



롤러다짐 콘크리트 포장(RCCP)

(특성·배합설계·시공을 중심으로)

도 덕 현

(건국대학교 농과대학 교수)

1. 서 론

RCCP(Roller Compacted Concrete Pavement)공법은 통나무와 같은 중량물을 취급하는 부두시설, 야적장, 중량 교통량이 통행되는 도로 등에 적용하기 위하여 미공병단에서 개발한 공법이나 최근에는 경교통 도로, 농로에 이르기까지 그 적용범위가 넓게 시공되고 있는 포장공법이다. 따라서 미공병단이 본 공법을 개발 시공한 이래 캐나다, 오스트레일리아, 영국을 비롯한 유럽, 뉴질랜드, 인도 등지에서는 많은 구간에 본 공법이 적용되어 왔으며, 콘크리트 포장기술이 낙후되어 있는 가까운 일본에서도 1995년 현재 2백만 m²이상의 시공실적을 보이고 있다.

또한 RCC(Roller Compacted Concrete)의 품질개선과 경제성을 높이기 위하여 Flyash (20 μ 이하의 입경), silica fume, 리그닌 슬폰 산염을 주성분으로 하는 AE제 등을 사용하여 성공한 사례도 보고 되었다.

시공방법은 매우 된 비빔(슬럼프지 2.5cm 이하) 콘크리트를 덤프트럭으로 운반하고 페이바로 포설하며, 이를 진동 롤러로 충분히 다진후 포장표면의 롤러자국의 소거와 조밀화를 위하여 타이어로올러, 수평 롤러로 마무리 다짐을 한다.

2. 사용재료 및 시험방법

본 공법에 사용되는 시멘트는 보통포틀랜드 시멘트와 강모래(비중 2.5이상, 흡수율 2.8~3.2%, 조립율 2.8%), 쇄석(최대입경 20mm, 비중 2.65, 흡수율 2.5%이상 조립율 6~8%)을 사용하며, 혼화제(재)(flyash, AE 감수제, 지연제 등)을 사용하면 더욱 경제적이다.

물-시멘트비는 37%(100~105kg/m³) 내외, 콘크리트의 휨강도 공시체는 10×10×40cm 규격의 진동템퍼를 사용하여 다짐을 하며 15×15×53cm의 공시체를 1층으로 타설한 후 표면진도기를 일정시간 다짐을 한다.

진동기의 진동수는 50Hz, 진폭 0.10cm, 질량 58kg가 좋으며, 이를 왕복이동 하여 다짐을 하며 이들은 수중양생 σ_{28} 강도시험을 한다. 현지 시공시에는 제로슬럼프의 매우 된 비빔 콘크리트를 아스팔트 피니셔로 펴고르고 이를 진동로올러로 다짐하여 강고한 콘크리트판을 형성한다.

본 공법은 콘크리트 포장공법으로 구조설계, 재료배합 아스콘 포장에서의 사용기계, 시공법 등 과거의 기술을 넓게 수용하므로 관심이 높아지고 있다. 특히 줄눈간격이 넓고 포장기계의 성능향상, 댐에서의 RCD공법 시공에 따른 유사 경험축적, 유지관리를 포함하여 경제성 면에서 효과적이다.

롤러다짐 콘크리트 포장(RCCP)

금후 본 공법은 농산물의 유통수단 역할뿐만 아니라 농촌지역의 생활환경개선 및 활성화에 큰 역할을 하게 될 것이며 그 시공범위는 광역 기간도로에서 경작로에 이르기까지 광범위하다.

45°~60°의 기울기로 한다.

나. 포장의 구조

포장의 구조는 노상, 보조기층(노상의 지지력이 약한 경우는 기층을 설치함)으로 RCC 슬래브로 이루어진다. 보조기층은 지지력계수

3. 롤러다짐 콘크리트 포장 개요

가. 포장의 구조

포장 구조에서 표층 콘크리트 슬래브(RCCP)는 10~15cm를 표준으로 하며, 길어깨는 롤러다짐 콘크리트 슬래브와 일체로 시공하는 것이 좋다. 사이드폼(거푸집)을 사용하지 않고 시공할 경우는 이 부분을 그림. 1과 같이

