

Wirand Concrete의 特性 및 用途

Revista IMCYC 60 號(73. 1~2 號)에서

- 보통의 混合要素인 자갈·모래·시멘트·물 이외에 등골거나 장방형의 단면으로 된 작은 骨材가 사용
- 되는 Wirand(위란드)콘크리트를 만들기 위한 효과적인 새로운 배합 방법에 대해 언급코자 한다.
- 이 배합 방법이 가지는 利點은 굴곡에 대한 콘크리트의 저항력을 증가시켜 준다는 것이다. 여기에

- 서 도로 포장이나 석판, 건축상의 구성 요소 등에 있어서의 Wirand가 지닌 다양한 用途를 설명하기로 한다. 또한 종래에 사용되어 온 콘크리트의 사용시 수반된 難點을 해결해 주게 될 Wirand 콘크리트가 장차 차지하게 될 중요성을 아울러 취급코자 한다.

調査의 전개

종래에 사용되어 온 콘크리트의 가장 큰 결점의 하나는 張力 또는 應力에 대한 낮은 저항이었다. 이러한 張力을 받기 쉬운 要素에 있어서는 콘크리트 内部에 철근이나 철그물을 놓아 어떤 힘(重力)을 견디어 낼수 있게 한다. 콘크리트의 장력에 대한 낮은 저항을 방지하기 위한 간접적인 방법은 사전 압축과 사후 압축이다. 그러나 이 방법은 실제로 콘크리트에 균열이 생겨 장력에 대한 저항을 그다지 증가시켜 주지는 못한다. 장력에 대한 콘크리트의 낮은 저항을 방지하기 위한 직접적인 방법을 찾을 目的으로 Romualdi 氏는 다음과 같은 사실을 관찰할 수 있었다. 즉 콘크리트의 균열에 대한 저항은 直徑이 작고 짧은 철근조직을 콘크리트 혼합물에 마구 뿌려 사용하면 상당히 증가될 수가 있다는 것이었다. 鐵筋組織이 장력에 대한 콘크리트 저항을 증가시킬 수 있다는 논리는 균열부의 「메카니즘」 즉 組織上的 작용에 대해 이미 인정된 개념에 의한 것이다.

정상적으로 만들어진 콘크리트는 많은 균열과 품질의 불균일성을 야기시키는 약한 物質인 것이다. 이러한 균열은 힘의 集中點으로 작용하여 콘크리트를 지탱키 위해 要求되는 同一한 힘의 量을 크게 감소시킨다. 콘크리트에 높은 탄력을 가진 철근조직이 있으므로해서 균열부 전단의 힘의 強度가 감소되고 결과적으로 균열을 억제하려는 저항이 증가된다.

로무알디·바메에 추도원의 컬럼버스 실험실이 행한 조사연구로부터 「Wirand Concrete」란 國際特許를 얻기에 이르렀으며 이 特許權은 위의 연구를 지휘한 「바메에개발협회」에 속해 있다.

철근 조직의 直徑은 0.15~1.57 mm, 길이는 6.35~63.5 mm 사이의 것이며 直角 또는 장방형의 단면형태로 사용되곤 한다. 실제로 사용되는 철근 조직의 보편적인 형태는 直徑이 0.25~0.51mm, 길이가 19~25 mm 로 다양하다. 특성에는 아무런 영향을 미치지 않은 채 9.5 mm 까지의 각종 크기를 가진 것들도 사용된다. <그림-1>은 굴곡에 의해 부서진 63×75 mm 의 철근組織을 가진 콘크리트 들보의 단층 표면을 보여주고 있다. 이러한 物質이 더 큰 기형적인 모

양을 이룰 때 철근 조직은 원형을 벗어나게 된다.

