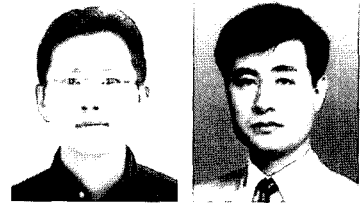


유럽의 최신 콘크리트 포장 시공장비



정진훈 | 정회원 · 한국도로공사 도로교통기술원 책임연구원
 이승원 | 정회원 · 편집간사 · 경북대학 토목설계과 교수

1. 서론

적절한 방법으로 포장하지 않은 도로는 비가 오면 노상이 수분을 흡수하여 질척하여지며 건조한 날씨가 계속되면 먼지가 나서 사람이나 차량의 통행에 지장을 주게 된다. 뿐만 아니라 노면이 평탄하지 않아 승차감이 나빠지며 중하중의 차량이 통과하기에 필요한 강성을 확보하지 못하는 경우가 많다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 고대로부터 도로를 건설하기 시작하였으며 로마시대에 와서는 그 도로의 건설기술이 발전하여 돌을 가공하여 포장을 하기에 까지 이르러 그 중 일부가 아직도 사용되고 있다. 중세와 근대에까지 이와 유사한 형태의 돌을 이용한 도로건설이 이루어지다가 19세기에 시멘트를 제조할 수 있는 기술이 개발되면서 시멘트 콘크리트 포장이 건설되기 시작하였다.

도로포장은 하중의 작용하에서도 편평한 면을 유지할 수 있도록 강성이 커야 하고 마모에 대해 충분히 저항하여야 한다. 또한 미끄럼에 저항할 수 있도록 마찰력이 커야 하고 수분의 침투에 의한 동결/융해를 최소화하기 위하여 수밀성이 있어야 한다. 현재 시행되고 있는 도로포장의 대표적인 유형으로는 아스팔트 포장, 콘크리트 포장, 그리고 블록포장 등이 있으며 각각 나름대로의 장단점을 갖고 있다. 아

스팔트 포장의 경우 콘크리트 포장에 비해 건설비가 약간 싼 경제적인 이점이 있고 건설속도가 빠르고 건설 직후의 평탄성이 좋기 때문에 우리나라 국도와 지방도의 대부분이 아스팔트 포장으로 건설되어 있다. 하지만, 우리나라는 토질이 양호하고 시멘트 생산량이 많으며 아스팔트 포장에 비하여 유지비가 적게 드는 이점 때문에 고속도로의 상당량이 콘크리트 포장으로 건설되어 있다.

고품질의 도로포장을 요구함에 따라 고속도로의 줄눈무근 콘크리트 포장에서 흔히 발견되는 스케일링과 스플링을 포함하는 표면결함을 개선하려는 많은 노력이 최근에 있었으며 그 대책이 속속 제시되고 있다. 이와 같은 노력의 일환으로 지난 7월 11일부터 18일까지 한국양회협회의 지원으로 유럽 콘크리트 포장 견학이 있었다. 본 기사에서는 이때 수집된 자료를 정리하여 최신 콘크리트 포장 장비의 현황을 설명하고 우리나라 콘크리트 포장건설에 사용될 때 발생할 수 있는 문제점과 그 대책을 살펴보고자 한다.