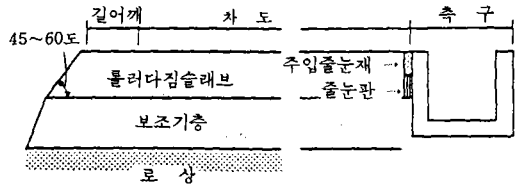


그림. 1. RCCP의 구성

도로의 구분	보조기층의 종류	설 계 CBR	
		4	6이상
L ₀	시멘트 안정처리	콘크리트 슬래브 $\sigma_b = 4.41\text{N/mm}^2$	10cm
		시멘트 안정처리 $q_u = 1.96\text{N/mm}^2$	15cm
L ₁	입 상 재 료	콘크리트 슬래브 $\sigma_b = 4.41\text{N/mm}^2$	10cm
		입도조정쇄석 CBR > 80	20cm
L ₁	시멘트 안정처리	콘크리트 슬래브 $\sigma_b = 4.41\text{N/mm}^2$	15cm
		시멘트 안정처리 $q_u = 1.96\text{N/mm}^2$	20cm
	입 상 재 료	콘크리트 슬래브 $\sigma_b = 4.41\text{N/mm}^2$	15cm
		입도조정쇄석 CBR > 80	20cm
	크러쉬 CBR > 20	15cm	

주 1) 여기서 L₀도로란 농촌도로(농도, 입도 및 구내도로, 주택단지내 구획가로 등), L₁은 콘크리트 포장의 L교통량(경량교통)에 상당하는 교통량을 말한다.

2) 기존 노상에 시멘트 안정처리를 사용하거나 이를 재이용해도 좋다.

3) σ_b 설계 휨강도

표-1. RCCP의 설계단면 사례

(K_{30})=20kg/cm²이상으로 한다. 시멘트 안정 처리층인 경우는 07일축압축강도 30kg/cm²이상으로 한다. 이들의 설계 단면사례는 표-1 및 그림. 2와 같다.

표	층 20cm	RCC 슬래브
상부보조기층	25cm	soil-cement 상부보조기층
하부보조기층	30cm	쇄석하부보조기층
기 존 노 상		

그림. 2. 설계단면사례

RCCP의 보조기층과 노상은 과거의 보통콘크리트 포장과 같이 동시에 동상의 우려가 있는 지방에서는 투수성이 좋아야 하며 충분한 다짐을 해야 한다. 그리고 노상은 충분한 지지력을 지녀야 한다. RCC슬래브의 설계기준 휨강도는 $\sigma_{b28}=45\text{kg/cm}^2$ 로 하며 두께는 L_0 는 10cm, $L_1=15\text{cm}$ 를 표준으로 한다. RCCP의 횡단줄눈의 종류는 신축줄눈(팽창줄눈), 건조수축줄눈 등이 있다.

팽창줄눈은 150~200m마다, 건조수축줄눈은 15~20m마다 설치한다. 단 시공폭이 5m 이하인 경우는 세로줄눈은 설치하지 않는다. 수축줄눈의 구조는 그림. 3과 같다.

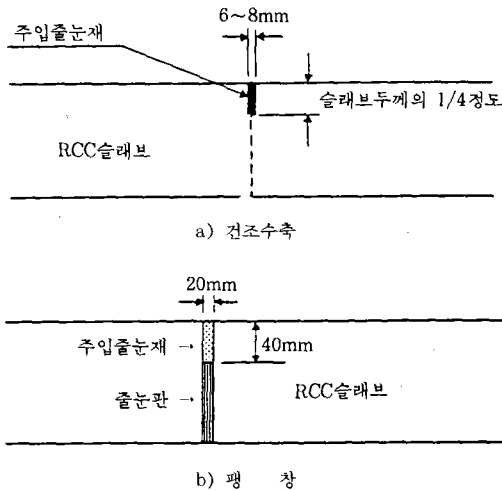


그림. 3. 줄눈의 구조

4. 재 료

가. RCCP의 재료

본 공법에 사용되는 재료는 보통시멘트 콘크리트 포장과 같이 보통포틀랜드 시멘트, 고로시멘트 및 플라이애쉬 시멘트, 물, AE제, 감수제(표준형, 지연형, 촉진형 등) 또는 잔골재(최대입경 5mm)와 굵은골재(최대입경 20mm), 줄눈재료(줄눈판은 목재계, 고무스폰지, 수지발포계, 역청섬유물질계, 역청질계 등)이며 주입줄눈재는 콘크리트포장요강 참조, 필요에 따라 표면처리재료 등이다. 이밖에 고성능 AE 감수제 등의 혼화제 플라이애쉬 고로슬래그분말 팽창재 등의 혼화제 등이다.

