

CS-159

PPMG モルタルのせん断付着強度に関する実験

大阪大学大学院 学生員 ○土谷 逸郎
マグネ化学株式会社 塚崎 征

大阪大学大学院 フェロー 松井 繁之
マグネ化学株式会社 松本 弘

1. はじめに

コンクリート床版の補強法として、床版下面に所定の補強鉄筋を配置した後、これを PAE 系ポリマーセメントモルタル（以下、PPMG モルタル）により既設床版と一体化させる床版下面増厚工法が用いられている。この工法の特徴は PPMG モルタルと補強鉄筋が一体化することで旧床版とともに補強鉄筋が断面力を負担すること、さらに床版全厚の増加によってせん断耐力も 3 割程度増加することにある¹⁾。そのためこの工法においては引張力の生じる既設床版と PPMG モルタルの界面で十分なせん断付着強度が確保される必要がある。

そこで本実験で、独立した 2 つのコンクリートブロック間を鉄筋および PPMG モルタルで補強した供試体を用いて引張試験を行い、コンクリートブロックと PPMG モルタルの接着界面にせん断力を発生させることで、コンクリートと PPMG モルタルのせん断付着強度とその挙動を調べることにした。

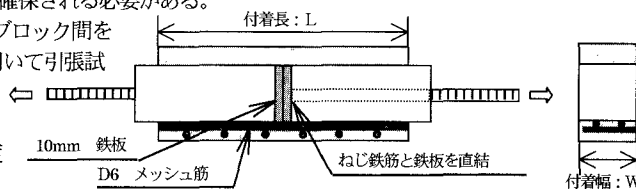


図-1 試験体

表-1 供試体パラメータ（単位：mm）

	W=60	W=100
L=120 (20D)	G6-20, 6-20	G10-40, 10-40
L=240 (40D)	G6-40, 6-40	G10-60, 10-60
L=360 (60D)	G6-60, 6-60	G10-60, 10-60

2. 実験概要

2.1 実験供試体

今回用いた供試体は図-1 に示す一軸引張型で、PPMG モルタルの内部には付着界面でのせん断破壊を誘発するために軸方向筋を配置し、さらに軸直角方向に 50mm ピッチの D6 のメッシュ筋を左右対称に配置している。

供試体のパラメータは表-1 に示す通り、軸方向の付着長さ L と軸直角方向の付着幅 W で、付着長は鉄筋径の 20 倍・40 倍・60 倍とした。今回は各パラメータごとに軸方向鉄筋のゲージがあるものとないものの 2 体ずつ実験を行った。

2.2 実験方法

載荷は 200tf の載荷能力を持つ引張試験機を用いて行った。測定項目は 2 つのコンクリートブロック間の相対変位・PPMG モルタルの表面ひずみ・軸方向鉄筋のひずみで、100kgf ごとに測定を行い相対変位が 0.3mm に達した後は 50kgf ごとに測定を行う。載荷速度は平均 5kgf/sec で、相対変位が 0.3mm に到達した後は 2kgf/sec 程度に落とした。

表-2 最大荷重の比較（単位：tf）

	W=60	付着面積比	最大荷重比	W=100	付着面積比	最大荷重比
L=120 (20D)	1.475	1	1.16	荷重比・付着面積比は網掛けの供試体を 1 とする。		
	1.275		1.00			
L=240 (40D)	1.625	2	1.27	3.870	3.33	3.03
	2.315		1.81	3.370		2.64
L=360 (60D)	2.576	3	2.02	4.430	5	3.47
	2.665		2.09	3.565		2.80

3. 実験結果

3.1 荷重-相対変位曲線

図-2 に各供試体の荷重-相対変位曲線を示す。また、表-2 に最大荷重の比較を示す。

今回の実験では付着面積が 2 倍 3 倍になっても最大荷重は 2 倍 3 倍にはなっていない。そのため、図-3 のように付着長と平均付着強度（最大荷重を単純に付着面積で割った強度）の関係をプロットすると、付着長が大きくなるほど平均付着強度が低下していることが分かる。このような現象は炭素繊維シートを用いた実験でも確認されており²⁾、原因として付着面積全体に付着応力が分布せずに徐々に剥離が進行し、最大荷重時の接着面積が減少していることが挙げられる。

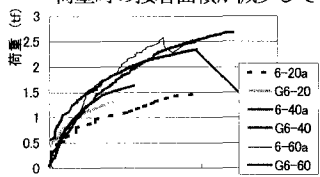


図-2a 荷重-相対変位 W=60 変位 (mm)

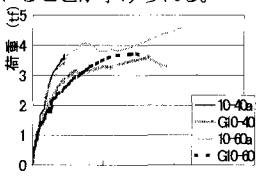


図-2b 荷重-相対変位 W=100 変位 (mm)

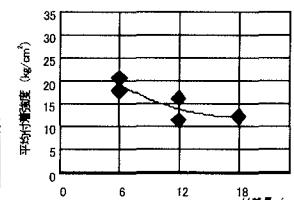


図-3a W=6 シリーズで最大荷重から得られる平均付着強度

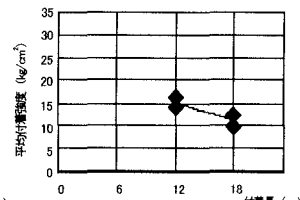


図-3b W=10 シリーズで最大荷重から得られる平均付着強度

キーワード：PPMG モルタル、一軸引張試験、せん断付着強度

〒562-0871 吹田市山田丘 2-1 TEL 06-6879-7620 FAX 06-6879-7621

3.2 表面ひずみ

まず、PPMG モルタルの表面ひずみから観察する。全体的には、図4-a) に示すように、軸直角方向鉄筋位置にあたる部分で特に大きなひずみを生じている。中心部のひずみが母材に付着していない PPMG モルタルのみの引張りひずみを示していることを考えると、軸直角方向筋の影響で大きな引張りひずみが生じているといえる。このように、PPMG モルタルにおいては軸直角方向鉄筋の影響で軸方向引張力が不均一に分布している。一方、両端部のひずみが全ての供試体で0付近まで減少しており、これは同様の軸引張型試験体で行った炭素繊維シートの付着せん断強度試験²⁾と同じ傾向を示している。そのため、この分布から最大荷重時には中央部で PPMG モルタルの剥離が進行し端部の線形ひずみ分布区間に付着強度が分布しているという状況が推察される。