Wirand 콘크리트의 관리와 작용

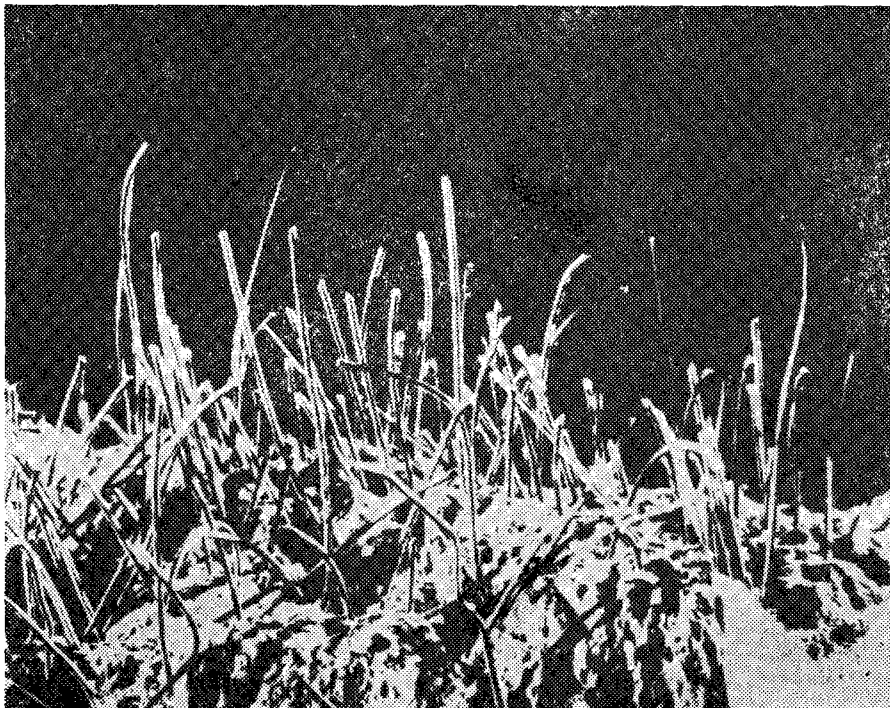
Wirand 콘크리트는 특성으로 볼 때 새롭고도 유일한 建築材料이며 이에 맞먹을 다른 어떠한 종류의 것도 없음이 사실이다. 짧은 철근 조직을 함부로 分散시키면 콘크리트라기 보다는 낙신낙신한 금속처럼 작용하는 물질이 된다. 이와 같은 사실은 전형적으로 특성을 나타낸 <그림-2>에서와 같이 굴곡을 받기 쉬운 Wirand 콘크리트 들보의 積荷遍向에 의해 예증되고 있다. 여기에 사용된 자료는 直徑이 0.25 mm, 길이가 25 mm 인 철근 조직을 2% 가지고 있고, 불순물이 없으며, 습윤한 대기에서 28일 그리고 실험실의 환경상황에서는 1년 반 동안 견디어 낸 모래와 시멘트의 混合物을 의미한다. 최초 균열의 형성에 대한 저항 또는 均衡의 限界는 계획의 目的上 아무런 異狀이 없는 상대적 저항으로 간주된다.

회반죽이나 콘크리트에 철근 조직을 섞게 되면 本物質의 많은 다른 特性에 利로운 효과가 나타나게 된다. 각각의 互轉의 정도는 섞여진 조직

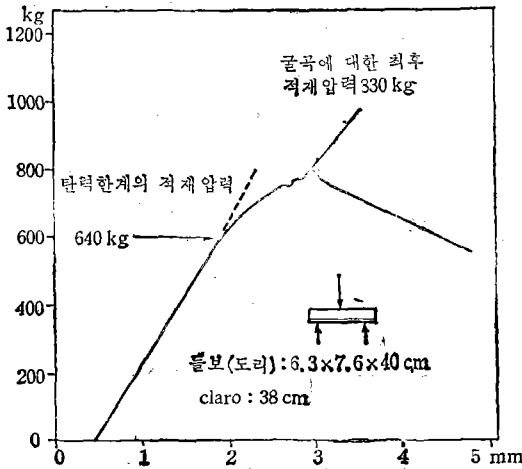
의 량과 상태 즉 길이와 直徑에 의해 결정된다. 바람직한 互轉의 상태를 달성키 위해서는 콘크리트가 효용성의 特質 및 強度를 保存할 수 있는 방법으로 Wirand 混合物을 계획하는 것이 요구된다. 最適의 비율 및 組織의 크기는 適用하는 데 따라서 다양하다. 어떤 경우에는 동일한 효과를 얻는 데 있어서 더 적은 수효의 철근 조직이 사용될 수 있도록 철근 조직을 기획하는 것이 필요하다. 일반적으로 철근 조직의 合成으로 互轉될 수 있는 회반죽과 콘크리트의 다른 特性은 힘과 열 쇼크에 대한 저항, 충격에 대한 저항, 침식 작용에 대한 저항, 민감한 힘에 대한 저항, 외부 損傷에 대한 저항 등을 들 수 있다.

부피에 있어서 2%의 철근 조직을 포함하고 있는 Wirand 회반죽의 열 傳導性은 철근조직이 없는 경우보다 약 3%가 더 크다. 또한 일정한 위치에 놓여진 Wirand 콘크리트가 비교적 균열이 없이 유지된다면 염분의 作用에 의해 외부 表面이 벗겨지는데 대한 저항은 종래의 콘크리트의 경우를 능가할 것이다.