5. 배 합

RCCP의 배합은 작업에 적합한 워커빌리티를 얻을 수 있고 경화후 소요의 품질을 만족하도록 정한다. 또한 소요 컨시스턴시 및 강도를 얻도록 한다. 다짐율은 롤러다짐 콘크리트시공에 표준 피니셔 및 輕다짐 사용을 전제로 하여도 콘크리트 강도 관리상 96~98% (이론 배합으로는 설계공극율 0%)로 한다.

가. 배합강도

배합강도(σ_{br})는 휨강도 58kg/cm², 압축강도 400kg/cm²내외를 표준으로 한다.(단 규정된 콘크리트의 휨강도와 압축강도시험용 공시체 제작방법에 따라야 함)

나. 워커빌리티

RCC는 포설방법에 따라 소요 워커빌리티를 지녀야 하며 소요 평탄성, 표면의 균일성, 피니셔빌리티를 갖도록 한다. RCC의 컨시스턴시를 평가하는 시험방법은 마샬다짐시험방법으로 한다.

공기량 측정은 두께 2cm 단면 15×15cm의

롤러다짐 콘크리트 포장(RCCP)

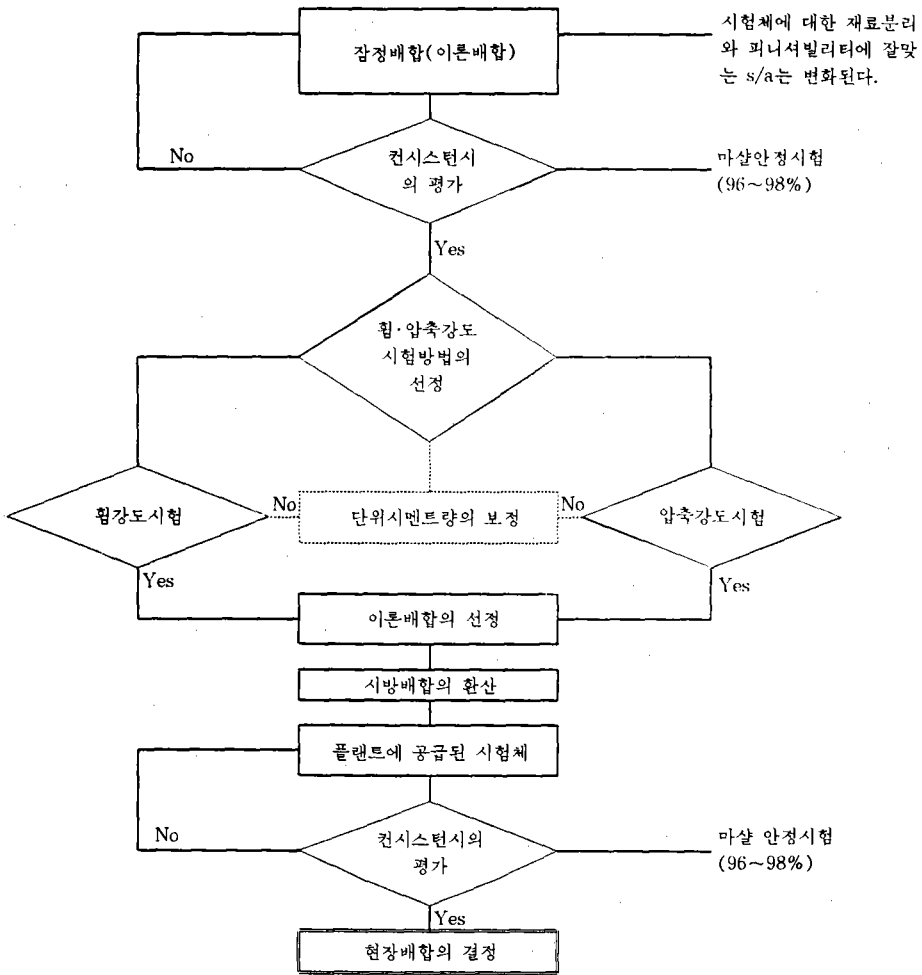


그림. 4. 배합설계의 순서

콘크리트관을 채취하여 연마후 수정 포인트 카운트법으로 하며, 굳지 않은 콘크리트는 VC시험기에 의하여 측정하고, 목표 VC값 50 ± 5 초로 한다.

다. 배합설계의 순서

배합설계 순서는 그림. 4와 같다.

라. 배합의 표시방법

배합설계방법은 이론배합(공극률 0%)로 시방배합(보통 설계공극률 4%를 보임)을 함

게 표시한다. 이때 다짐율은 보통 96~98%의 밀도이다.

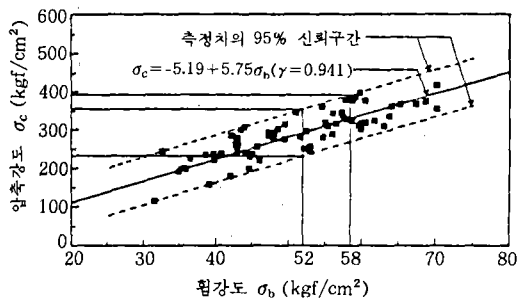


그림. 5. RCC의 휨강도와 압축강도 사이의 관계

마. RCC의 일반적 성질

RCC의 휨강도와 압축강도 사이의 관계는 그림. 5와 같다. 굳지 않은 RCC의 s/a와 단위수량과의 관계는 일반적으로 그림. 6 a)와 같으며 수정 VC값과 W/C비가 일정할 때 W (kg/m³)는 s/a가 증가함에 따라 감소한다. 그 후 s/a가 증가하면 W도 증가한다.

