

수압파쇄에 의한 치핑성능 및 치핑면의 기하학적 특성

The Characteristics of Water-Jet Chipping Performance & Geometry of Chipping Surface

장봉석* 임은상* 우기홍** 박서규*** 김진우**** 유용하*****

Jang, Bong Seok Im, Eun Sang Woo, Gi Hong Park, Seo Kyu Kim, Jin Woo Yoo, Young Ha

ABSTRACT

This study makes the performance evaluation of water-jet chipping through analysis of ruggedness of chipping surface. The ruggedness is mapped by 3D Laser Scanner and the results are also compared with the chipping surface by mechanical chipping. And the details of in-situ works is investigated for increasing interface adhesion between existing concrete and repairing mortar. Water-jet has good operation efficiency which is up 60m' per hour when the chipping depth is 7cm and also has a large ruggedness about 1.65.

1. 서론

콘크리트구조물은 시간이 경과함에 따라 물리적, 화학적 작용에 의하여 성능저하가 생기게 된다. 열화가 진행된 RC 구조물의 표면 성능개선을 위하여 많이 사용되고 있는 '표면 chipping과 보수용 모르타르' 적용 공법들은 보수실시 후 1~3년 정도 경과 후에 '부착면의 탈락' 등의 문제를 보이며 보수부위의 장기 수명 확보가 이루어지지 못하는 한계를 많이 나타내고 있다. 따라서, 본 연구에서는 콘크리트의 열화부위 단면복구 보수공법에 대한 현장 시험시공을 통하여 현장에서의 각종 작업성과 물리적 특성을 검토하고자 하였다. 이들 공법은 대부분 열화부 콘크리트를 제거하는 공정(치핑)과 미장 또는 뿔칠로 보수용 모르타르를 부착하는 공정으로 이루어진다. Chipping은 인력, 기계식(유압, 공기압), 수압파쇄 등의 방법들이 사용되고 있으며, 보수용 모르타르는 신기술, 특허를 받은 다양한 제품들이 사용되고 있다.

본 연구에서는 A댐의 여수로 구조물의 합리적인 보수방법의 검토를 위한 첫 단계 작업으로 치핑면의 요철도 향상을 통하여 부착성능을 개선 여부와 현장 작업시 소요의 품질확보를 위한 세부항목들에 대하여 고찰하였다. 치핑 표면의 요철도는 3D Laser Scanner를 이용하여 치핑면의 기하학적 형상을 분석하였으며, 기계적인 치핑면과 비교를 실시하였다. 또한, 보수 모르타르의 시공시에 나타날 수 있는 문제점을 고찰하여 개선방안을 제시하고자 하였다.

*정회원, 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원

**정회원, 한국수자원공사 섬진강댐관리단 단장

***정회원, 한국수자원공사 기술관리실 과장

****정회원, 한국수자원공사 주암댐관리단 대리

*****정회원, (주)콘크리닉 대표이사

2. 콘크리트 보수 방법

2.1 개요

본 연구에서 현장 시험시공을 위한 보수공법은 water-jet을 이용한 chipping과 보수용 모르타르 케어 콘 PM500 을 조합한 방법을 적용하였다. 수압의 콘크리트 파쇄원리는 유체가 콘크리트에 부딪히면 콘크리트의 표면에 구멍(creator)이 생기기 시작하여 콘크리트 내부의 세굴작용의 진행으로 세굴된 콘크리트면에 압력을 가하여 콘크리트를 파쇄한다.

2.2 치핑 장비

본 연구에서 사용한 Water-jet은 독일 Wannenwetsch社의 Water jetting & Hydrodemolition Standard robot 으로 장비의 주요 제원은 표 1과 같다.

