

PPC を上面増厚した RC 床版の梁型負曲げ試験

東京都市大学大学院 学生会員 ○文屋 遼太郎
新日鉄住金マテリアルズ (株) 正会員 小森篤也
東京都市大学 フェロー会員 吉川弘道

1. はじめに

近年米国では、Polyester Polymer Concrete (ポリエステルポリマーコンクリート、以下、PPC という)を用いた橋面舗装の補修が行われている¹⁾。PPC は不飽和ポリエステル樹脂に骨材を混ぜて硬化させたものであり、耐摩耗性に優れ、すべり抵抗値が高く、硬化時間が短いことより急速施工が可能と報告されている。また、静弾性係数がセメントコンクリートの 1/4~1/3 程度であり、靱性が高いため、ひび割れが発生しづらい特徴を持っている²⁾。

筆者らの研究³⁾では、PPC を床版上面増厚に用いた場合、正の曲げモーメントに対する耐力は大幅に向上し、靱性が向上することを確認している。そこで、PPC の機械的強度が優れていることに着目し、RC 床版の上面を PPC にて増厚し、主桁直上の負の曲げモーメントが作用する状況を模擬した載荷試験を行い、負曲げ耐荷機構を解明することを目的とした。

2. 載荷試験概要

(1) 試験体概要

上面増厚工法を想定した無損傷の梁の上面に、PPC を 20mm、30mm 厚でそれぞれ打設し、増厚以前の断面寸法、及び PPC を 30mm 増厚した断面寸法を普通セメントコンクリートにて一体打ちした。ここで、各試験体の断面と試験体名称を図-1 に示す。引張鉄筋とせん断補強筋の配筋については、すべての試験体が曲げ破壊を呈するよう、せん断耐力が曲げ耐力の 1.5 倍程度となる配筋設計を行った。ここで、試験体の諸元を表-1 に示す。セメントコンクリートの配合は、昭和 39 年鉄筋コンクリート道路橋示方書による RC 床版の標準設計圧縮強度である 24N/mm²を目標とし、PPC の配合は、米国にて舗装材として用いられる場合の圧縮強度 50~60N/mm²を上回る配合設計において打設した。

(2) PPC を増厚した試験体の作成方法

PPC に用いる不飽和ポリエステル樹脂は強度増加に

寄与する主剤、硬化収縮の抑制に期待ができる添加剤の2種類を7:3の割合で混合したものを用いた。そして、硬化剤及び硬化触媒をそれぞれ不飽和ポリエステル樹脂に混合した。ここで、セメントコンクリート及び PPC の配合を表-2 に示す。

PPC で増厚する試験体は、界面である RC 梁の上面をディスクサンダーにて研掃を行った後、ビニルエステル樹脂製のプライマーを塗布量 0.3kg/m² となるように塗布し、硬化まで 1 時間程度気中養生後、プライマーの指触乾燥を確認し、PPC を打設し、バイブレーターによって締め固めた。

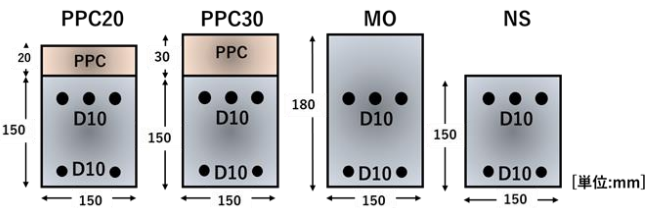


図-1 試験体概要

表-1 試験体諸元

試験体名		SC	PPC	MO	NS
破壊モード		曲げ破壊先行型			
試験体寸法	全長	L ₀ (mm)			
	スパン長	L (mm)			
	せん断スパン	a (mm)			
	純曲げスパン	L-2a (mm)			
既設コンクリート (セメントコンクリート)	圧縮強度	f' _c (N/mm ²)			
	弾性係数	E _c (kN/mm ²)			
増厚コンクリート (PPC)	圧縮強度	f' _c (N/mm ²)			
	弾性係数	E _c (kN/mm ²)			
主鉄筋	圧縮：呼び径×本数	D10*2			
	引張：呼び径×本数	D13*2			
	降伏強度	f _y (N/mm ²)			
	弾性係数	E _s (kN/mm ²)			
せん断補強筋	呼び径×本数	D6*10			
	降伏強度	f _y (N/mm ²)			
	間隔	(mm)			

表-2 コンクリート配合

セメント コンクリート	スランブ	空気量	W/C	s/a	セメント	水	細骨材	粗骨材
	(cm)	(%)	(%)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
	10	5	59	45	280	165	796	1011
PPC	スランブ	主剤	添加剤	硬化剤	硬化触媒	細骨材	粗骨材	※重量比
	(cm)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	
	5	70	30	1	1	330	330	

キーワード：床版上面増厚工法，Polyester Polymer Concrete (PPC)，負の曲げモーメント，付着割裂破壊

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学大学院 Email：g1681726@tcu.ac.jp

3. 載荷試験結果

(1) 破壊形態

試験体 MO, 試験体 NS については, 荷重の増加に伴い, 曲げ区間の下縁コンクリートより曲げひび割れが発生し, その後更なる荷重の増加によって引張鉄筋が降伏し, 圧縮縁のセメントコンクリートが圧縮破壊し, 荷重の低下を確認し試験終了とした。