한편 s/a와 다짐율과의 관계는 그림. 6 b)와 같이 s/a가 증가함에 따라 다짐율은 감소하며 그림. a)와 비교하면 W가 s/a가 증가함에 따라 이 범위 내에서는 다짐율이 96% 이하가 되므로 이를 96%이상으로 해야 한다.

콘크리트의 온도는 20℃~30℃로 비빔후 60, 120, 180분 경과후 마찰시험을 한 바에 의하면 60분 이후 다짐율이 저하되었으며 비빔시 온도 30℃가 20℃ 보다 현저하다. 또한 120분 이후의 다짐은 다짐도 93%이하로 나타났다. 이는 콘시스턴시의 저하가 예상되므로 초지연성 감수제(포조리스 No.89 <1.2% >)

를 사용하여 120분에서 다짐도가 2.5% 정도 개선한 예도 있다.

6. 시 공

RCC의 시공은 현저하게 단위수량이 적은 된비빔콘크리트를 포설하므로 균일한 퍼고르기와 재료분리의 방지, 다짐이 특히 중요하다. 사용기계는 피니셔로 포설하고 진동롤러를 사용하여 충분히 다짐을 한다.

가. RCC의 혼합운반

혼합은 강제, 편형강제, 가경식 믹서를 사용할 수도 있다. 배치의 혼합량은 시험비빔후 결정한다. 운반은 덤프트럭으로 하여 피니셔의 작업능력에 따라 대수를 결정한다. 작업은 혼합후 1시간 이내에 완료해 하며 필요에 따라 지연형 AE감수제, 응결지연제 등을 사용하여 전압개시 까지의 시간을 90분까지 연장할 수 있다.

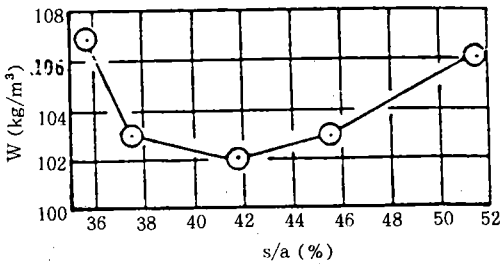
나. 퍼고르기

RCC가 현장에 도착하여 다짐후 전압콘크리트 슬래브가 소요 및 밀도를 얻기 위하여 피니셔를 사용하여 균일하게 포설해야 한다. 여성고는 피니셔 형식에 따라 다르나 표준형 피니셔의 경우 20~30%로 한다. 포설속도는 0.5~1.0m/min 정도이다. 거푸집을 사용하지 않는 경우는 피니셔에 end 플레이트를 부착하여 45~60° 정도의 각으로 마무리하며, side form을 사용할 경우는 연직 마무리를 한다.