표 1 Water-Jet의 제원 및 특징

작업가능 폭	현장조건에 적합하게 조절
작업가능 높이	
물 분사압	1,000 bar
파쇄깊이	조절가능
물소비량	200 ℓ/min
특 징	물을 이용하므로 먼지 및 분진발생이 없음 진동이 매우 작아 잔존 구조물의 균열방지과 인접철근의 부착력 보존 표면요철로 인한 부착력 증가 시공속도가 빠르며 철근표면의 녹까지 동시에 제거 가능 소요품질 이하의 콘크리트를 제거하므로 균일한 품질 확보

3. 시험시공 결과

3.1 Water-Jet 치핑 현장 성능

현장 치핑에는 폭 2m의 Robot을 적용하여 2m×10m의 면적을 평균깊이 7cm로 치핑작업에 소요되는 평균 시간은 약 20~25분 정도로, 약 100㎡의 면적을 평균깊이 7cm로 치핑에 약 2시간 정도 (Robot 가동 시간 기준) 소요되었으며 최대 작업속도는 약 60㎡/hr 정도로 매우 빠른 작업속도를 갖는 것으로 나타났다. 또한, 철근의 기계적인 손상 없이 철근 아래의 콘크리트 치핑이 가능한 것으로 확인되었다.(그림 2 참조)

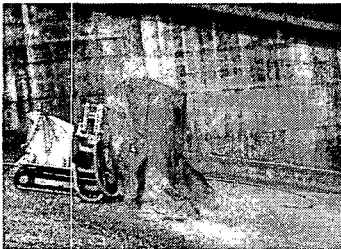


그림 3 수압파쇄 장면

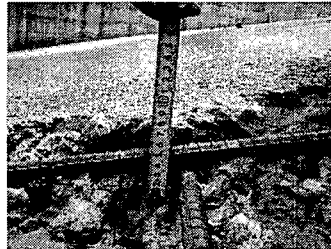


그림 4 수압파쇄 깊이



그림 5 고압살수 청소

3.2 치핑면의 기하학적 특성

Water-jet을 이용한 콘크리트 치핑면의 기하학적 특성 분석을 위하여 Mensi社의 3D-Laser Scanner를 이용하여 치핑면의 전체 geometry를 읽어 요철도, 굴곡, 치핑면의 깊이 등의 분석을 실시하였다.

3D laser Scanner를 이용하여 치핑면의 geometry 분석결과 Planar Area는 약 95.29 m² 이고, Surface Area는 약 157.47 m² 로서 표면요철도를 식 1 과 같이 정의하면 약 1.65 로 나타났으며, 치핑한 전체 부피는 약 7.4 m³ 정도로 분석되었다. 이는 실제 현장에 투입된 모르타르의 양과 거의 일치하였다.

$$\text{표면요철도} = \frac{\text{Surface Area}}{\text{Planar Area}}$$

식 1

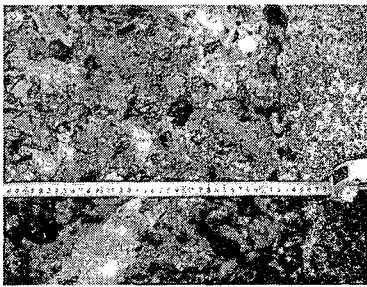


그림 6 수압파쇄면 상태



그림 7 3D Laser Scan 장면

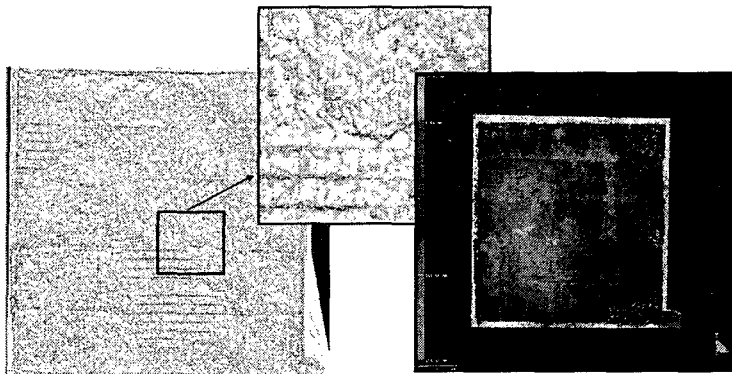


그림 8 Water-Jet 치핑면의 기하학적 형상

공기압에 의한 기계적 치핑에 의한 치핑면의 3D Laser Scan 결과 표면요철도(Surface Area / Planar Area 로 정의)는 약 1.04 로 나타나 치핑면의 요철이 거의 없는 것으로 나타나, 수압파쇄에 의한 치핑면의 요철도와 약 60% 이상의 큰 차이를 나타내었다.

