

親水性ポリウレタン樹脂を用いたモルタル材料の吸水率試験

名城大学大学院 学生会員 ○小坂 智映
名城大学 正会員 岩下 健太郎

1. 目的

平均気温の年較差が 60°C を超えるような、海外の半乾燥地や乾燥地においてコンクリートを始めとする建設材料は凍結融解作用等を受けてひび割れ等の損傷が数多く生じるため、このような地域では建設インフラ構造物の維持管理費用が膨大になっている現状にある。このような地域では、一例として、水路の構造材等に凍結融解作用によるひび割れ損傷に伴う粗度係数の増加や漏水等が生じ、莫大な補修費用が必要となっている。そこで、大きな伸びを許容し、低コストで施工ができる建設材料の開発が期待されている。以上から、著者らは、芳香族親水性ポリオールと固化前における毒性が非常に弱い MDI 系イソシアネートを使用し得られ、多孔質材料で凍結融解抵抗性が期待でき、また大きな伸縮性も有している親水性ポリウレタン樹脂(以降 W-OH と呼称する)¹⁾²⁾を結合材に用い、水および砂と混合して得られる固化体(本研究では W-OH モルタルと呼称する)の物性を検討している。ただし、W-OH モルタルを寒冷地にある農業用排水路や揚水機場・排水機場外の吸水・吐出水槽等の構造材に用いるためには高い水密性が要求されるが、その一方で透水性舗装の基層に用いる等、透水性が要求されるケースも考えられる。そこで本研究では、W-OH モルタルの吸水率試験を実施し、水密性を検討した。

2. W-OH とは

W-OH は水と混合すると濃度にもよるが数分でゲル化し、砂粒同士を鎖状に結び付けて、水に対して 20% 以下程度の低濃度においては多くの独立気泡を含有する多孔質な固化体となり、40% を超えるような高濃度において高水密性な固化体となる。低濃度の W-OH モルタルについては、多くの独立気泡を含有するため、高い凍結融解抵抗性を有すると考えられる。また、W-OH はセメントよりやや高価格のため、なるべく W-OH 濃度を抑える必要がある。

3. 試験方法

図-1 に示す $\phi 50\text{mm} \times 50\text{mm}$ の円柱 W-OH モルタル供試体を作製し、JIS K7209 (プラスチックの吸水率及び沸騰水吸水率試験方法) の吸水率の測定 A 法に従い、吸水率試験を行った。使用材料として、砂は JIS 標準砂(珪砂 5 号)を用いた。表-1 に示すように砂と W-OH および水の重量比を 3:1 と固定し、水と W-OH の重量比を 3:17, 1:4, 3:7, 2:3, 1:1, 3:2, 7:3 と変化させた。W-OH モルタル供試体の作製手順としては、砂を事前に金属製の容器に広げておき、W-OH と水を混ぜ合わせ、その上にまんべんなくかけて金属製のヘラでよく混ぜ合わせ、所定寸法の型枠に詰めるという手順で作製した。ここで、W-OH は水と混ぜあわせると 1 分程度で固化し始めるため、上記の手順は手早く行うことに注意した。型枠に詰めてから、5 時間経過後に型枠を外し、1 週間 25°C 程度の室温養生を行ったうえで、恒温槽中で乾燥し、状態調整を行う。必要に応じて成形し、質量と寸法を量り、温度を一定に保った水を入れた容器の中に入れる。試験は、温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 及び相対湿度 $50 \pm 5\%$ の室内で行った。約 24 時間の後、供試体を水から取り出し、質量と寸法を量り、吸水率と体積膨張率を求める。

表-1 W-OH 供試体配合表

W-OH(g)	水(g)	砂(g)
15	85	300
20	80	300
30	70	300
40	60	300
50	50	300
60	40	300
70	30	300

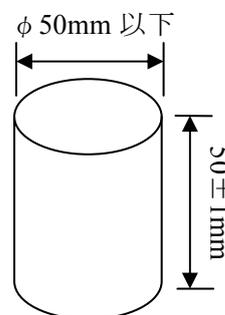


図-1 供試体寸法

4. 試験結果

W-OH モルタル供試体の元の質量・体積と吸水後の質量・体積増加分の比を比較する。吸水率及び体

積膨張率の算定式は以下を用いる。

$$\frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100(\%) \quad (1)$$

$$\frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100(\%) \quad (2)$$

ここで、 M_1 :状態調整後の質量、 M_2 :吸水したときの質量、 V_1 :状態調整後の体積、 V_2 :吸水後の体積である。各濃度で3本ずつW-OHモルタル供試体を作成し、その平均値を求める。上式から求めた吸水率・体積膨張率の各供試体の値・平均値と濃度の関係を図-2および図-3に示すように得られた。ここで、図に示すW-OH濃度とは、W-OHと水の混合率を100%とおいたときのW-OHの重量%濃度のことを意味する。また、図内の数値は各濃度の平均値を表す。