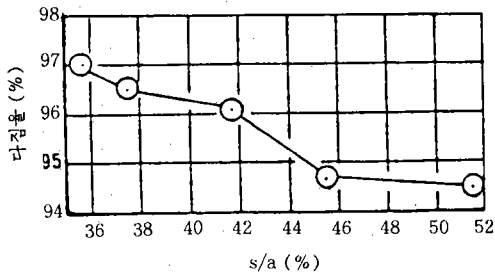
다. 다 짐

RCC의 다짐은 포설 직후부터 속히 개시하며 소정의 다짐도를 얻도록 충분히 다져야 한다. 또한 표면이 급속히 건조하는 경우는 표면처리를 하는 것이 좋다.

다짐율 96~98%를 목표로 하여 초기다짐



a) s/a와 W와의 관계



b) s/a와 다짐율과의 관계

그림. 6. 잔골재율과 단위수량 및 다짐율과의 관계

라. 줄논의 시공

1) 건조수축 줄논

건조수축줄논은 1일 포설도중에 설치하는 경우 dummy(더미)로 하고 포설완료시는 butt이음을 한다. dummy줄논의 cutting깊이는 RCC슬래브 두께의 1/4 정도, 폭은 6~8mm로 하고 주입줄논재를 주입한다. 절삭시 RCC슬래브의 주변에 흠집이 나지 않도록 계절에 맞추어 시공후 적절한 시간(동기의 예를 들면 9시간 경과 후)에 맞추어 실시한다.

2) 팽창줄논

팽창줄논은 1일 포설완료후 시공이음 개소에 설치하는 경우와 RCC슬래브의 경화후 판을 절단하여 삼나무판과 같이 변형이 잘 되는 이음판을 삽입하여 팽창줄논을 시공하는 경우가 많다. 전자는 그림. 7 a)와 같이 설치하며, 후자의 경우는 RCC슬래브 경화후 소정 위치에 이음판 두께 상당의 폭으로 RCC슬래브를 전두께, 전폭을 절단하고 이 부분을 청소한 후 그림. 7 b)와 같이 이음판을 나무 등으로 설치한다.

3) 시공이음

시공이음 방법은 굳지 않은 콘크리트의 시공현장에 연속하여 포설하는 이음과 경화후 시공현장에 타설을 계속하는 이음으로 대별할 수 있다.

즉 앞차선의 타설 후 90분을 초과하면 새로운 콘크리트의 타설 전 콜드조인트를 설치한다. 먼저 시공부분을 절삭하고 단단한 콘크리트면을 노출시킨다. 이음면은 타설전에 습윤하게 한 후 소정두께의 25% 두께정도 높게 타설하고 콘크리트 기초부분에 5~7.5cm 덮이도록 한다.

그 다음 이음기구를 사용하여 덮인 부분을 압입하고 경화한 면에 신선한 RCC가 남지 않도록 롤러로 진동시켜 다짐하여 시공이음부를 형성토록 한다.