2. 콘크리트 포장공사에 사용되는 장비

콘크리트 포장의 시공을 위한 장비는 크게 배치플랜트, 믹서, 포크레인, 스프레더, 페이스버, 양생제 살

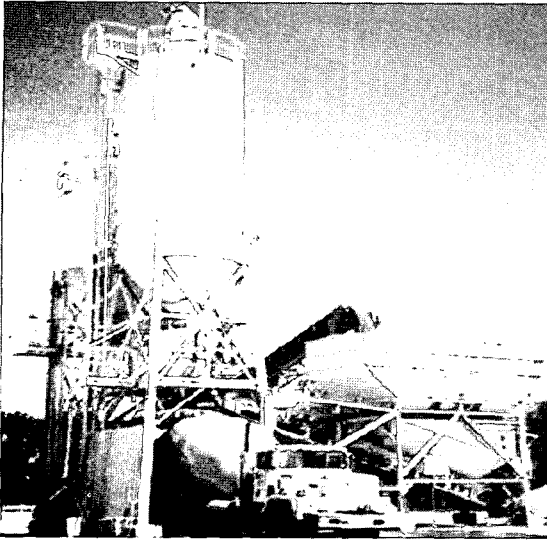


그림 1. 콘크리트 배치플랜트와 트럭믹서

포기, 콘크리트 커터 등으로 나누며 이러한 장비들은 콘크리트 포장의 품질과 작업효율에 영향을 미치기 때문에 그 선정작업은 매우 중요하다. 그림 1과 같은 배치플랜트의 경우, 콘크리트 포장이 건설되는 지점까지 1시간 내에 운반이 가능한 곳에 위치하여야 하며 소요의 강도와 슬럼프의 콘크리트를 제공할 수 있어야 한다. 또한, 골재와 시멘트를 입도별로 계량할 수 있는 장비를 갖추어야만 하며 재료의 저장과 운반 및 배출을 위한 장비들을 갖추어야만 한다.

콘크리트를 혼합하는 믹서(그림 1)는 정해진 혼합 시간 안에 골재, 시멘트, 물, 그리고 혼합제를 완전히 혼합하여 균질한 혼합물을 만들고 재료분리가 발

생하지 않고 배출할 수 있어야 한다. 콘크리트 믹서는 혼합하는 방법에 따라 배치식과 연속식으로 나누어지는데, 배치식 믹서는 혼합조 안에 콘크리트 재료를 한꺼번에 넣고 섞는 방식이며 연속식 믹서는 콘크리트 재료를 연속적으로 투입하여 혼합하는 새로운 방법이다. 콘크리트 포장의 건설은 상당히 긴 거리에 걸쳐 이루어지므로 배치플랜트에서 계량된 콘크리트가 트럭믹서에서 혼합되어 현장으로 운반되는 경우가 대부분이다. 혼합조의 형식에 따라 중력식과 강제교반식으로 나뉘며, 중력식은 속에 날개가 달린 혼합조를 회전시키면서 혼합하는 방식이며 강제교반식은 혼합조 속의 날개를 회전시켜 콘크리트를 혼합하는 방식이다.

포크레인과 스프레더는 운반된 콘크리트를 포장이 건설되는 지점에 고르게 퍼주는 장비로서 일반적인 규모의 공사인 경우에는 포크레인을 사용하며 대규모 경사인 경우에는 스크류형 스프레더, 벨트형 스프레더, 그리고 호퍼형 스프레더를 사용한다. 또한 소규모 공사의 경우, 믹서의 동력을 이용한 스트라이크오프(Strike-off)를 사용하거나 인력포설을 하는 경우도 있다. 그림 2는 포크레인을 이용하여 콘크리트를 포설하는 모습이다.

콘크리트 스프레더를 이용하여 포장이 되는 위치에 적절히 콘크리트를 고르게 퍼준 후 그림 3과 같은 슬립폼페이퍼를 이용하여 본격적인 포장작업을 실시한다.