PPC を増厚した試験体 PPC20, 試験体 PPC30 では, 等曲げ区間下縁の PPC が曲げひび割れが発生した直後に急激な荷重の低下を確認し, 脆性的な破壊を呈した。下縁の PPC より発生した曲げひび割れは上部の普通コンクリートまで進行したが, 増厚界面における剥離は発生しなかった。試験体 PPC30 では, セメントコンクリート部材内に, 曲げひび割れに直交する水平ひび割れを確認した。この水平ひび割れは試験体横断面の引張鉄筋位置, 及び等曲げスパンに生じたことから, 異形鉄筋とセメントコンクリートによる付着割裂破壊と判断した。各試験体のひび割れの様子を図-2 に示す。

(2) 荷重-変位関係

各試験体の荷重-変位関係を図-3, 及び試験結果を表-3 に示す。図中の初期勾配変化は下縁コンクリートの曲げひび割れ発生点である。PPC で増厚した PPC20, PPC30 では, 普通セメントコンクリート製の MO, NS と比較し, ひび割れ発生荷重が高い。しかし, PPC20, PPC30 ではひび割れ発生後, 脆性的に荷重が低下し, 終局曲げ耐力の向上は確認できなかった。これは, 靱性の高い下縁の PPC がひび割れ発生まで荷重を負担し, ひび割れ発生後はその荷重を急激に負担する引張鉄筋と引張力を負担しなくなったセメントコンクリートとの間で生じた付着割裂によるものと考えられる。PPC20 に関しては, 水平ひび割れは確認できなかったものの, 同様の付着割裂が内部で生じている可能性がある。

4. まとめ

- (1) PPC を上面増厚工法に用いることで, 靱性の高い PPC の材料特性によって, ひび割れ発生抑制効果を期待できる。
- (2) ひび割れ発生後, 脆性的な破壊を防ぐ為には, 増厚界面に異形鉄筋や炭素繊維格子筋の補強材の設置が有効と考え, 今後の課題としたい。
- (3) 今回の試験結果, 及び今後の更なる正曲げ試験と負曲げ試験の結果より, PPC を用いた床版上面増厚工法の設計法の確立を目指す。

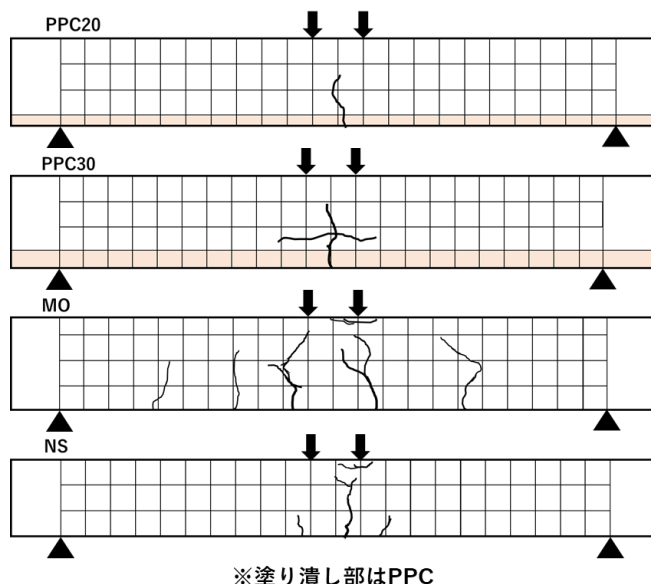


図-2 載荷試験後試験体ひび割れ

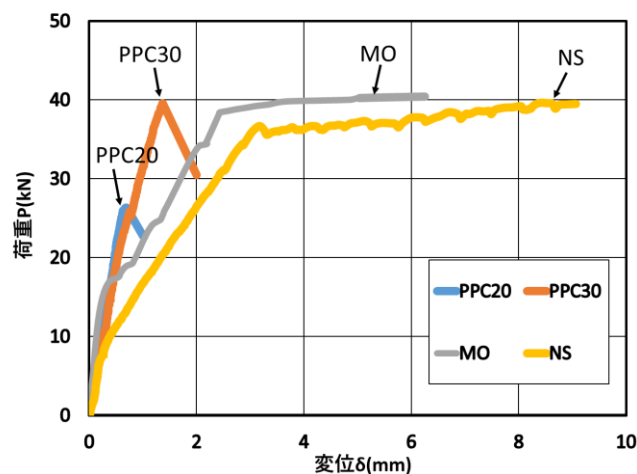


図-3 荷重-変位曲線

表-3 試験結果

試験体	ひび割れ発生		引張鉄筋降伏		終局荷重	
	荷重(kN)	変位(mm)	荷重(kN)	変位(mm)	荷重(kN)	変位(mm)
PPC20	23.6	0.70	—	—	23.6	0.70
PPC30	39.5	1.36	—	—	39.5	1.36
MO	16.6	0.34	38.4	2.43	41.2	8.53
NS	9.31	0.31	36.7	3.17	39.8	6.24

参考文献

- 1) 大田孝二ら：米国における鋼道路橋版板損傷への取組み（その1），橋梁と基礎，2015. 7
- 2) Transportation Research Board : High Performance Concrete Specifications and Practices For Bridge. NCHRP Synthesis Report , 441, 2013
- 3) 文屋遼太郎ら：PPC を用いた RC 床版の上面増厚に関する梁型モデルによる実験的研究，第九回道路橋床版シンポジウム論文報告集，pp.133-136，2016. 11