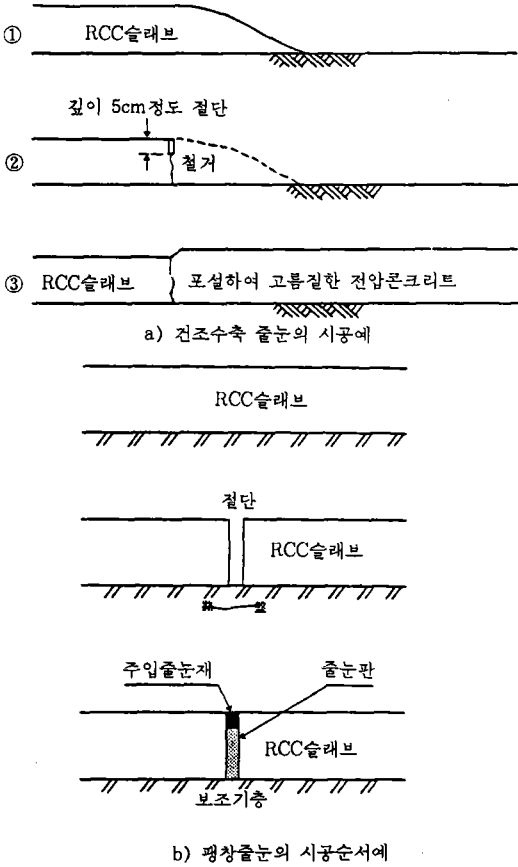


그림. 7. 건조수축줄논 및 팽창줄논

은 4~7t의 진동롤러를 사용하며, 우선 무진동으로 4회(2회 왕복) 정도 다진다. 2차 다짐은 진동 4~6회(2~3왕복)로 한다. 다짐바퀴 자국을 소거하기 위하여 마무리 다짐으로 콤팩터 롤러나 타이어 롤러를 사용하면 된다. 거푸집 및 구조물 부근의 다짐은 필요에 따라 진동 콤팩터 래머, 핸드가이드식 진동롤러를 사용한다.

다짐패턴은 횡방향 변형방지를 위하여 차선의 측부를 2회 전압하고 그 다음에 내측에서 30~46cm 떨어진 부분을 2회 전압한다. 지연제를 사용하더라도 비빔에서 다짐이 끝나기까지의 시간은 120분 이내에 완료하는 것이 좋다.

마. 양 생

RCCP는 단위수량이 적으므로(100kg/cm³ 정도) 살수에 의한 습윤양생을 표준으로 하며 다짐완료 부분은 속히 양생매트를 피복하여 거칠어지지 않도록 살수를 개시한다. 보통 포틀랜드의 경우는 막양생을 함께 하는 방법이 좋다.

타설 후 3일까지는 습윤상태로 유지할 필요가 있으며 조강포틀랜드 시멘트를 사용할 경우는 1일간을 표준으로 한다. 차량의 개방은 경교통량이라도 14일까지는 피하도록 하며(휨강도가 배합강도의 70% 정도), 소정기간 살수 양생후 현장양생용 살수차도 작은 것을 사용한다.

다만 기존 플랜트는 제조효율이 불량하므로 80m³/hr정도의 능력이 있는 플랜트의 개량이 바람직하다. 이상 기술한 시공방법을 순서별로 나타내면 사진. 1과 같다.

6. 관 리

시공성의 요인은 굵은 골재의 입도, 시멘트 량, 단위수량 등이 마무리 후의 서비스성능에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 따라서 배합시 RCCP용 콘크리트의 컨시스턴시를 확보해야 한다. 단위수량의 관리가 부적절하면 평탄성이 불량하거나 다짐도의 부족으로 내구성의 저하가 예측되며 따라서 시공중 품질관



- ① 전압콘크리트의 제조
 배치플랜트
- ② 전압콘크리트의 운반
 덤프트럭
- ③ 포설하며 고름질함
 고다짐형 아스팔트 피니셔
- ④ 초기전압
 수평진동롤러(대형진동롤러)
- ⑤ 2차 전압
 대형진동롤러
- ⑥ 마무리전압
 타이어롤러(수평진동롤러)
- ⑦ 양생
 소형분무기, 살수차
- ⑧ 줄눈절단, 줄눈재주입
 콘크리트 컷팅

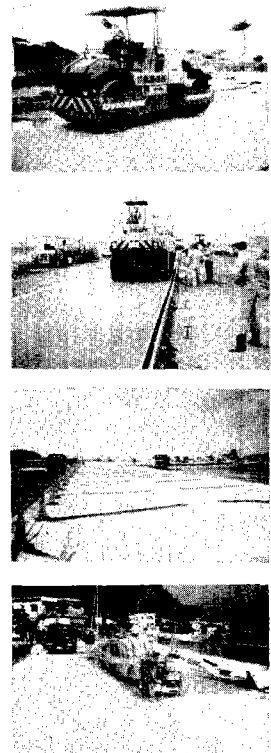


사진. 1. 시공방법(예)

리를 위하여 RCC의 수량 및 다짐도의 체크를 해야 하며, 이때 방사선 수분 밀도계(RI 게이 지)를 이용하면 편리하다.