図-2において材料コストの面から本来使用頻度が高いと考えられる15%~20%濃度の供試体については、吸水率及び体積膨張率は減少傾向にあった。これは、実験中の様子からW-OH濃度が低い供試体では、内部の独立気泡により水が吸収されるが、W-OH濃度が高くなると独立気泡が減少するためであると考えられる。W-OHの吸水率については40%~60%において急激に上昇しているが、これは、20%より大きい濃度のW-OHモルタル供試体の場合、図-4に示すように独立気泡が少なくなり、透水係数が $10^{-10} \sim 10^{-8} \text{ cm/s}$ と低くなるが、W-OHモルタル供試体内部に存在するウレタン樹脂が水を吸収するため、濃度が高くなると内部のウレタン樹脂が増加し、水の吸収量も増加するためであると考えられる。また、W-OH濃度が70%以上の供試体では概ね一樣になる傾向に見えるのは、ウレタンが含むことができる水量の限度に達したためと考えられる。

図-3においてW-OHモルタル供試体の体積膨張率についても、吸水率における傾向と同様に、W-OH濃度が30%を超えると、体積が増加する傾向が確認された。これらの現象により、膨張・収縮が大きくなることが推測される。ただし、そもそもW-OHモルタルは伸縮性に富んだ材料であることから、今後、凍結融解抵抗性等について、検討を行う。

5. おわりに

W-OHモルタル供試体の各濃度における吸水率および体積膨張率が実験により示され、吸水による膨

張が望ましくないケースでは、20%前後のW-OH濃度のモルタルを用いるのが望ましいことが示された。

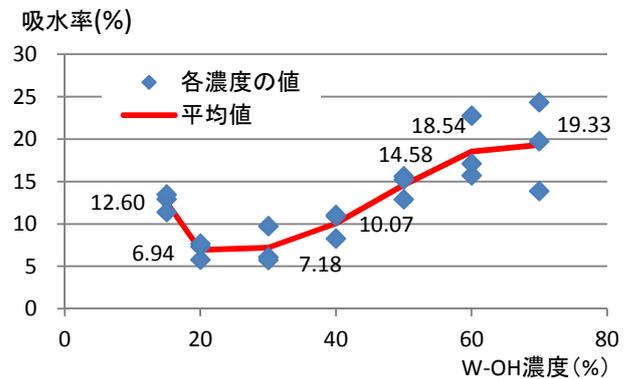


図-2 吸水率とW-OH濃度の関係

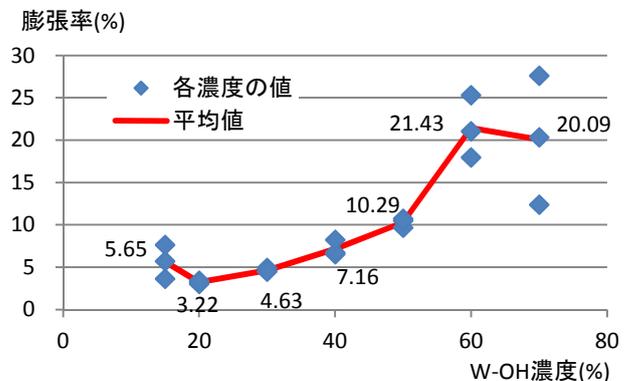


図-3 体積膨張率とW-OH濃度の関係



図-4 供試体の様子

参考文献

- 1) 呉智仁、岩下健太郎、呉智深、稲垣廣人：親水性ポリウレタン樹脂を用いた有機系スラリーによる浸透固化処理砂の耐紫外線性評価および制御に関する実験的研究，2008
- 2) 呉智仁、呉智深、岩下健太郎、高衛民、稲垣廣人：親水性ポリウレタン樹脂を用いた有機系スラリーによる浸透固化処理砂の紫外線分解制御，2011