中空 PC ストランドによるプレストレス内部補強工法に用いる高強度グラウト材の実験的研究

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
山口大学大学院　正会員　吉武　勇

1. はじめに

既設コンクリート部材内にくさび形の固定定着構造を構築し，PC 鋼材を配置した後ポストテンション方式でプレストレスを導入することにより，既設構造物の内部補強あるいは新旧部材の一体化を図る補強工法が開発された[1)]．既往の研究[1)]では，PC 鋼棒（φ23mm,B 種 1 号）を緊張材に使用した構造が検討されたが，この場合 PC 鋼棒を既設コンクリート部材内に挿入するための充分なスペースが必要とされる．本研究では，狭隘空間における本プレストレス補強工法の適用を想定し，コルゲート管（内径 10mm）と PC 鋼より線（φ6.2mm,9 本より線）を組み合わせた可とう性のある中空 PC ストランド（φ27.9mm）の使用を検討する．その基礎研究として，中空 PC ストランドの内部定着体に用いる高強度グラウト材について検討を行った．

2. 実験方法

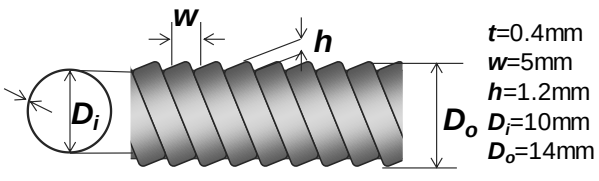
本研究では，緊張材中のコルゲート管（**図-1**）を通してグラウト材を圧入し，固定定着部を充填する工法を想定している．本実験では，自動圧送ポンプを用いてグラウト材をコルゲート管（5m 長）内に圧送し，通管可能な高強度グラウト材の選定を行った（以下，ポンプ圧送実験）．本研究で用いたグラウト材の配合条件を**表-1** に示す．既往の研究において使用されている高強度グラウト材 Type A[2)]の圧縮強度と同様に，目標圧縮強度を 90MPa 以上と設定した．本研究では，既往の研究[1)]で PC 鋼棒の定着に用いた高強度モルタル（Type A）に加え，水結合材比 ***w/cm***=0.2（20%）とした 3 種類のセメントペースト（Type B～D），および 2 種類のプレミックスタイプのグラウト材（Type E，F）についてポンプ圧送実験を行った．さらに，ポンプ圧送実験により通管したグラウト材をコルゲート管の筒先で採取し，φ50×100mm のシリンダー供試体を 3 体ずつ作製した．これを用いて材齢 7 日の圧縮強度試験を実施した．

表-1　配合条件

Type	***w/cm***	Water (**W**)	Cement (**C**)	Filler (**F**)	Fine agg.	HRWRA[c]	SRA[d]
A	0.12	1.2 kg/mix	10 kg/mix[a]			0	0
B	0.20	2.0 kg/mix	10 kg/mix	N/A	N/A	***cm****1.4%	0
C	0.20	2.0 kg/mix	9.5 kg/mix	0.5 kg/mix[b]	N/A	***cm****1.5%	**W***1.5%
D	0.20	2.0 kg/mix	9.0 kg/mix	1.0 kg/mix[b]	N/A	***cm****1.5%	**W***1.5%
E	0.20	2.0 kg/mix	10 kg/mix[a]		N/A	0	0
F	0.28	2.8 kg/mix	10 kg/mix[a]		N/A	0	0

[a] プレミックス材; [b] シリカフューム; [c] 高性能 AE 減水剤; [d] 収縮低減剤

(a) 管先端写真



(b)管の形状寸法

図-1　コルゲート管

また，ポンプ圧送実験により選定したグラウト材の実構造における引抜き力に対する定着耐力を調べるため，400×400×1200mm の鉄筋コンクリート供試体（**図-2**）を作製し，引抜き単調載荷実験を実施した（以下，定着耐力実験）．なお定着耐力実験においては，使用した中空 PC ストランド（φ27.9mm）の規格引張荷重（588kN）

キーワード　プレストレス補強，中空 PC ストランド，高強度グラウト材
連絡先　〒755-8611　山口県宇部市常盤台 2-16-1　山口大学大学院創成科学研究科　TEL0836-85-9306