3.3 현장 작업시 고려 사항

3.3.1 water-jet 작업시 고려 사항

치핑에 의해 발생하는 폐콘크리트는 작업면적이 소규모인 경우는 인력에 의해 처리하고 작업면적이 중, 대규모인 경우는 장비를 이용하여 처리하는 것이 바람직하다. 그러나, 수압파쇄시에는 시간당 약 12ton의 물을 처리하여야 하므로 폐수를 정화 할 수 있는 물탱크를 설치하여 맑은 물을 강물에 흘러 보내거나

하수관 까지 유도배수 시키는 방안을 강구하여 친환경적인 공법으로 적용되어야 할 것이다.

3.3.2 보수용 모르타르 작업시 고려 사항

현장 시험시공 결과, 콘크리트 표면을 치핑한 후 보수용 모르타르로 단면 시공을 하는 경우에 현장 기온, 콘크리트 표면 온도, 풍속, 치핑면의 습윤상태 등에 의하여 보수용 모르타르의 작업성 및 역학적 특성이 큰 변동성을 갖는 것으로 나타났다. 따라서, 보수용 모르타르 시공시에 최적의 상태에서 시공을 실시하는 것이 바람직하나, 현실적으로 작업가능한 시기가 봄, 가을의 매우 짧은 기간으로 제한된다. 그러므로, 현장에서 표면의 온도 및 바람의 영향을 최소화하기 위하여 보수위치에 차양막 설치, 분무기를 이용한 표면의 적절한 습윤상태 관리, 피막양생제 도포, 치핑면의 완벽한 청소에 특별한 주의를 기울여야 보수용 모르타르의 원래의 역학적 특성을 발현할 수 있을 것으로 사료된다.

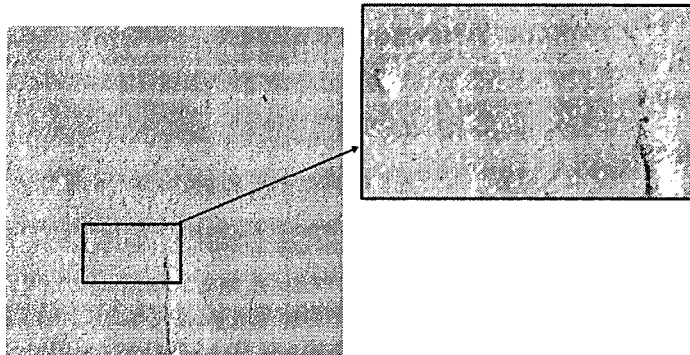


그림 9 기계적 치핑면의 기하학적 형상

4. 결론 및 제언

콘크리트 구조물의 치핑을 실시함에 있어서 치핑면에 특별한 요철이 필요한 경우 또는 철근뒹개 이상의 콘크리트 치핑이 필요한 경우에는 water-jet을 이용한 방법이 효과적인 것으로 나타났다. 또한, 일정한 수압으로 치핑하므로 화재 손상부 및 열화된 구조물을 선택적으로 제거가 필요한 경우와 치핑작업의 최대 속도가 약 60m²/hr 이므로 신속한 작업이 필요한 경우에 적용성이 우수한 것으로 나타났다.

보수용 모르타르의 시공시에 보수 모르타르의 품질관리를 위해서는 필수적으로 차양막 설치를 통한 표면온도 및 타설온도 관리, 분무기를 이용한 치핑면의 습윤상태 관리 등을 실시하여야 할 것으로 사료된다. 향후에 보수용 모르타르의 현장 적용 결과 및 성능에 대한 결과를 제시하고자 한다.

참고문헌

1. Participant's workbook for workshop of SHRP products related to methodology for concrete removal, protection and rehabilitation prepared for U.S department of transportation, Federal Highway Administration, WILDUR SMITH ASSOCIATES, 1996.
2. Johannes Donbusch, "Rißinitiiierung durch HDWS-Technik DBV", Institut für Baumaschinen und Baubetrieb der RWTH Aachen, 1996.