철근 조직의 混合에 의해서 뚜렷이 변경되지 않는 회반죽 및 콘크리트의 특성으로는 열팽창



<그림-1> 굴곡을 받기 쉬운 콘크리트 들보의 단층 表面



<그림-2> 積載力 그래프

틀과 彈力 등을 들 수가 있다. Wirand 콘크리트의 특성은 특정한 所要사항에 따라 조정될 수가 있는데 철근계수(길이, 直徑, 數量) 및 시멘트 內容物(전체적인 混合體의 內容物)을 변경시킴으로써 조정할 수가 있다. 예를 들면 水化콘크리트의 도로포장을 위해 계획되는 混合은 m^3 당 447~503 kg의 시멘트에 9.5 mm를 최대 크기로 전체에 25%까지 철근을 포함할 수가 있다. 다시 말해서 cm^2 당 75~90 kg의 굴곡에 대한 저항을 얻기 위해서 0.4 mm의 直徑과 25 mm의 길이를 가진 철근조직을 1.3~2.0%까지 포함할 수가 있다.

얇은 表面을 위해 混合時 水순물을 포함치 않아야 한다. 시멘트의 비율은 m^3 당 550~670 kg으로 이루어져야 하고 부피에 있어서 2~3%의 철근조직(直徑 0.25 mm, 길이 25 mm)을 포함해야 하는데 이것은 최초 均열 形成에 있어 cm^2 당 140 kg까지의 굴곡에 대한 저항을 얻기 위한 것이다.

Wirand 콘크리트는 일종의 콘크리트이므로 철근조직의 混合時 混合過程에 있어 약간의 변경을 요할 뿐이다. Wirand 콘크리트의 混合을 큰 규모로 하게 되는 현장에서의 混合時 우선 철근조직의 적당한 비율을 모래에다 혼합하고 그 다음 나머지 부수물을 混合케 되면 더 좋은 결과를 얻을 수 있다. 즉 철근조직과 모래에다 다시

시멘트와 물을 첨가하고 최종적으로 일정한 견고성을 얻기 위해 모든 材料가 混合되게 된다.

Wirand 콘크리트는 이동식의 本工場에 있는 혼합기에서 생산해 왔으며 혼합 과정을 시험한 후 그 결과가 체크되곤 했다. 일단 어느 장소에 내놓게 되면 종래의 보통 시멘트와 같은 방법으로 다루어지고 작업된다. 흔히 불순물 없이 희반죽의 혼합을 효과적으로 하려면 마지막으로 직경(0.25 mm 이하)이 작은 철근을 섞는 것이 좋다.

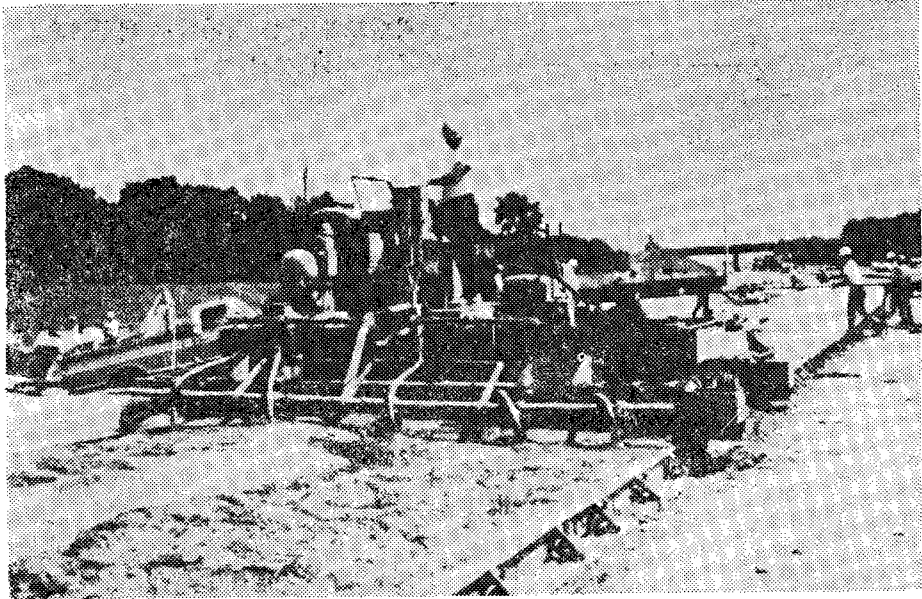
Wirand 콘크리트의 用途

Wirand 콘크리트의 用途는 다음과 같다.

