

# 보수·보강재로서의 탄소섬유시트 보강섬유의 활용기술

## The Performance and Application of Carbon Fiber Sheet for the Repair and Reinforcement Material

권 영 진\*      장 태 민\*\*      김 철 호\*\*\*      박 득 곤\*\*\*\*      최 롱\*\*\*\*\*  
Kwon, Young Jin      Jang, Tae Min      Kim, Chul Ho      Park, Deuk Kon      Choi Long

### ABSTRACT

Carbon Fiber Sheet is very attractive for the upgrading damaged reinforced concrete due to its good tensile strength, handability and resistance to corrosion. This paper discusses the applicability of continuous carbon fiber sheet for a reinforcement of existing reinforced concrete structure located in Pusan.

Examples of site data and actual concrete rehabilitation project at slab structure related to construction method used carbon fiber sheet will be given .

### 1. 서 론

국내 건설업계는 70년대 고도성장기 이후 구조물의 대형화와 함께 건설산업의 급속한 양적팽창을 이루었으나 성수대교 붕괴 및 삼봉백화점 붕괴사고로 시설물안전에 관한 특별법이 제정되는 등 유지관리업무에 큰 관심이 집중되고 있다. 그러나 주로 안전진단에 국한되고 성능저하 요인별 적절한 보수·보강기술에 대한 지침이 전무한 실정으로 주로 영세 시공업체의 경험에 의존하기 때문에 향후 보수·보강된 구조물의 안전성에 대한 신뢰성이 문제가 될 것으로 예상된다.

본 보고는 일본에서 성능저하된 구조물의 보수·보강공법으로서 경량이며 인장강도가 높고, 내식성이 우수한 탄소섬유시트가 주목되고 있고 국내에서도 최근 지하 주차장을 중심으로 시공실적을 쌓고 있는 탄소섬유시트공법을 이용한 시공예를 요약한 것으로 본 공법 적용시 유의점 등에 관하여 정리한 것이다.

### 2. 탄소섬유시트 보강공법의 개요[1]

전술한바와 같이 경량이며 인장강도가 높고, 내식성이 우수한 탄소섬유시트를 에폭시수지를 사용하여 구조물에 접착시켜 일체화 하

로서 필요한 내력을 확보하는 새로운 공법이다.

이 공법은 균일하게 면처리된 대상구조물 바탕에 들뜸없이 완전하게 압착하고 에폭시수지로 시트를 일체화시키는 것이 그 포인트가 된다. 일반적인 강판접착공법과 비교하면 자재반입 등이 용이하고, 중기등이 필요없으며 시공의 용이한점과 안전성 및 내식성의 확보되고 공사기간의 단축 등을 도모할 수 있는 것이 그 특징이다. 일본의 경우 토목분야에서는 터널, 전주의 보강 및 교량상판의 휨보강 등에 널리 사용되고 있고 건축분야에서도 슬래브를 중심으로 기둥 및 보에 관하여 활발한 연구활동과 함께 많은 실적을 쌓아가고 있다. 한편 국내에서는 이러한 시공성에 착목하여 정확한 설계 및 시공지침 없이 최근 무분별한 시공이 행해지고 있으나 이에 대한 규준과 아울러 사용재료인 탄소섬유시트 및 에폭시 수지의 품질규준 등에 관한 학회차원의 대책이 요구되고 있다.

### 3. 탄소섬유시트 보강공법의 시공 기술

당 사업단에서는 보수·보강재로서 탄소섬유시트를 이용하여 부산에 위치한 호텔건물의 주차장 슬래브를 일본의 시공전문가와 공동으로 시공하였다. 본 보에서는 본 시공사례를 통하여 얻어진 탄소섬유시트 시공방법, 그리고 시공시 주의사항 등에 대하여 정리한 것으로 보강 기술의 한 소개자료로 활용하고자 한다.

#### 3.1 시공계획

본 공사에서 실시한 시공계획은 그림1과 같다.