슬립폼 페이퍼는 공항을 비롯하여 운하나 도로 등

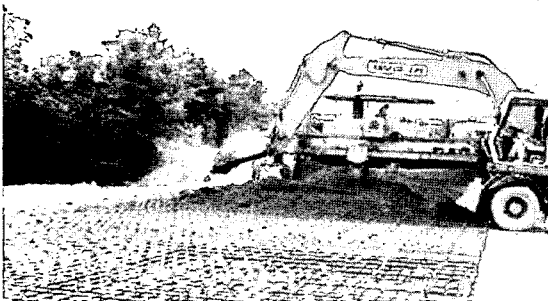


그림 2. 포크레인을 이용한 콘크리트 포설

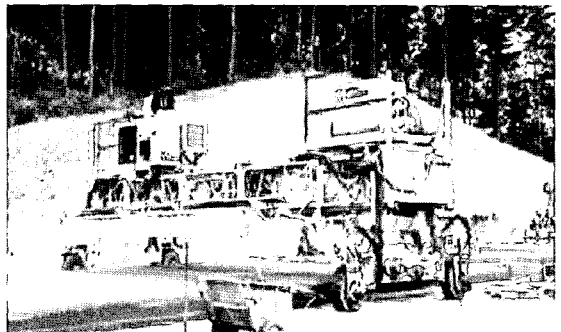


그림 3. 콘크리트 페이퍼

에 콘크리트 슬래브를 연속으로 포장하여 일체 구조가 되도록 하는 장비로서 부착된 오우거(Auger)와 스트라이크오프를 이용하여 요구되는 높이로 콘크리트를 깔아놓은 후 바이브레이터, 탬퍼, 컨포밍 플레이트(Conforming plate), 사이드 플레이트(Side plate)로 다지고, 플로우트(Flate), 트레일 폼(Trail form) 및 엣지(Edger)로 마무리하면서 연속적인 타설을 한다. 포장의 높이나 방향 등은 경사면의 높이를 읽음으로 조종이 되며 콘크리트는 슬립폼의 거푸집의 모양대로 성형이 된다. 콘크리트 표면 마무리와 함께 다웰이나 타이바를 자동으로 설치할 수 있도록 하는 부가적인 장비도 이용 가능하다.

타설 직후의 콘크리트로부터 증발되는 수분의 양을 최소화하여 초기에 과다하게 발생할 수 있는 건조수축, 소성균열, 와핑(Warping)거동 등을 방지하기 위하여 양생제를 살포한다. 이를 위하여 현장에서 그림 4와 같은 양생제 살포기를 이용하는데 양생

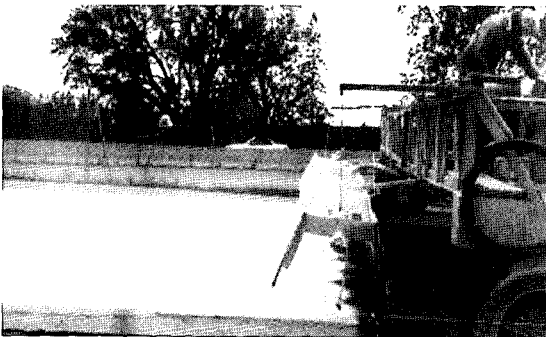


그림 4. 양생제 살포기



그림 5. 콘크리트 커터를 이용한 종방향 줄눈의 설치

제 살포기는 일정한 압력 이상의 분무장치와 교반장치를 갖추고 있어야 한다.

콘크리트 타설이 끝나면 콘크리트 포장의 무작위 균열이 발생하기 전에 종방향과 횡방향으로 일정 간격의 줄눈을 설치하여 줄눈 하부에 인위적인 균열이 발생하도록 유도한다. 이를 위하여 수냉각식 다이아몬드 톱날이나 마모형 톱날이 부착된 그림 5와 같은 콘크리트 커터를 사용하여 콘크리트를 절삭하게 된다.

3. 슬립폼 포장장비의 종류와 기능

이상에서 살펴 보았듯이 콘크리트 포장의 시공은 몇 개의 단계를 거치게 되며 각 단계마다 소요되는 장비도 다양하다. 그 중 가장 주요하게 사용되는 장비는 슬립폼 페이퍼로서 독일의 Wirtgen Group과 미국의 CMI Terex Corporation, 그리고 GOMACO Corporation에서 생산하는 장비가 세계 각국의 콘크리트 포장에 주로 사용되고 있는 실정이다. 표 1에서 3은 독일의 Wirtgen Group에서 생산하는 슬립폼 페이퍼의 종류별 제원이다.

표에서 보듯이 슬립폼 페이퍼는 주로 작업폭과 포장두께에 따라 그 종류가 다양하며 장비의 크기에 따라 엔진출력과 작업수량이 달라진다. 독일 Wirtgen Group의 슬립폼 페이퍼는 발전을 거듭하여 현재, 빠른 주행속도와 거푸집 높이의 자동조절, 삼중의 마무리 작업을 통한 평탄성 향상 등의 우수한 기능을 보유하고 있다. 또한 낮은 슬립프 하에서도 포장이 가능하도록 하여 현재의 우리나라 도로전문시방서에 가장 적합한 페이퍼로 인식되고 있다. 미국의 CMI Terex Corporation에서 생산하는 포장장비는 작업폭 및 포장두께와 함께 그 성능에 따라 그 종류를 달리하며 그 종류별 제원은 표 2와 같다.