- 1) 어느 일정한 장소의 시설물
- 2) 주요 도로의 포장용 및 복개 공사
- 3) 활주로
- 4) 산업 공장 등의 층계
- 5) 철도 침목용
- 6) 송유관
- 7) 교량
- 8) 관개용 運河
- 9) 제방 및 장벽
- 10) 지하 저장고와 물탱크

그러면 도로 포장에 사용되는 경우를 살펴보자. Wirand 콘크리트의 굴곡과 作業 限界性에 대한 높은 저항 및 持續力은 도로를 포장 또는 재포장하는데 이상적인 材料로서 대두되고 있다. 道路建設에 있어서 콘크리트 混合은 cm^2 당 75~90 kg의 낮은 분열 상태를 얻기 위한 계획이 필요하다. 높은 作業 限界性 때문에 이 같은 數字上的 加減은 있을 수가 있다. 포장에 적용키 위해서 지금까지 이용되어 온 Wirand 콘크리트는 시멘트가 집중적으로 사용되고 그외의 부수물이 적게 드는 종래의 콘크리트와는 다르다. 부수물의 최대 크기는 10 mm 이하로 유지하고, 전체에 대한 비율은 25% 이하로 하는 것이 바람직하다고 여겨져 왔는데 이것은 철근조직의 均일한 분포를 이루고, 좋은 저항 수준을 얻기 위함이다.

혼합물에 있어서 부수물의 目的은 새로운 콘크리트의 취급을 용이하게 하고 도로 포장에 사용되는 포석의 마찰을 감소시키는데 있다. 도로



<그림-3> Heltzel(헬트젤) 裝備를 使用한 Wirand Concrete 鋪裝作業

포장과 그에 사용되는 포석에 관계하여 各種 用材의 적용량은 다음과 같다.

시멘트 : 390~500 kg/m³

모래 : 950~1,130 kg/m³

부수물 No. 8(최대 크기 10 mm) : 355~535 kg/m³

철근조직 : 70~160 kg/m³

물(40~52 G/A) : 195~255 kg/m³

철근조직의 비율은 부피에 있어서 0.9~2.0%로 다양하다. 도로 포장이나 포석을 포함하는 혼합에 있어 흔히 사용되는 철근조직의 종류는 0.41~25.4 mm의 원통형의 철근이며 길이에 있어서는 2.5~0.56 mm에서 25 mm까지의 장방형 단면을 갖고 있다. Wirand 콘크리트와 종래의 콘크리트를 비교하기 위한 좋은 適用例중의 하나는 1968년 미국의 미시간에 있는 어느 工場에서 두개의 순환로를 가진 21 m 길이의 통행로 공사였다.

순환로중의 하나는 鐵筋의 標準值를 사용하여 19 cm 두께의 종래의 콘크리트로 건설하였으며, 다른 하나는 0.25×0.51×19 mm 또는 0.3×19 mm의 面積에다 부피로 2%의 철근조직을 포함하는 10 cm 두께의 Wirand 콘크리트로 건설하였다. 양쪽의 순환로는 路幅이 각각 3.7 m

였고 어느 것도 膨脹 收縮점을 갖고 있지 않았다. 철근조직을 가진 콘크리트 路面이 4년간의 통행과 겨울의 기온 변화에도 아무런 균열이 생기지 않은 반면 종래의 콘크리트로 한 순환로의 경우에는 路面이 3곳이나 횡단균열이 생겼다는 것이다.

1971年 12月, 英國에서는 매끄러운 아치用 뼈대가 사용되는 Wirand 콘크리트를 이용한 도로포장이 시공되었다. 路幅이 2.7 m, 길이 64 m, 그리고 두께가 2.5~10 cm인 도로의 포장이었으며 장비로는 CPP 「60」이 사용되었다. 혼합된 철근조직은 전체부피 70×120 kg/m³에 비례하여 0.25×25.4 mm인 것이 사용되었다.

다음은 建築上의 用途를 보기로 하자. Wirand 콘크리트는 건축이 종래의 콘크리트에 대해 요구하는 설계상의 용통성 또는 유동성 이외에도 다른 중요한 이익이 있다. 약간의 굴곡에도 균열이 심한 보통의 콘크리트와는 대조적으로 Wirand 콘크리트는 상당한 굴곡에 대해서도 좋은 저항을 가진다. Wirand 콘크리트의 굴곡에 대한 높은 저항을 이용하여 종래의 鐵筋 콘크리트가 갖고 있는 것보다 훨씬 더 많은 단면을 갖고 있는 시설들을 시험해 볼 수도 있다. 構造上의 특성에서 볼 때 Wirand 콘크리트의 보장용

철근과의 혼합은 積載力의 能力을 상당히 增加시킬 것이다. 높은 저항력, 구조상의 완벽성, 균열이나 수축함이 없이 시공 즉시로 굴곡이 될수 있는 능력 등으로 인해 Wirand 콘크리트는 구조상 또는 장식상에 있어 굴곡의 형태로나 평평한 형태로의 設備에 이용될 수가 있는 것이다.