#### 3.2 시공방법

\* 계획원 병용안전기술사업단·보수사업팀·과장·공학박사  
\*\* 병용안전기술사업단·보수사업팀  
\*\*\* 병용안전기술사업단·보수사업팀  
\*\*\*\* 계획원 병용안전기술사업단·보수사업팀·팀장  
\*\*\*\*\* 계획원 병용안전기술사업단·보수사업팀·이사·공학박사

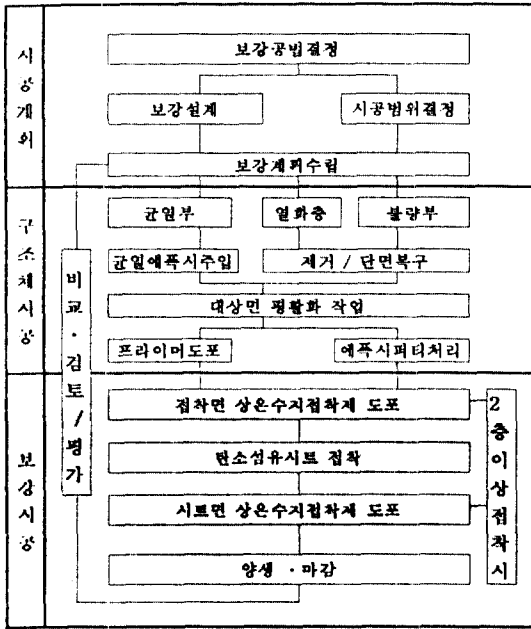


그림1. 시공 계획의 수립

(1) 시공방법 및 시공범위의 결정

본 구조물의 경우 증장비의 반입의 어려움과 향후의 배선설비등의 설비증설 등을 고려하여 진단작업을 통하여 탄소섬유시트를 사용, 보강하는 것으로 하였다. 보강설계는 일본Tonen사의 설계방식[1]에 따라 실시하여 2PLY시공하는 것으로 하였고 사용재료는 표1과 같다. 시공시 가장 큰 영향을 미치는 요소는 보강 대상면의 면처리 및 보수부분으로써 다른 공정에 비하여 공기예상이 쉽지 않으므로 특히 주의할 필요로 하기때문에 철저한 사전조사를 통한 시공계획을 수립하였다.

또한 대상면의 상태에 따라 철근의 방청처리, 누수면의 지수처리 등을 포함한 크랙부위의 처리 및 단면복구 등 보수의 처리를 철저하게 하는 것이 확실한 보강효과를 얻을 수 있는 방법이기 때문에 이점에 특히 주의하여 행하였다.

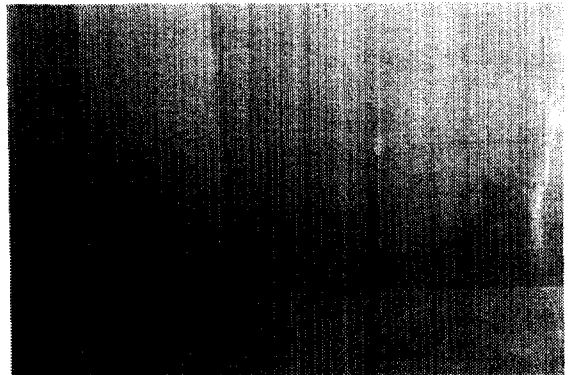
(2) 바탕 처리 및 단면 복구

탄소섬유시트를 이용한 보수·보강에서는 접착면과 시트사이의 완전한 접착을 통한 일체화가 가장 중요하므로 공기가 다소 지연되더라도 완벽한 접착이 이루어질수 있도록 면처리를 하는것이 매우 중요하다.

SHEET (FTS-C1-20)	중량	비중	설계 두께	인장 강도	인장 탄성률	파단 신도
	(g/m <sup>2</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(mm)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	
	200	1.80	0.111	390	26,100	1.5%
프라이머	가사시간	건조시간	배합비 (주:경)		점도(cps)	
	40 분	10 시간	2 : 1		2000	
데진	가사시간	경화시간	양생기간	배합비 (주:경)	점도(cps)	
	40 분	10 시간	7 일	2 : 1	20,000	

표1. 사용재료의 특성

표면의 요철 및 우각부는 시트 접착시에 들뜸이 발생하기 쉬우므로 단차폭 1mm이내로 전동샌더 등을 사용하여 수정하고 겔표면 뿐만이 아니라 표면의 열화층 등 모든 불순물을 제거한 후 고압 세정수 등을 이용하여 불순물 및 먼지 등을 제거하여야 한다. 사진1은 본 바탕처리후의 슬래브 표면을 나타내 주고 있다.



