

プレストレス補強工法の内部定着体に用いる高強度グラウト材の研究

山口大学大学院 学生会員 ○阿波亮祐
 極東興和株式会社 正会員 三原孝文
 極東興和株式会社 正会員 津村尚侑
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

既設コンクリート構造物の内部補強や新旧部材の一体化を図るために、既設コンクリート内部を拡張削孔し、そこに固定定着した PC 鋼材を用いてプレストレスを導入する補強工法が開発された¹⁾。しかし、既往の研究では $\phi 23\text{mm}$ の PC 鋼棒 B 種 1 号を緊張材に使用した構造しか検討されていない。本研究では、工法の適用性の拡大のためにコルゲート管(内径 10mm)と PC 鋼より線($\phi 6.93\text{mm}$, 9 本より線)を組み合わせた可とう性のある中空ストランドを緊張材として想定し、中空ストランドの内部定着体に用いる高強度グラウト材の実験的検討を行った。

2. 実験方法

実施工において、中空ストランドでは、コルゲート管内部からのグラウト材の圧入による固定定着部の先端充填を想定している。本実験では、実施工を想定した自動圧送ポンプを使用して、コルゲート管(5m 長)内にグラウト材を圧送し、通管可能な高強度グラウト材の選定を行った。本研究で用いた配合条件を表-1 に示す。検討するグラウト材の要求性能として、既往の研究において使用されている専用モルタル²⁾の圧縮強度を基に材齢 7 日での目標圧縮強度を 90MPa 以上と設定したうえで、W/B=20%程度の配合とした。セメントには市販の普通ポルトランドセメントを用い、セメントペースト(CP)を作製した。また、強度増進および流動性向上のために、シリカフューム(SF)をセメントに対してそれぞれ 5, 10%質量置換したペースト(SF5, SF10)も作製した。また、前述の専用モルタル²⁾と、その専用モルタルを改良し、さらに高い流動性を有する専用セメントミルクも実験に用いた。

通管が可能なグラウト材については、通管前後で $\phi 50 \times 100$ の供試体を各配合において 3 体ずつ作製した。作製した供試体を使用して、材齢 7 日で圧縮強度試験を実施した。

表-1 配合条件

記号	材料	W/B (%)	減水剤	収縮低減剤
a	CP	20	C×1.4%	C×1.5%
b1	SF5	20	C×1.5%	C×1.5%
b2		20	C×1.6%	C×1.5%
c	SF10	20	C×1.5%	C×1.5%
d	専用モルタル	11	無添加	無添加
e	専用セメントミルク	22	無添加	無添加

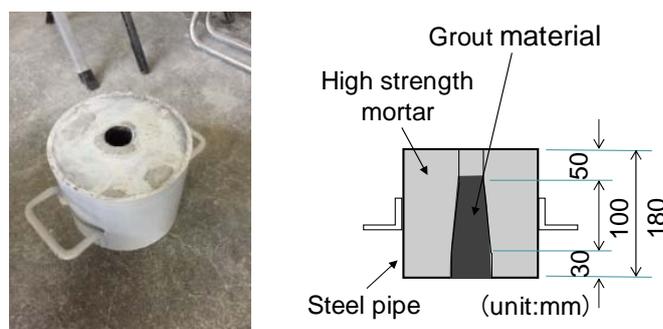


図-1 鋼製フレーム供試体

また、ポンプ圧送実験により選定した高強度グラウト材および d の引抜き力に対する定着耐力を検証するために、図-1 に示す実物大の固定定着部を模擬した鋼製フレーム供試体を作製し、引抜き単調載荷試験を実施した(以下、定着耐力実験)。定着耐力実験においては、既報¹⁾で適用性が確認されている PC 鋼棒(B 種 1 号 $\phi 23\text{mm}$)の規格引張強度(448.7kN)に対する検証を行った。但し、実験では規格引張荷重以上の引抜き力を作用させるために高耐力の PC 鋼棒(C 種 1 号 $\phi 23\text{mm}$)を使用した。

3. 結果と考察

材齢 7 日における圧縮強度を図-2 に示す。本研究では検討するグラウト材の要求性能として、既往の研究において使用されている専用モルタルの圧縮強度を基に、緊張時の先端部充填材の目標強度を 90MPa 以上とした。その結果、図-2 に示すように、すべての配

合において目標強度を上回った。しかし、c の配合では、供試体 3 体の平均圧縮強度は目標強度を上回ったが、一部で目標強度を大きく下回る結果を含むため、目標強度を満足できない可能性があるとして評価した。さらにポンプ圧送実験において、a, b1 および d は、十分な流動性を確保できず、管内で詰まり通管できなかったが、b2, c および e は、十分な流動性を有しておりコルゲート管 5m を通管できた。

b2, c および e の通管前後の圧縮強度の比較を図-3 に示す。通管前後の圧縮強度の差異はそれぞれ 12%, 50%, 9%であった。一部例外もみられるが、通管後の圧縮強度が低い傾向であることから、通管前の圧縮強度として、目標強度 (90MPa) よりも十分に高い強度が必要になるものと考えられる。