7. RCCP의 특징과 장단점

사진. 2는 일본에서 시공한 각종 포장공법의 시공사례를 보인 것이다.

따라서 이들 결점을 보완하기 위하여 적당한 배합, 시공, 양생에 의하여 서서히 해결될 것으로 기대되며 현장기술자의 충분한 시공기술의 이해가 요망된다.

RCCP공법의 장점은 강도발현이 빨라서 조기 교통개방이 가능하고 거푸집 없이 시공가능하므로 두께, 폭 등을 자유로이 설정 가능(거푸집공, 철근공, 표면마무리 등이 간략화)하며, 아스팔트 포장과 같이 간단하다. 또한 Rutting, Leveling에 대한 저항이 크며, 단위 수량이 적어서 건조수축량이 적으므로 줄눈 설치간격의 확대가 기대되며 골재의 역물림 효과가 높으므로 초기 재령시에 강한 내하력을 발휘하여 조기교통개방이 가능하다.

또한 아스팔트 피니셔의 스크리드와 타이바 및 진동롤러의 높은 다짐으로 고밀도, 공강도 콘크리트 슬래브를 얻을 수 있으므로 초기 시공속도가 빠르며 공기단축이 가능하다.

다만 RCCP는 철망, 슬립바에 의한 이음부의 보강이 어려우며, 표면의 평탄성이 기존 공법보다는 미흡하여 수축균열의 간격이 너무 멀 경우(일반적으로 20m내외) 컨트롤이 어렵고 실험실에서의 실험에 의하면 동결융해에 충분한 저항성 면에서 보완연구해야 할 문제를 안고 있다. 또한 공사시간이 짧으므로 다짐시간의 제약이 높다(1~1.5시간). 따라서 지연제를 사용하거나 시공방법의 합리화가 요망된다.

콘크리트 포장공법의 기술이 세계적으로 낙후되어 있어 콘크리트 포장은 시공실적이 적으며



사진. 2. 中瀬縣 岩舟町 RCCP현장

로 콘크리트포장의 비율이 일반도로와 농촌도로를 포함하여 20% 정도에 불과한 실정이다.

사진. 2는 中瀬縣 岩舟町 RCCP포장(농촌도로(Rank II)겸 골프장 진입로)의 시공모습을 보인 것이다.

9. 결 론

최근 풍요로운 농촌환경 개선을 위한 농로 정비의 일환으로 농촌도로포장이 국내외에서 활발히 추진되고 있다. 과거에는 주로 아스팔트 콘크리트 포장과 보통 시멘트 콘크리트 포장공법이 일반화 되어 왔으나 경비절감과 경교통량 콘크리트 포장과 유사한 롤러다짐 콘크리트 포장(RCCP)이라는 새로운 공법으로 농로포장(L 교통도로)에 적용하는 사례가 늘고 있다. 본 공법은 표층의 경우 물/시멘트비가 매우 낮은 콘크리트 입상재료로 다짐장비로 시공하며 기층으로써는 혼합골재(#478)나 1935년 이래 미국에서 시공되어온 소위 Soil-Cement층, 그리고 보조기층은 막자갈을 흔히 이용하고 있으나 경량교통을 목적으로 하는 경우는 기층을 생략하는 경우도 많다.

표층의 포설은 배합설계에 의하며 배합한 재료는 레미콘으로 운반하여 페이버로 두께 10~25cm로 포설하고 탄뎀롤러로 진동다짐을 하고 마무리 다짐은 타이어로 하며 기층과 보조기층은 기존 공법과 같은 방법으로 시공하

되 다짐후 표층 슬래브의 단위중량이 높고(압축강도 400kg/cm²내외, 설계 휨강도 45kg/cm²), W/C비가 낮으며, 건조수축균열 방지를 위한 줄눈간격 15~20m, 팽창줄눈 150~200m 간격으로 설치하는 등 기존의 보통 시멘트 콘크리트 포장공법 보다 경제적이다. 특히 농로와 같은 경교통량 포장구간에는 포장 두께의 조정이 가능하고 자갈 포설, 기존 농도 위에 또는 노상의 바닥을 일구어 안정처리 보조기층을 시공한 후 직접 롤러다짐 콘크리트 슬래브를 포설하므로써 경제성을 기대할 수 있다.

