는 적다. 열부하의 처리를 대류효과에 기대할 정도라면, 보다 효율이 좋은 시스템이 존재한다. 유럽과 달라서 일본의 여름은 제습기 없이, 천장냉복사는 할 수 없다. 따라서 송풍은 제습기가 있는 AHU로서 별도 조정할 필요가 있다. [사진-2]와 [그림-7]은 조명기구가 달린 복사패널이며 어떤 휴양실에 채용된 예 이다.

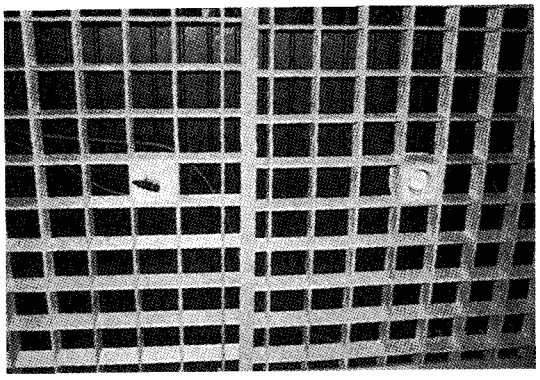
[사진-3]은 격자천장을 부치기 전의, 복사패널 밑면의 모양이다. [사진-4]는 어느 파이럿 하우스에 설치하고 그 밑면을 거치른 목제격자로서 커버한 것이다. 수냉식의 흡열능력은 실내의 공기온도와 평균통수온도와의 차이에 따라서 40~80kcal/㎡·h정도이다. 또 열부하의 처리분담은 복사와 대류로서 반반 정도이다. 전술한 바와같이 대류전열을 억제하고 있으므로, 유럽의 예에서 볼 수 있는 콘벡터형이나 대류병용형의 열부하 처리능력보다 적은 것은 당연하다. 냉수입구온도는 유럽에서는 14~18℃였는데 일본의 예에서는 결로대책 등으로 16~20℃의 범위로, 높게 설정할 때가 많다.



[그림-7]

[사진-2]

[사진-3]



[사진-4]

6. 맺음말

사회의 요망이나 인간의 가치관이라고 하는 것은 그 시대에 따라서 변화하고 있다. 최근 환경문제가 논의 되고 있다. 프론에 의한 오존층의 파괴, CO_2에 의한 지구의 온난화 등이 크게 문제시되는 상황에서 공조기술자 자신의 가치감과 사고방식도 논의되고 있다. 복사냉난방이라고 하는 공조설계의 수법이 에콜로지칼한 수법과 인공적수법과의 둘 중 택일의 선택이 아니고, 양자의 조화된 시스템구성을 구축하는 것으로 본다. 영국의 노만·포스타·리챠드·로져스 등의 해외의 저명한 건축가는, 에콜로지칼한 설계에 흥미를 가지기 시작하였다고 한다. 복사공조는 의장적인 제약이 크며 건축가의 협력이 불가결하다. 공조기술도 단지 공기를 데우거나 차게하는 것 뿐만 아니라 환경을 콘트롤하는 기술로서 보아야 한다. 성에너지와 쾌적성은 상반하지 않는다고 하는 사고방식으로서 복사냉난방 방식이 지구환경에 적응하는 공조시스템으로서, 전개되어야 할 것으로 본다.

(參考文獻)

(1) 森林廣次, 森林浴空調 「ヘルシーエア」, 建築設備 1993年 1月號

(2) Cjristopher K. Wikins, Cool ceiling system : A Europian air-conditioning alternative, ASHRAE Journal August 1992

(3) The case for convective cooling, BUILDING SERVICES MAY 1992

(4) Form following function : Building analysis, Nirsk Data phase 2, BUILING SERVICES APRIL 1992

(5) Steve Wilis & John Wilkins, Mass appeal : Indoor climate control, TermoDeck test results, BUILDING SERVICES JANUARY 1993

(6) Faanc Sodec, Cold comfort, BUILDING SERVICES RANUARY 1993

건설기술연구성과 발표회

한국건설기술연구원(원장 李載明)은 '94년도 수행 완료한 연구성과의 보급을 통해 국내 건설기술의 발전을 도모하기 위해 지난 4월 12일과 13일 양일간에 걸쳐 교총회관에서 '제7회 건설기술연구성과발표회'를 개최했다.

이날 발표회에서 기전분야를 비롯한 구조, 도로, 지반, 수자원, 환경, 건축, 건설관리 등 9개 분야의 54개 과제가 발표되었으며, 아울러 전문가들의 토론으로 진행되어 건설업계의 발전에 큰 보탬이 되었다.

각 분야별 발표주제는 다음과 같다.

■ 구조 : 지진피해를 받은 구조물의 보수·보강 공법 등 5개 과제

■ 도로 : 도로용량편람 연구조사(Ⅰ)등 5개 과제

■ 지반 : 오염지반 정화기술에 관한 연구등 7개 과제

■ 수자원 : 하천환경 관리기법 개발연구·조사등 8개 과제

■ 환경 : 왕겨 활성탄에 의한 처리수의 수질 개선등 6개 과제

■ 건축 : 건축물의 최적유지관리 모형개발등 6개 과제

■ 기전 : 사무소건물의 조명에너지 절감기법에 관한 연구등 4개 과제

■ 건설관리 : 건설시장개방에 대비한 분쟁 및 클레임 방지 대책등 7개 과제

■ 정보센터 : 정보센터 정보자료 이용방법등 6개 과제

본지는 다음호에 기전분야의 연구과제를 게재할 계획이다.