また、図4 b)に示す鉄筋のひずみを観察する。このひずみは軸方向鉄筋のデータである。ここでは、付着の切れている中央部でひずみが最大になり両端部でひずみが減少している。軸方向鉄筋が PPMG モルタルと完全に付着していると考えれば、PPMG モルタルの表面ひずみ同様、中央部分のひずみの増加区間で PPMG モルタルの剥離が起きていると推察される。

そこで、図-5 に示すように両端部の線形ひずみ増加区間で最大荷重時に生じている応力からその区間で均一なせん断付着強度が次式より求められる。

図-6 にはせん断付着強度と付着長の関係をプロットする。

$$\tau_y = \left[E_{pp} (\alpha \varepsilon_{pp1} - \alpha \varepsilon_{pp2}) A_{pp} + E_s (\varepsilon_{s1} - \varepsilon_{s2}) \frac{S_{ppg}}{S_{rg}} A_s \right] / S_{rg} / b$$

ここに、 α : PPMG モルタル内の平均軸ひずみと表面ひずみの比、 ε_{pp1} 、 ε_{pp2} : PPMG モルタルの表面ひずみ、 ε_{s1} 、 ε_{s2} : 鉄筋の表面ひずみ、 E_{pp} : PPMG モルタルの弾性係数、 A_{pp} : PPMG モルタルの断面積、 E_s : 軸方向鉄筋の弾性係数、 A_s : 軸方向鉄筋の断面積、 S_{ppg} : PPMG モルタル表面のひずみゲージの貼り付け間隔、 S_{rg} : 鉄筋ひずみゲージの貼り付け間隔である。 α は実験値からは得られないため、ここでは1とする。

W=10 シリーズでは得られたせん断付着強度のばらつきは大きすぎて評価は困難であるが、W=6 シリーズを見ると付着長 24cm・36cm のせん断付着強度が付着長が違ってもかわらずほぼ同様に分布している。これらのデータを平均すると 38.8 kgf/cm² という値が得られる。

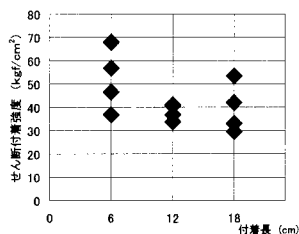


図-6a W=6 シリーズでPPMGモルタルの表面ひずみより得られるせん断付着強度

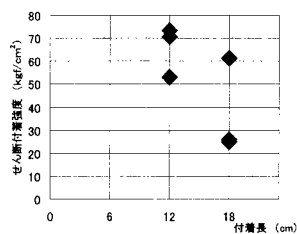


図-6b W=10 シリーズでPPMGモルタルの表面ひずみより得られるせん断付着強度

3.3 破壊性状

供試体はすべて、コンクリートと PPMG モルタルの混合破壊を呈していた。

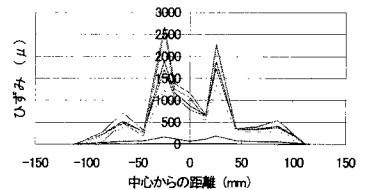
4. まとめ

今回の実験では PPMG モルタルの表面ゲージから、PPMG モルタルとコンクリート間のせん断付着強度が推定でき、25 kgf/cm² 以上の値を得た。

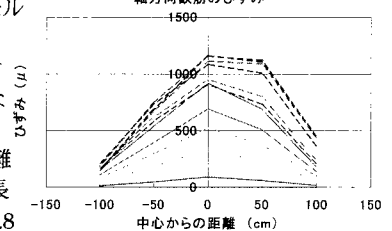
今後は、軸直角方向鉄筋のない供試体シリーズを作成し PPMG モルタル表面のひずみ性状から剥離状況を明らかにするとともに、今回の実験結果との比較を行い PPMG モルタルの付着性状をより明らかにしていく必要がある。

<参考文献>

- 1) 下面増厚工法による RC 補強床版の耐久性 松井繁之 他 1997/5 橋梁と基礎
- 2) CFRP シートとコンクリートの付着挙動 (その1) 佐藤裕一 他 1997/10 日本建築学会論文集



a) PPMG モルタル表面のひずみ



b) 軸方向鉄筋のひずみ

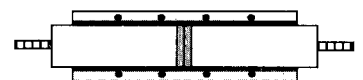


図-4 表面ひずみ (上から 10-40, G10-40)

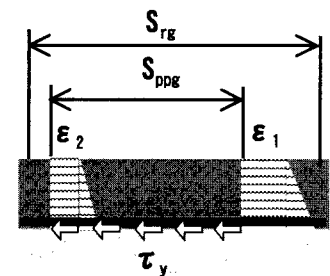


図-5 PPMGモルタル内の応力分布の仮定

上段: PPMGモルタル

太線: 鉄筋

下段: コンクリート