

床版上面増厚工法を想定した PPC の付着強度試験

新日鉄住金マテリアルズ株式会社 正会員 ○文屋 遼太郎
新日鉄住金マテリアルズ株式会社 正会員 小森 篤也

1. はじめに

道路橋 RC 床版の上面増厚補強法は、比較的早い供用年数にて、増厚界面における剥離等の再劣化が報告され、現在では増厚界面にエポキシ樹脂接着剤を用いることで増厚コンクリートとの良好な接着性能が得られることが報告されている¹⁾。また、近年米国では、Polyester Polymer Concrete (以下、PPC という)を用いた橋面舗装の補修が行われており²⁾、PPC は不飽和ポリエステル樹脂に、骨材を混合し硬化させたコンクリートであり、機械的な強度に優れ、硬化時間が短く急速施工が可能な材料と報告されている³⁾。そして、靱性が高いためひび割れが発生しづらく、床版上面増厚工法の増厚コンクリートへの展開が期待できる材料である。

本研究では、新材料である PPC が、現在用いられている床版上面増厚工法同等か否かを評価するため、増厚試験体の直接引張強度とせん断付着強度を評価する。

2. 付着強度試験概要

(1) 試験体概要

道路橋 RC 床版の上面増厚工法を想定し、60mm 厚のセメントコンクリート板の上面に PPC およびセメントコンクリートを 50mm 増厚した界面における直接引張強度、および一面せん断付着強度を求める。本研究では図-1 に示す3種類の供試体を用い評価を行う。そして、コンクリートの配合及び PPC の配合を表-1 に示す。供試体 A はエポキシ樹脂接着剤を用いセメントコンクリートの打設を行い、供試体 B はビニルエステル樹脂プライマーを用い PPC を打設している。また、供試体 C は無処理のコンクリート上にコンクリートを打設したのみの供試体である。この際、供試体 A 未硬化のエポキシ樹脂上に、供試体 B は硬化させたプライマーの上にそれぞれ打設した。

(2) 試験方法

直接引張付着強度試験では、平板状の試験体を 100φ 円柱状にコア抜きを行い、鋼製治具を接着剤で供試体に接着し万能試験機を用い図-2 に示すように増厚部と

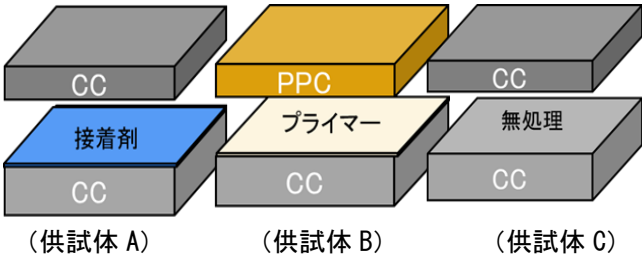
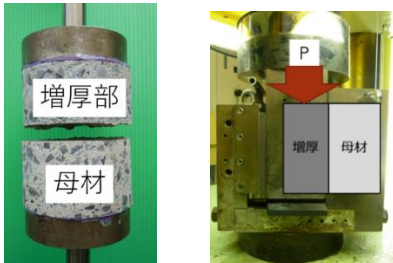


図-1 試験体の概要

表-1 各コンクリートの配合

セメント コンク リート	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)
	15	10	5	60	51
	水 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	AE減水剤 (ml)
	178	307	875	868	6,504
PPC	樹脂配合 主剤:膨張剤		樹脂量 (%)	主剤 (kg)	膨張剤 (kg)
	7:3		13	200	85.8
	硬化剤 (kg)		反応触媒 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)
	2.86		2.86	953	964



左：直接引張付着試験，右：一面せん断付着試験

図-2 付着強度試験概要

母材部に引張荷重を与えた。一方、一面せん断付着強度試験では、平板状の各コンクリート打設済み試験体を 100mm 角に切り出し、図-2 に示すせん断試験治具を用いて母材側を固定し増厚部に荷重を載荷し、増厚界面にせん断力を与えた。また、試験時の圧縮強度は、セメントコンクリートが 36.5N/mm²、PPC が 71Nmm²であった。本研究では、それぞれの供試体数を 3 とし試験評価を行った。

