

成型時の遠心力がジオポリマー遠心管の材料特性に及ぼす影響

九州工業大学 学生会員 ○野村康市
九州工業大学 正会員 合田寛基 日比野誠
西松建設 (株) 正会員 原田耕司
大阪ガス (株) 正会員 西崎丈能 大西俊介

1. はじめに

近年、下水中の硫酸等によるコンクリート下水管の劣化が深刻化している。そこで、耐酸性に優れ、環境負荷の小さい新技術として注目されているジオポリマー（以下 GP）コンクリートを用いた下水管の作製を試みた。本研究では GP コンクリート管の作製時における遠心力が遠心管の材料特性へ与える影響を明らかにした。コンクリート標準示方書や下水道土木工事施工管理基準及び規格値をもとに遠心力の材料特性も評価した。

2. 実験概要

2.1 使用材料, 配合及び養生方法, 寸法

表-1 に使用材料, 表-2 に配合を示す。粗骨材は管への充填性, 特に内面の平滑性向上を目的として, 最大寸法 10mm の碎石を用いた。養生方法は封緘養生とし, 練混ぜ後 20℃で 3 時間前置き, 以降, 60℃まで 3 時間で昇温, 60℃の恒温養生を 12 時間, 20℃まで 3 時間で降温した後, 脱型して 20℃の養生室内に静置した。また, 供試体の寸法は高さ約 300mm, 外径約 200mm, 厚さ約 25mm である。供試体の全体図を写真-1 に示す。

2.2 遠心成型管の部材性能評価

本実験では 3G, 5G, 7G, 10G (G: 重力加速度) で回転成型した GP コンクリート管を作製した。本研究では内水圧試験, その他, 平滑性の評価, ひび割れの観察, 管の外側と内側の吸水量の測定を行い, それぞれの結果を評価した。脱型直後, 3mm 以上の凹凸が見られないかを確認した上で, 内面の平滑性を評価した。また, 脱型日から 1, 7, 14, 21, 28 日目のひび割れ本数を測定した。吸水量試験に関しては, 注水直後から 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 60, 120, 180 分後の水頭位置を測定し吸水量を算出した。吸水量はそれぞれの遠心力の各時間の吸水量の平均値である。内水圧試験に関しては, 管に一般的なコンクリー

表-1 使用材料

使用材料	記号	密度 (g/cm ³)
アルカリシリカ溶液	GPW	1.40
松浦産フライアッシュ	FA	2.21
高炉スラグ微粉末	BFS	2.91
海砂	S	2.56
粗骨材	G	2.70

表-2 供試体配合

GPW	FA	BFS	S	G
kg/m ³				
254	267	178	681	1023



写真-1 GP コンクリート遠心成型管

ト管の内水圧試験の基準である 0.1MPa, さらに, レジコンクート管の基準である 0.2MPa の水圧をそれぞれ 3 分程度加え, ひび割れや漏水を観察した。

3. 実験結果

3.1 骨材の偏り

それぞれの遠心力の供試体の管周方向の断面を図-1 に示す。また, 図-1 の断面を二値化し下半分 (内層) のモルタル率, 粗骨材率を算出し, その結果を図-2 に

示す。この図より遠心力が大きいほど骨材は外側に偏りモルタル層が厚くなることが確認できる。

3.2 内面の平滑性

遠心力が大きいほど内層のモルタル層は厚くなるため、内面の平滑性は確保できた。しかし、平滑性は遠心成型時の施工性に依存するため、同じ遠心力の GP コンクリート管でも凹凸に差が見られた。

3.3 ひび割れ

脱型直後にひび割れが発生しなかったが数日後に発生した供試体は、一般的に遠心力が大きいほど早期にひび割れが発生し、ひび割れが多くなることが確認できた。これは遠心力が大きくなるほどモルタル層が厚くなり、乾燥収縮が大きくなることが原因だと考えられる。脱型直後にひび割れが発生した供試体は、封緘状態が保持できていなかったことが原因だと考えられる。

3.4 吸水量試験

図-3 に外側及び内側の吸水量試験の結果を示す。外側の吸水量に関しては、遠心力でも吸水量や吸水速度は同程度で顕著な差は見られなかった。このことより、管の外側にはひび割れがあまり発生しないことが確認できた。

内側の吸水量に関しては、最終的な吸水量には大きな差が見られた。また、10G に関しては、他の供試体とは別の挙動を示していた。これは、目視できないほどの微細なひび割れが発生しており水が浸透していき、最終的にひび割れ箇所が水で満たされ吸水量が収束したと考えられる。

