

第V部門

膨張ペーストを用いた CFRP プレートの付着型定着具に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科	学生員	○北出	幸裕
立命館大学大学院理工学研究科	学生員	近藤	哲也
立命館大学 COE 推進機構	正会員	井上	真澄
立命館大学理工学部	正会員	高木	宣章
立命館大学理工学部	正会員	児島	孝之

1 はじめに

CFRPプレート(以下、プレート)の緊張接着により既存コンクリート部材を補強する場合、プレートの付着型定着具の定着性能を把握し、定着具の小型化・軽量化を図ることが必要である。既報告¹⁾では 50×2mmのプレートを用いた引張試験において、定着長の違いによる最大荷重の差はほとんど無く約 310kNであり、定着長が 200mmでも、抜け出しはほとんど無く十分な定着性能を有することが確認できている。本研究では、構造物への適用範囲の拡大を目的に、これまでの約 1.5 倍の耐力に相当する 75×2mmのプレート用の付着型定着具について検討を行った。まず、充填材として用いた膨張ペーストの最適配合を選定するための膨張圧試験を行った(シリーズ I)。そして、その結果から得られた配合の膨張ペーストと付着型定着具を用いたプレートの引張試験を実施し、プレートの定着長が定着性能に及ぼす影響について検討を行った(シリーズ II)。

2 実験概要

表 1 実験要因(シリーズ I)

要因	仕様
拘束体	圧力配管用炭素鋼鋼管
充填材	膨張ペースト[EP=441, 549kg/m ³]
養生方法	気中養生(温度 20±1℃, 湿度 90±5%)
計測項目	膨張ひずみ
目標膨張圧	10~15N/mm ²

シリーズ I 表 1 に実験要因を示す。膨張ペーストには、セメントに普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³), シリカフュームにノルウェー産粉体(密度:2.20g/cm³, 粉末度:20m²/g), 膨張材にはエリンガイト系(密度:2.90g/cm³)を使用した。拘束体には鋼管(圧力配管用炭素鋼鋼管STPG38:外径 42.7mm, 肉厚 3.6mm, 長さ 500mm)を使用し、膨張ペーストを充填して 3 軸拘束下における膨張特性を検討した。膨張ペーストの配合は、水結合材比[W/(C+SF)]を 40%, シリカフューム置換率[SF/(C+SF)]を 20%とし、単位膨張材量[EP]を 441, 549kg/m³の 2 配合とした。鋼管中央部 2 箇所にひずみゲージ(2 軸 2mm, 1G3W, 120Ω)を貼り付け、鋼管表面の軸方向および周方向膨張ひずみの経時変化を恒湿恒温室(温度 20±1℃, 湿度 90±5%)内で測定した。目標膨張圧は 10~15N/mm²とした。

表 2 実験要因(シリーズ II)

要因	仕様
プレート断面寸法	75×2mm
膨張ペーストの配合	40-549*
定着長	200, 250, 300, 350mm
供試体数	各 5 体

*: 水結合材比 40%, 単位膨張材量 549kg/m³

シリーズ II 表 2 に実験要因を示す。使用したCFRPプレートは、引抜成型型枠寸法を 75×2mmとしてプルトルージョン法により作製した。高強度タイプで、繊維体積含有率は 67%である。

図 1 に定着具の断面図に示す。膨張ペーストとの付着を良好にする目的で、プレート表面には珪砂を散布し、定着具の内面には溝加工を施した。図 2 に引張試験の概略図を示す。引張試験は、供試体に偏心力が作用しないように、定着具の

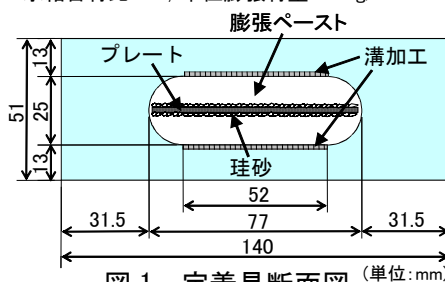


図 1 定着具断面図 (単位:mm)

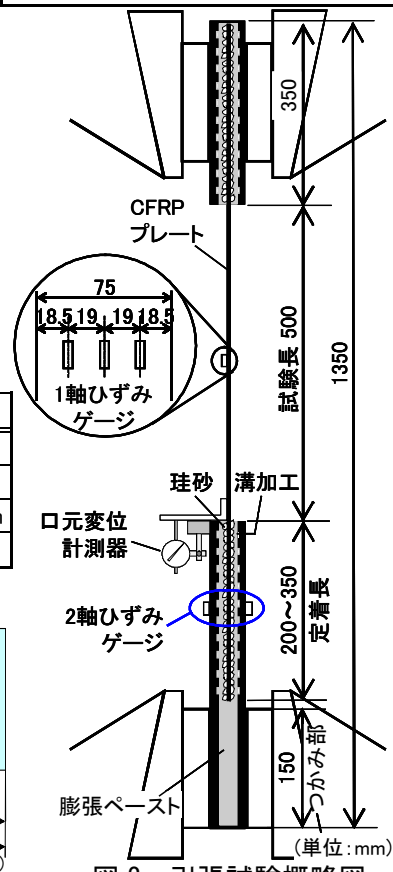


図 2 引張試験概略図 (単位:mm)

つかみ部を万能試験機の上下のチャックで直接つかんで実施した。下側が試験区間である。測定項目は最大荷重、プレートひずみ、定着具のひずみおよび口元変位であり、目視により破壊状況を確認した。口元変位は、定着具の入口部分に口元変位計測器を取り付け、計測を行った。