슬립폼 페이퍼의 종류를 다양하게 하는 성능의 변화로는 트랙 수의 다양성, 콘크리트의 타설 및 포설과 마무리 및 슬립폼을 포함하는 다기능화, 장비의 압력 및 높이의 조절과 운전을 동시에 가능케 하는

표 1. 독일 Wirtgen Group에서 생산하는 슬립폼 페이퍼의 종류별 제원

모 델 명	작 업 폭(m)	최대작업두께(mm)	엔진출력(kW)	작업중량(ton)
SP250	1.00-2.50	300	74	12-18.5
SP500	2.00-6.00	400	131	14-40
SP500Vario	2.00-6.00	450	131	18-42
SP850	2.50-9.00	450	187	29-48
SP850Vario	3.00-8.50	450	187	29-46
SP1500	5.00-15.25	450	272	49-78
SP1500L	5.00-15.25	450	272	107
SP1600	5.00-16.00	450	317	57-135

표 2. 미국 CMI Terex Corporation에서 생산하는 플립폼 페이퍼의 종류별 제원

모 델 명	작 업 폭(m)	최대작업두께(mm)	엔진출력(kW)	작업중량(ton)
SF3002	3.7-7.3 (9.8*)	450	474	33
SF3004	3.1-6.1 (9.8)	450	474	42
SF6004	3.7-7.3 (13.4)	450	435	50 or 52
SF2204HVW	2.4-4.6 (7.1)	450	164	20
SF2284HVW	3.1-8.5	450	272	38
SF2323HVW	3.1-10.0	450	272	42

*는 선택할 수 있는 최대 폭

시스템, 특수한 형태의 거푸집 사용가능, 작업폭의 빠른 교체 등을 들 수 있다. 미국의 GOMACO Corporation의 경우도 장비의 크기와 기능에 따라 GT-6300, Commander III, GP-4000, GHP-2800, 그리고 GP-2600의 슬립폼 페이퍼를 생산하고 있다. 최신 슬립폼 페이퍼에 추가된 기능으로는 최적의 엔진출력, 냉각장치의 개발, 장비이동의 간편성, 단부의 처짐과 슬래브 깊이를 고려한 거푸집 압력의 변화, 안전성 향상 등을 들 수 있다. 위 세 회사의 최신 슬립폼 페이퍼들은 대부분 두 층의 타설을 목적으로 하고 있으며, 부수적으로 다웰바 자동 삽입과 부수적인 컷을 이용한 다기능화를 추구하고 있다. 이와 같이 다양한 크기와 기능을 갖는 수많은 슬립폼 페이퍼가 생산 및 판매되고 있기 때문에 콘크리트 포장에 필요한 장비를 구입하기 전에는 반드시

우리나라의 시공현실에 적합한 장비를 심사숙고하여 선택하는 작업이 선행되어야 할 것이다.

4. 국내에서 사용중인 슬립폼 페이퍼의 특성 및 적절한 사용 방법

현재 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 Wirtgen Group의 슬립폼 페이퍼는 SP1600 모델로 5m의 폭을 기본으로 16m의 폭까지 확장하여 동시에 포장할 수 있는 대형 포장장비이다. 그림 6의 SP1600 모델은 원래 포장을 두 개의 층으로 나누어 동시에 타설하도록 제작되었으며 1시간에 타설할 수 있는 포장의 최장거리는 300m이다. 두 층으로 나누어 타설하기 위해서는 부가적인 장비가 SP1600의 기본

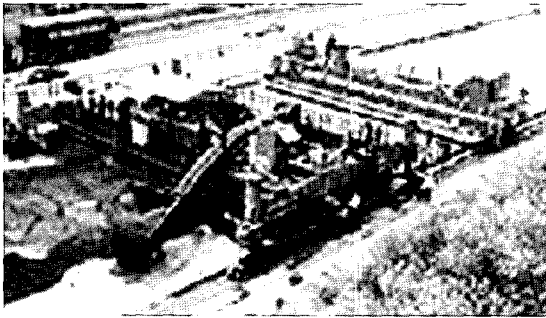


그림 6. SP1600 모델 슬립폼 포장 장비

사양과 함께 사용되어야 한다.