キーワード：床版上面増厚工法，PPC(Polyester Polymer Concrete)，付着強度

連絡先 〒104-0061 東京都中央区銀座 7-16-3 新日鉄住金マテリアルズ(株) TEL03-6853-6260

3. 付着強度試験結果

(1) 破壊強度と破壊モードの決定

直接引張付着強度試験および一面せん断付着強度試験を行い、すべての試験体の破壊が見られた荷重を計測し破壊形状を観察した。荷重の低下が見られた最大荷重より、断面積で除したものを破壊強度とし算出した。ここで、直接引張試験結果平均値の一覧を表-2に、一面せん断試験結果平均値の一覧を表-3に示す。

(2) 直接引張付着強度試験

破壊箇所が界面剥離を含むものは、界面無処理にセメントコンクリートを打設した供試体 C の一部のみであり、供試体 A, B はすべて母材コンクリートの引張破壊で試験を終了した。直接引張強度はそれぞれ、供試体 A で 1.96N/mm^2 、供試体 B で 1.90N/mm^2 、供試体 C で 1.89N/mm^2 となり全ての試験体で NEXCO が規定する直接引張強度⁴⁾である 1.5N/mm^2 以上となった。これらから、それぞれの供試体の直接引張試験強度には差異は見られないが供試体 C のみに界面剥離が見られた。

(3) 一面せん断付着強度試験

供試体 A のせん断付着強度は 4.13N/mm^2 、供試体 B は 3.79N/mm^2 となったが全て母材コンクリートで破壊を呈した。一方、供試体 C のせん断付着強度は、 2.20N/mm^2 であり、打設界面での剥離にて試験を終了した。この供試体 C は、供試体 A に比して、約 58%、供試体 B に比して、約 53%と低下することが確認された。これらのことから、接着剤を用いコンクリートを打設した供試体 A および PPC を用いた供試体 B には破壊箇所の観察結果を踏まえ変化がないが、供試体 C については、直接引張強度は規格を満足させるも、せん断付着強度では大幅に低減し、界面剥離となった。実際の道路橋床版では、引張およびせん断応力の双方が発生する疲労環境であり、今回の静的試験結果でも結果に差異があることから、何らかの処理は必要であるものと考えられる。

4. まとめ

(1) 本研究に用いた接着剤併用型増厚供試体と、PPC を用いた供試体の静的付着性能は、打設面 90 度方向引張の直接引張試験、0 度方向の一面せん断試験にて破壊荷重や破壊箇所の変化が見られず、PPC 増厚供試体は現在実施されている接着剤併用型増厚補強法同等の、静的付着性能を有することが確認された。

表-2 直接引張付着強度試験結果の一覧

供試体	直接引張強度 平均値 (N/mm^2)	破壊箇所
A	1.96	母材破壊(打設界面下)
B	1.90	母材破壊(打設界面下)
C	1.89	母材破壊(一部界面剥離)

表-3 一面せん断付着強度試験結果の一覧

供試体	せん断付着強度 平均値 (N/mm^2)	破壊箇所
A	4.13	母材破壊(打設界面下)
B	3.79	母材破壊(打設界面下)
C	2.20	界面剥離

- (2) 増厚界面を無処理とした供試体 C における、直接引張試験での接着強度低下は、ほかの供試体と比較して低下が見られないものの、一部界面剥離を呈した。また、一面せん断試験では、すべての供試体で界面剥離となり一面せん断付着強度も 53-58%低下した。これらのことから、何らかの界面の処理を行い増厚が行われることが必要であるものと考えられる。
- (3) 本研究では、静的評価のみであったが、今後は PPC を用い輪荷重走行試験による疲労評価を進めていきたい。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、ご指導いただいた、東京都市大学都市工学科教授吉川弘道先生および、日本大学生産工学部土木工学科准教授水口和彦先生ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 土木学会：道路橋床版の維持管理マニュアル，2016.10
- 2) 大田孝二：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
- 3) Transportation Research Board：High Performance Concrete Specifications and Practices For Bridge．NCHRP Synthesis Report, 441, 2013
- 4) 東・中・西日本高速道路（株），構造物施工管理要領-保全編-，pp.81-87，2017.7