3 実験結果および考察

シリーズⅠ ケミカルプレストレスは、膨張材量に関わらず材齢 5 日程度で最大値を示した後、減少し、材齢 15 日前後で一定値に落ち着いた。図 3 に、一定値に落ち着いたときのケミカルプレストレスと単位膨張材量の関係を示す。単位膨張材量 549kg/m^3 の配合における周方向ケミカルプレストレスは 12.1N/mm^2 で

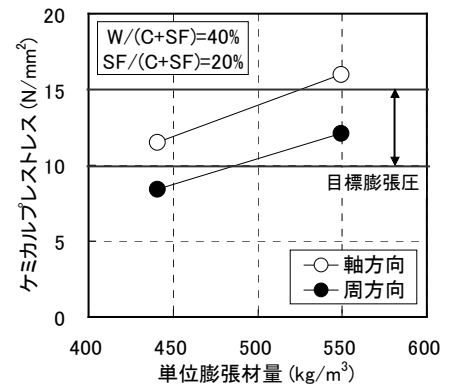


図 3 ケミカルプレストレスと単位膨張材量の関係

表 3 CFRP プレーートの引張試験結果

定着長 (mm)	最大荷重 (kN)*1	標準 偏差	変動係数 (%)	保証耐力 (kN)*2	引張強度 (N/mm²)	弾性係数 (kN/mm²)	破断ひずみ (μ)*3	破壊形式
200	391	15.0	3.85	345	2300	163	14100	プレート破断
250	396	14.8	3.73	352	2340	161	14500	プレート破断
300	405	20.3	5.01	344	2290	163	14100	プレート破断
350	411	18.0	4.38	357	2380	160	14800	プレート破断

注)*1:5 体の平均値, *2:3σ 法, *3:破断ひずみ=保証耐力/(プレートの断面積×弾性係数)

あり、目標膨張圧 ($10 \sim 15\text{N/mm}^2$) が得られることが確認できた。

シリーズⅡ 表 3 にプレートの引張試験結果を示す。プレートが定着具から抜け出すこ

とはなく、全てのプレートが破断して終局に至った。定着長が短くなるにつれ、最大荷重は小さくなったが、定着長 200mm と 350mm での最大荷重差はわずか 20kN であり、ほとんど差が無いと言える。50×2mm のプレートの既報告と比較すると、断面寸法は 1.5 倍であるが、最大荷重は約 1.3 倍となった。また、各定着長 5 体ずつの標準偏差は 15～20 となり、既報告の 3 倍の値となった。これは、幅が大きくなったことにより、偏心の影響を受けやすくなったためであると考えられる。破壊形式は全てプレート破断ではあったが、偏心の影響で、端部から破断した供試体も見られた。

図 4 に引張応力とプレートひずみの関係を示す。引張応力～ひずみ曲線は、プレートが破壊に至るまでほぼ線形的な形状を示した。また、定着長の違いによる差もほとんど見られなかった。

図 5 に荷重と口元変位の関係を示す。定着長の違いによる差は見られなかった。また、最大荷重時での口元変位は 2～2.5mm であり、抜け出しはほとんど無かったと言える。

4 結論

50×2mm のプレートを用いた既報告と比較すると、75×2mm のプレートを用いると、プレート幅が大きくなることにより偏心の影響を受けやすいことが分かった。しかし、既報告と同様、75×2mm のプレートを用いたプレートの引張試験においても、定着長の違いによる最大荷重の差はほとんど見られず、また、定着長が最も短い 200mm でもプレートの抜け出しはほとんど無かった。このことから、プレートに珪砂を散布し、定着具内面に溝加工を施すなど、膨張ペーストとの付着を良好にすれば、膨張ペーストを用いた CFRP プレーートの付着型定着具は、定着長が 200mm でも十分な定着性能を有することが確認できた。

参考文献

1) 近藤哲也, 北出幸裕, 井上真澄, 高木宣章, 児島孝之: CFRP プレーートの膨張ペーストによる定着特性, 土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集 CD-ROM, 5-397, 2004.9

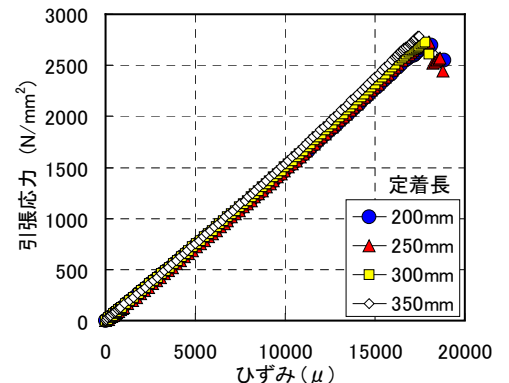


図 4 引張応力とプレートひずみの関係

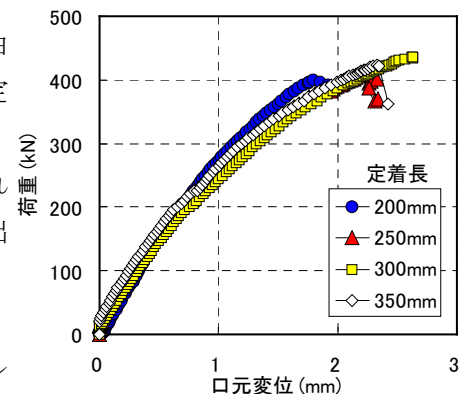


図 5 荷重と口元変位の関係