定着耐力実験における最大引抜き荷重を表-2 に示す。いずれの配合も、実施工において使用を想定している PC 鋼棒 B 種 1 号の規格降伏荷重 (386.4kN) 以上の荷重を保持できたが、規格引張荷重 (448.7kN) 以上の耐力が得られたのは d のみであった。本実験は、固定定着構造としての定着耐力よりも先にグラウト材の耐荷性能の検証を目的としているため、実験には実物大の固定定着部を模擬して作製した鋼製フレーム供試体を用いた。そのため削孔するコンクリートよりもグラウト周辺の剛性が高いことから、グラウトの変形が著しくなり最大引抜き荷重が低くなる傾向にあるものと考えられる。今後は、実物大コンクリートを削孔して PC 鋼材をグラウト定着した上で耐力性能を検討する必要がある。また、実験後の b2 と e の拡張定着部を比較すると、b2 は拡張定着面とグラウト材が十分に一体化していたが、e ではグラウト材が抜け出すなどの定着不良がみられた。これは、e はセメント硬化体の収縮によって拡張部の内面とグラウト材の接着効果が低下したためと考えられる。このことから、収縮低減剤だけでなく膨張材を適切に併用し、拡張部内のグラウトの定着性を向上させる必要がある。

4. まとめ

本研究で得られた結果のまとめを以下に示す。

- (1) 通管後の圧縮強度が目標強度 90MPa を上回った配合は、シリカフェームを置換率 5%とした W/B=20%のペースト (b2) および W/B=22%の高強度セメントミルクであり、それぞれ 132.7MPa, 103.0MPa の平均圧縮強度を示した。

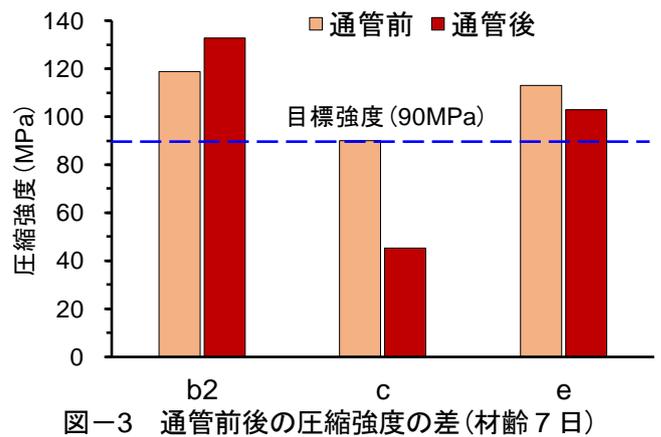
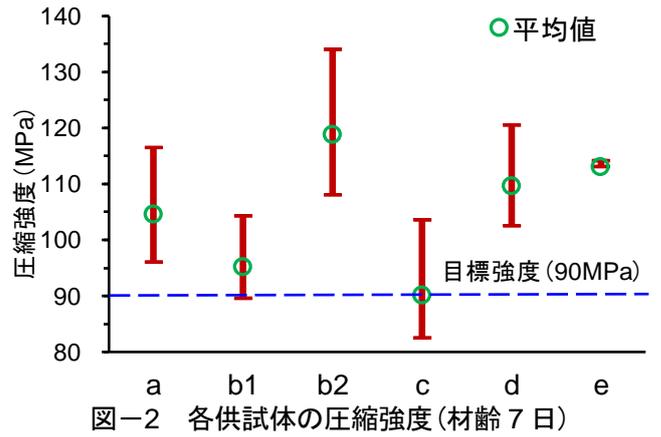


表-2 最大引抜き荷重

記号	b2	d	e
No.1	>448.9 kN*	>450.0 kN*	435.6 kN
No.2	436.9 kN	426.0 kN	430.2 kN
No.3	441.3 kN	>450.0 kN*	420.0 kN
平均	>442.4 kN	>442.0 kN	428.6 kN

*規格引張荷重 (448.7kN) を超えたため荷重除荷

- (2) 通管前後の圧縮強度の差異は 9%~50%であり、通管後の圧縮強度が低くなる傾向にあることから、通管前の圧縮強度として、目標強度を 90MPa より高く設定する必要がある。
- (3) シリカフェームを置換率 5%とした W/B=20%のペーストおよび W/B=22%の専用セメントミルクで定着した場合、規格降伏荷重 (386.4kN) 以上の平均定着耐力が得られた。

参考文献

- 1) 三本竜彦 (2017) 既設コンクリート部材内に固定定着した PC 鋼棒を用いたプレストレス補強工法の開発, 山口大学大学院理工学研究科博士論文
- 2) 蛇川真大, 緒方 努 (2009) 太径高強度鉄筋に適したモルタル充填式定着工法の開発, コンクリート工学, Vol.47, No.7, pp.26-33.