© Japan Society of Civil Engineers

に対する検証を行った．

3. 結果と考察

ポンプ圧送実験および材齢7日における圧縮強度実験の結果を**表-2**に示す．ポンプ圧送実験において，Type A，Bは充分な流動性がなく，コルゲート管内で材料が詰まり通管できなかったが，Type C，D，E，Fのグラウト材は，高い流動性から5mのコルゲート管を通管できた．なお，本研究ではすべての配合のグラウト材が緊張時（グラウト材齢7日）の先端部充填材の目標強度90MPaを上回った．しかしながら，Type Dに関しては通管後に一部材料分離がみられ，圧縮強度が通管前のグラウト材と比べて低下する結果となった．

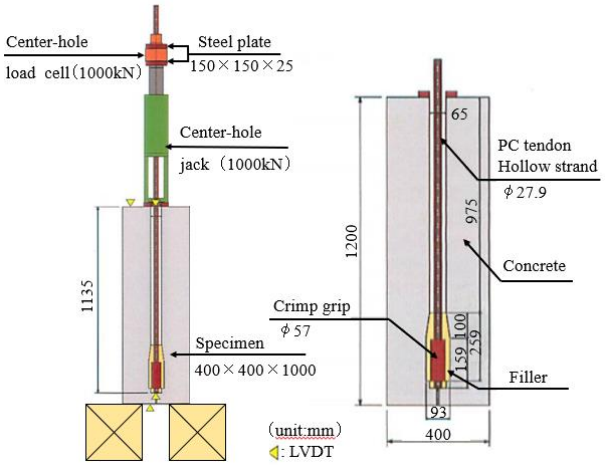


図-2 定着耐力実験の載荷方法

定着耐力実験の結果では，いずれのグラウト材を用いた場合でも中空PCストランドの規格引張荷重(588kN)以上の荷重を保持でき，実構造と同じ緊張力を与えても固定定着構造は充分な定着耐力を有することがわかった．また，固定定着構造における中空PCストランドのすべり量および伸び変位を計測した結果(**図-3**)，いずれのグラウト材においても荷重に応じて中空PCストランドの伸び変位量が線形的に増加したが，500kNを超えたあたりから急激に伸びが増加した．通常の使用状態において中空PCストランドに作用する最大の引張力はプレストレッシング中の緊張材の引張応力度の制限値である470kN程度であるが，その時の抜出し量の計測値は，それぞれType C：0.8mm，Type E ：1.7mm，Type F：1.3mmであり，固定定着部における緊張材の抜出し量が最も小さいグラウト材はType Cであった．

表-2 ポンプ圧送実験結果

Type	5m long grouting	Segregation	f'_{7d} (MPa)
A	Incomplete	N/A	109.6 [a] / --
B	Incomplete	Yes	104.5 [a] / --
C	Complete	No	118.7 [a] / 132.7 [b]
D	Complete	Yes	90.1 [a] / 45.2 [b]
E	Complete	No	113.0 [a] / 103.0 [b]
F	Complete	No	103.6 [a] / 98.4 [b]

[a] 通管前圧縮強度; [b] 通管後圧縮強度

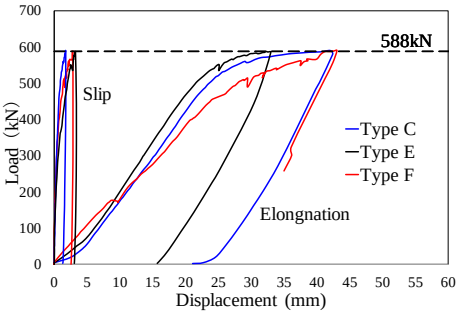


図-3 荷重－変位

4. まとめ

本研究の範囲内で得られた結論を以下に示す．

(1) 内径10mmで5m長のコルゲート管を通管できたグラウト材はType B～Fであり，そのうち通管後の材齢7日圧縮強度が目標値90MPaを上回った配合は，Type C（132.7 MPa），Type E（103.0 MPa），Type F（98.4 MPa）であった．

(2) 配合Type C，Type E，Type Fのグラウト材で定着した場合，いずれも中空PCストランドの規格降伏荷重(588.0kN)以上の平均定着耐力を満足した．そのうち，緊張材の抜出し量が最も小さいグラウト材はType C：0.8mmであった．

参考文献

1） 三本竜彦：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，2017.3.

2) 虻川真大, 緒方　努：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, 2009

© Japan Society of Civil Engineers