Wirand 콘크리트의 축대상의 이용은 완성된 설비로서 内外部의 다양함을 제시해 준다. Wirand 콘크리트를 폴리에스텔과 결합시켜 축조시킨 판벽에 나타난 구조상의 調査는 1.2m×2.4m×15 cm의 판벽이 38.56 kg의 압력으로 누르는 힘을 견디어 났음을 증명하였다. 즉 두께가 12.5 cm인 판벽이 440 kg/m²의 바람이 가져오는 압력을 견디어 낼 수 있음을 입증하였다. 그 결과 약 50 kg/m²의 무게를 갖고 있는 Wirand 콘크리트 판벽은 약 100 kg/m² 무게의 바람이 가져 오는 압력을 견디어 낼 수가 있음이 입증된 것이었다.

같은 방법으로 이러한 目的을 위해 表面 형태가 垂曲線으로 된것이 단계적으로 축조되었다. 우선 약한 철관으로 된 아취형 뼈대 위에 1.3 cm의 두께를 가진 평평한 곳을 Wirand 희반죽으로 시설하고 垂曲線을 형성하기 위해 철관을 굴곡시키고 그 다음으로 압축된 表面上的 양끝 부분을 시공한다. 이때는 단지 희반죽으로 되는 5 cm×5 cm의 평평한 들보를 형성하고 직경 25 mm의 파사형의 뼈대가 보강용으로 포함된다. 표면의 적재압력의 특징은 증명되어 약 4.4 t/m²의 일정한 압력을 견디어 낼수가 있다.

Wirand 콘크리트의 노출된 조직은 산화되는데 이렇게 되면 결합이 발생하게 되는 것이다. 노출된 철근을 잘 保存케 되면 장식적 效果를 도모할 수도 있다. 또한 工事의 완성 과정을 통해 철근의 노출을 방지하거나 최소한으로 할 수 있는데 희반죽으로 表面을 다듬거나 물이 스며 들 수 없는 조직적인 部分을 설비하거나 또 산화되지 않는 비산화성 금속을 사용함으로써 그 같은 결합을 피할 수 있다. 껍질부가 다른 物質로 임혀진 철근조직은 산화되지 않으며 노출부의 산화는 콘크리트의 표면에서만 되고 그의 부분은 산화되는 일이 거의 없다. Wirand 콘크리트의

저항이 노출에 의해 감소되지 않은 것은 이런 이유에서다.

공기가 적절히 포함될 때 Wirand 콘크리트는 응고나 용해에 의한 손상을 받지 않으며 염분에 의해 야기되는 껍질부의 침식작용에 대한 저항에 관한한 공기를 포함한 보통의 콘크리트와 동등하다. Wirand 콘크리트는 바닷물에 대한 노출 상태에 높은 저항력을 갖고 있다.

Wirand 콘크리트의 未來

보다 양호한 건축재료로서의 Wirand 콘크리트에 대한 관심은 그 사용 빈도수에 있어서 종래에 흔히 사용되어온 콘크리트를 월등 능가한다는 실험실과 현장에서의 시험결과로 꾸준히 증가 추세에 있다. 영국과 미국에서 1972년과 1973년 사이 3번의 심포지움을 열게 됐던 것도 바로 이에 대한 관심이 高潮된 때문이라고 볼수 있다.

實例로는 미국 미시시피州 빅스버그에 있는 미육군 공병 여단에 의해 실시된 최근의 연구 결과인데 그들은 포장된 도로와 철근조직을 가진 재포장된 도로 위에서 동시에 비행기를 운전하여 보았다. 철근조직을 가진 포장도로는 그렇지 않은 도로 두께의 60%밖에 안되는 15 cm 두께만을 가졌음에도 불구하고 도로 손상은 훨씬 적음이 입증되었다.

실험은 1 선회당 13.6 톤을 적재한 화차로 12 회전하였으며 동시에 340 톤이 적재된 C5A 비행기로 1 선회해 보았다. 그 결과 철근조직의 배합 증가 만큼의 상대적인 지구력의 증가를 보여 주었다.

이상과 같이 종래의 콘크리트에 비한 互轉性, 그리고 여러가지 특성의 工學上 利用 등으로 의심할 여지 없이 Wirand 콘크리트는 종래의 콘크리트와의 대치율을 한층 더 加速化할 것임은 명백한 사실이다.