3.5 内水圧試験

施工性がよく、ひび割れも目視できない管は 0.1MPa, 0.2MPa の水圧を加えたが、ひび割れ・漏水はともに発生しなかった。一方、施工性が悪い供試体や、ひび割れの発生している供試体の内側に水圧を加えると、施工性の悪い箇所やひび割れ発生箇所が水圧に耐えられなくなり管の外側にひび割れが発生した。また、管の端部が剥がれ落ちている箇所や試験中に発生したひび割れ箇所から漏水も確認された。

4. まとめ

遠心力が大きくなるほど平滑性が確保されるが、それに伴い内面のひび割れ発生時期が早まり、ひび割れが発生する傾向が見られた。一方、遠心力が小さくなる

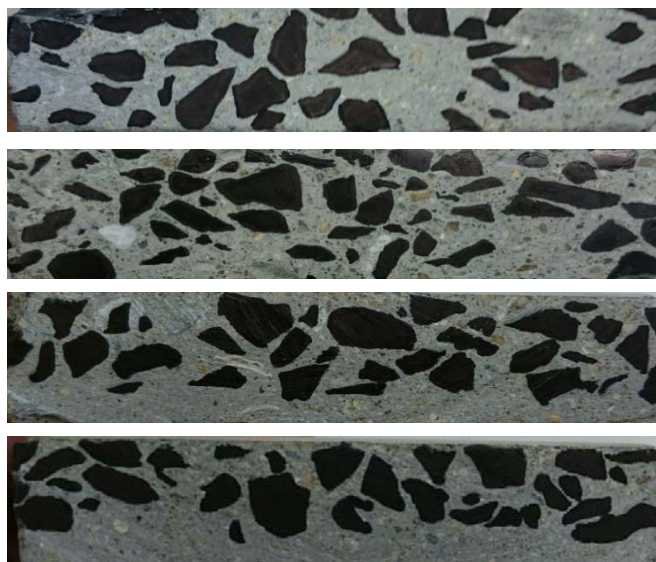


図-1 管周方向の断面(上から 3G, 5G, 7G, 10G)

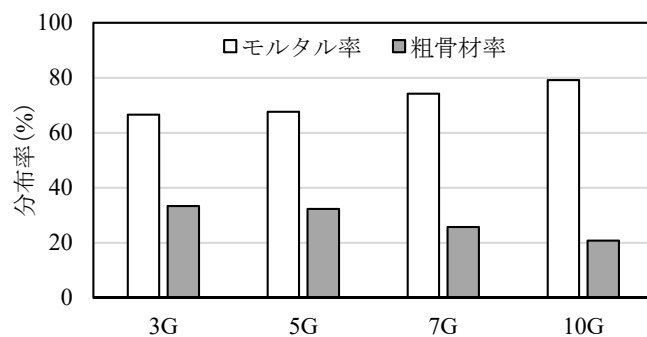


図-2 内層のモルタルと骨材の分布率

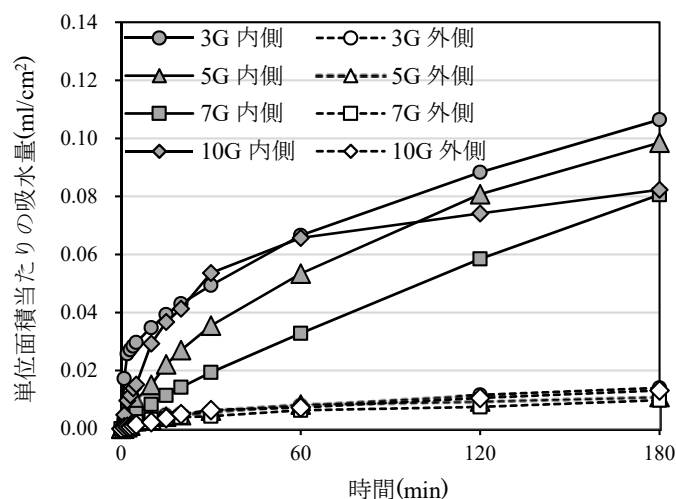


図-3 吸水量試験の結果

ほど、内面に大きな凹凸が見られ平滑ではなくなるが、骨材が断面内で均等に分布するため、ひび割れが発生しにくくなる。吸水量については遠心力が 7G の時が最も安定した挙動を示した。また、内水圧試験については、遠心力に関わらず、施工性やひび割れの状況に応じて漏水することが確認された。