표층을 타설하기 위한 장비 한 벌이 필요한데 이는 SP1600의 몸체 위 또는 다웰 삽입기 뒤에 위치한다. 이 과정에서 운반벨트는 포장 장비 앞에서 콘크리트를 받아 포설기까지 운반하여 포장장비 안으로 콘크리트를 분배한다. 이 부가적으로 설치되는 장비의 폭은 다양하며 최종적인 표면 마무리를 위해 마무리 보(finishing beam)와 super-smoother가 이 장비의 후미에 설치된다.

일반적으로 사용되는 것처럼 SP1600은 1개 층의 다짐을 위해 48개의 진동기를 사용하며 80kVA의 고주파수 발전기에 의해 작동한다. 상부 층을 타설하기 위하여 40kVA의 고주파수 발전기가 추가로 사용되며 24개의 진동기가 추가로 사용될 수 있다. 이때 진동기는 포장 각 층의 표면 근처에서 소요의 다짐을 얻기 위해 작동시킨다.

우리나라의 경우, SP1600의 원래 용도와는 다르게 장비가 사용되고 있어 추후 적절한 사용 방법에 대한 논의가 필요한 것으로 판단된다. 우리나라는 단층으로 포장을 타설하고 있으며, 원래의 SP1600의 다짐봉 사용법과는 다르게 다짐봉을 콘크리트 내에 삽입하여 다짐을 하며 이는 과다짐의 원인이 될 수 있는 것으로 보인다. 과다짐의 다른 요인으로는 재료적인 요인을 들 수 있다. 미국의 AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials) 등에서 허용하는 슬럼프는 국내의 허용치보다 클 뿐만 아니라 슬럼프의 최소값과 최

대값을 동시에 규정하고 있다. 하지만, 우리나라에서는 슬럼프의 최대 허용치만을 규정하고 있어 실제로 현장에서는 거의 영에 가까운 슬럼프를 지향하고 있는 추세이다. 예를 들어 AASHTO에서는 기계 타설의 경우 최소 30mm, 최대 75mm를, 인력 타설의 경우 최소 50mm, 최대 100mm의 슬럼프를 요구하고 있으나 우리나라는 기계 타설의 경우 25mm 이하, 인력 타설의 경우 75mm 이하의 최대 허용 슬럼프만을 규정하고 있어 포장 하부까지 충분히 다지기 위해서는 포장 상부에서의 과다짐과 골재 분리가 불가피할 실정이다. 이로 인해 콘크리트 포장 표층에 과다한 모르타르와 공극 등이 발생하여 그와 관련된 파손이 발생할 수도 있을 것이다. 그와 더불어 다웰 자동 삽입의 경우, 다웰의 침하까지 우려되기 때문에 현재까지 인력으로 다웰을 삽입하여 작업 효율이 저하되고 있는 것도 단점으로 지적할 수 있다.

5. 결 론

본 기사에서는 콘크리트의 배합에서부터 줄눈커팅에 이르는 일련의 콘크리트 포장건설에 사용되는 장비들에 대해 대략적으로 살펴보았다. 또한, 콘크리트 포장건설에 사용되는 장비들 가운데 가장 중요하게 인식되고 있는 슬립폼 페이퍼의 종류별 제원과 기능을 서술하였다. 이 슬립폼 페이퍼 가운데서, 우리나라에서 이미 많이 보급되어 사용되고 있는 독일 Wirtgen Group SP1600모델의 제원 및 기능을 알아보고 이를 통하여 우리나라 콘크리트 포장의 건설에서 이 모델을 적절히 사용할 수 있는 방법을 모색하였다. 이와 더불어, 향후 슬립폼 페이퍼의 선정시 우리나라의 현장 여건에 맞을 뿐만 아니라 원래의 생산 목적에 적합한 장비를 구입하도록 많은 관심을 기울여야 할 것으로 판단되었다. 마지막으로, 도로 전문 시방서에 규정된 슬럼프 등의 콘크리트 재료배합이 재료의 성질과 현장 여건에 맞게끔 합리적으로 변경되어야 할 것으로 결론지어졌다.