<사진 1> 균열에폭시주입 및 바탕처리 후의 보강 대상 슬래브 표면

바탕처리를 한 후에는 콘크리트의 상태에 따라 박락으로 인한 철근노출, 철근의 부식, 콘크리트의 탈락, 구체면의 단차 등 불량부가 나타나게 되므로 단면복구를 행한다. 철근이 노출되었을때에는 노출부분의 방청처리를 행하고 콘크리트와 동등이상의 효과를 얻을수있도록 에폭시수지 모르터 및 폴리머시멘트 모르터 등으로 복구하고 균열이 발생한 경우, 에폭시주입도 행한다.

(3) 프라이머 도포 및 에폭시퍼티 작업

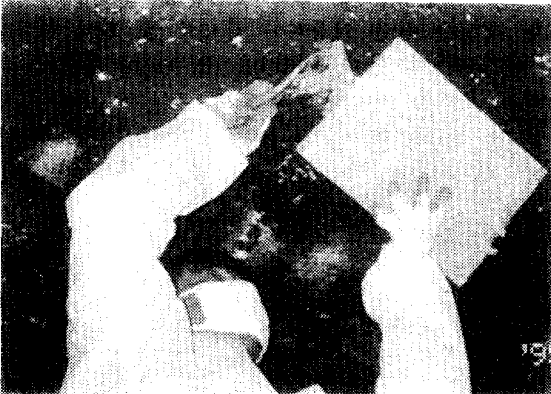
바탕처리 후 프라이머를 주계와 경화제의 배합비에 의하여 전동비빔기를 이용하여 균일하게 (약2분간) 배합하여 바탕면에 바른다.

본 시공시에는 프라이머 도포후 표면의 요철

등에 대하여 확인한 후 퍼티작업을 실시하여 최종적으로 단차1mm이내로 접착면을 수정하였다.



<사진 2> 프라이머 도포장면



<사진 3> 에폭시페티 작업

#### (4) 대상면 접착레진 도포

탄소섬유시트와 구조체면의 확실한 접착을 위하여 시트접착전에 레진을 도포한다. 이때 접착레진은 제품의 배합비에 준하여 용기에 담아 전동비빔기를 이용하여 약 2분간 배합하며 1회 비빔량은 가사시간내에 사용할 수 있는 양으로 하는 것이 좋다.

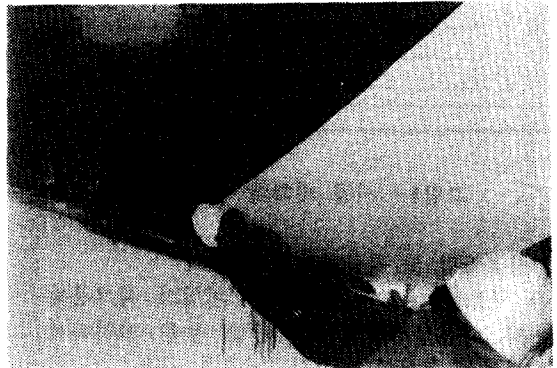


<사진 4> 접착면에 대한 레진도포

도포량은 또한 접착면상태에 따라 변화하나 일반적으로 시트접착후 도포량에 비해서 2배정도로 하는것이 좋다.

#### (5) 탄소섬유시트의 접착

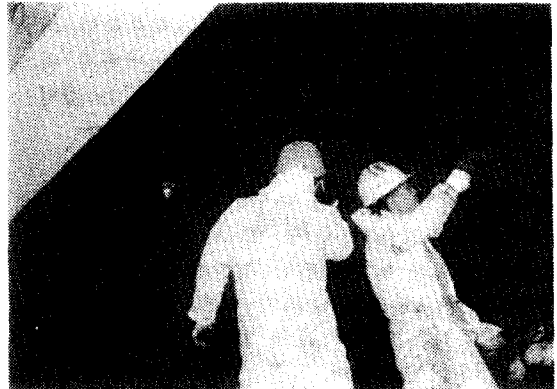
접착레진이 일정한 가사시간을 초과하기전에 탄소섬유시트를 부착시킨다. 시트를 일정한 길이(보통2m가 적당)로 절단하여 레진도포 후 대상면에 부착시킨 후 섬유방향으로 수회 강하게 누르면서 밀어주어 시트와 일체화 되도록 하고 대상면에서 전기 시설물 등이 있는 경우에는 가위로 오려내어 접착시킨다. 이때 섬유방향 이음길이를 약 10cm정도로 하여 시트가 부착되지 않은곳이 없도록 한다.