다만 설계속도는 60km/hr내외이나 최근 개선되어 고속도로에까지 적용사례가 있는 본 공법은 연속적인 콘크리트 포설과 조기 교통개방이 가능한 장점이 있다. 금후 본공법의 우리나라 실정에 맞는 실용화를 위한 연구가 이루어져 농로의 확포장에 따른 공비절감 효과를 노려야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Pittman, D. W and S. A. Ragan, A Guide for design and construction of Roller-Compacted Concrete Pavements, U. S. Army Corps of Engineers, Washington D. C. pp.1-16 (1980).
2. Roller Compacted Concrete Pavement, ACI Compilation No. 8 pp.1-55 (1987).
3. 岩丹町建設課, 콘크리트鋪裝実績報告書 pp.1-44 (1995).
4. 社團法人 日本道路協會, 轉壓콘크리트鋪裝技術指針(案) (1990).
5. 國府勝郎, 轉壓콘크리트鋪裝, Vol. 39, No. 3, pp.73-76 (1993).
6. 社團法人 セメント協會, 道路と콘크리트(●轉壓콘크리트包裝のすべて), No. 86 (1991).
7. 日本土木學會, RCCP用콘크리트의配合および曲げ強度特性, 土木學會第48回年次學術講演會, pp.978 (1993).
8. 鹿島道路, 轉壓콘크리트鋪裝(RCCP) (1994).
9. 農業土木學會材料施工研究部會, 材料施工研究部會報, 第30號 (1992).
10. 野田悅郎, 轉壓콘크리트鋪裝の現況と課題, 土木技術48卷 10號
11. 加形 護, 轉壓콘크리트鋪裝の現況について, 轉壓콘크리트鋪裝論文集, pp.1-10 (1995).
12. 判上 學, 加藤 寬道, 兒玉 孝喜, RCCP用콘크리트의配合設計法する-檢討, 第18回日本道路會議論文集, pp.438-439 (1995).
13. 加形 學, 加藤 廣介, 加藤 寬道, RCCP用콘크리트의配合設計法する-檢討, 土木學會第18回年次學術講演會, pp.152-153 (1993).
14. 加形 護, RCCP 締固め要因ね, 鋪裝 26-10, pp.30-36 (1991).
15. 福川光男, RCCP工法における施工機械ね, 建設の機械化, pp.53-57
16. 加形 護, 渡邊, 夏也 阿部 洋一, 佐勝 良一, 轉壓콘크리트鋪裝の鋪裝構造に関する檢討, 鋪裝25-11, pp.29-34
17. 川上, 淳仁, 安里 昇, 加形 護, RCCPの空港鋪裝への適用例, 第18回日本道路會議論文集, pp.478-479 (1993).
18. 青野六實, 水野 步, 縣道におけるRCCPの試験鋪裝, 道路と콘크리트, No. 91, pp. 31-36 (1991).
19. 加形 護, 東, 滋夫, 兒玉, 孝喜, 轉壓콘크리트鋪裝の縦施工繼目における施工方法の合理化, 轉壓콘크리트鋪裝論文集, pp.159-166 (1995).
20. 社團法人 セメント協會·研究, 輕交通道路

롤러다짐 콘크리트 포장(RCCP)

- のための轉壓コンクリト舗装, 技術資料, pp.1-46 (1995).
21. 安富六郎, 今井敏行, 明日をひらく農道整備, (社)農業土木學會, pp.82- 84 (1991)
22. 도덕현, 롤러 다짐 콘크리트 포장, 농어촌진흥공사, 농공기술, No. 46, pp.29-42 (1995).
23. 오병환 : 롤러다짐 콘크리트 포장(RCCP) 기술의 특성과 활용, 레미콘 통권 제40호 PP.36-42.
24. 내무부, 농어촌도로의 구조·시설기준에 관한 규칙해설 및 지침 (1992. 12) pp.1-805.