<사진 5> 탄소섬유시트의 접착

#### (6) 시트위의 접착레진도포

시트접착 후 다시 접착된 시트위에 레진을 도포하며 탄소섬유에의 완전한 합침이 이루어질수 있도록 충분히 도포한다. 시공시에는 마스크, 보호안경 등을 착용하고 화기 및 환기에 주의하도록 한다. 시트를 2회 이상 접착할때에는 약 30분정도의 경화시간을 둔후 상도합침레진을 발라 시공을 반복하면 된다.



<사진 6> 시트면위의 레진도포

### (7) 양생 및 마감

탄소섬유시트의 양생은 24시간 이상으로 한다. 또한 재료가 설계강도에 이르기 위해서는 평균 10℃일때 2주간, 20℃일때 1주일간의 양생이 필요하므로 이 기간동안에는 과다하중 및 비 등에 대한 보양이 필요하다. 시공계획시 필요에 따라 도장 등의 마감을 할수 있으며 이후 마감 등에 대해서는 일반적인 시공법과 같게 처리하면 된다. 본 보에서 소개했던 호텔 지하2층 슬래브의 경우에는 2PLY시공후 도장마감으로 공사를 종결시켰다.

## 3.3 시공시 주의사항

### (1) 온도

저온에서는 프라이머와 수지의 점도증가 및 경화반응 지연으로 인하여 경화불량을 일으킬 우려가 있으므로 동계 또는 한랭지에서는 시공조건을 충분히 검토하여야 한다. 일반적으로는 기온 5℃ 이하에서는 시공하지 않는것을 원칙으로 한다.

### (2) 결로

대상구조물에 수분이 존재하는 경우에는 프라이머 및 수지의 접착이 잘 이루어지지 않으므로 누수가 있는경우는 지수처리를 행하고 비가 오거나 결로의 위험이 있는 경우에는 시공하지 않는다.

### (3) 요철

표면의 요철 및 우각부에 의해 탄소섬유시트 접착시 들뜸이 발생되어 필요로 하는 내력을 발휘할수 없게된다. 접착전까지 필히 단차는 1mm이 내로 수정하고 우각부는 R=10이상 면처리하며, 돌출부를 평활하게 하는것이 중요하다.

### (4) 프라이머 및 레진의 취급

프라이머의 경우 대상면에 도포 후 다음 공정을 위한 초기경화시간은 3~12시간으로 한다. 점도의 조정은 가온등으로 행하고, 유기용제 등으로 희석해서는 않된다. 주재, 경화제의 혼합 후에는 가사시간을 준수하여 가사시간을 초과한

것은 사용해서는 않되며 시공시 환기를 요하고 화기의 사용은 금한다.

### (5) 시트의 취급

시트는 필요한 양 만큼만 잘라서 사용하도록 유의하고 일단 사용하고 남은 잔여분에 대해서는 신중하게 등갈게 말거나 적층하여 보관한다. 탄소섬유시트를 자를때에는 이음길이 및 정착길이를 고려하여 자른다. 다만 폭방향으로의 이음길이는 불필요하다.

### (6) 시공 계획시

기존 구조물에의 시공에서 현장 및 주변의 환경에 따라 자재, 공구의 운입 및 작업비계의 확보 등에 제약을 받을수 있으므로 유의한다. 또한 진동 및 기타요인에 따라 시공성의 영향을 받을수 있으므로 사전에 충분한 조사를 행하고 시공계획을 세운다.

## 4. 결 론

탄소섬유시트를 사용하여 슬래브의 휨보강에 대한 보강공사를 종료한 후 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 탄소섬유시트 공법은 시공이 매우 간단한 것으로 알려지고 있으나 철저한 바탕처리와 아울러 에폭시수지에 의한 탄소섬유시트의 함침작업이 매우 중요하므로 이에 대한 경험과 지식을 겸비한 시공자가 반드시 필요하다.

(2) 정확한 시공 및 설계지침과 아울러 사용되는 탄소섬유시트, 에폭시수지 및 프라이머 등에 대한 학회차원의 규준이 시급하다.

(3) 그림1과 같은 시공계획도를 제안하며 향후 품질확보를 위한 체크 리스트를 제작할 예정이 다.

## 참고문헌

[1] 쌍용안전기술사업단 · 東然주식회사 / 탄소섬유시트공법 기술자료 / 1996