

瓦チップエアモルタルの強度および透水性

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○久住 晃平
 名古屋工業大学大学院 学生会員 中田 康平
 名古屋工業大学大学院 正会員 上原 匠
 一般社団法人瓦チップ研究会 非会員 亀井 則幸

1. 研究背景と目的

瓦の生産量が減少傾向にある一方、廃棄量が年々増加していることから、使用済み瓦の再利用が必要である。一方、瓦の再資源化の際には破碎・分級の工程が必要であり、その際に発生する細粒粉の再利用法は、それより大きい粒径の再資源化された瓦リサイクル材に比べてほとんどない。そのため、瓦の粉体の再利用法の確立が必要となる。

ところで、瓦チップは保水率・吸水率の高い多孔質材料であることから、ポーラスコンクリート（以下 POC）やエアモルタルへの有効利用が考えられる。本研究は細粒粉の有効利用法として、エアモルタルの細骨材（以下瓦細骨材）に使用し歩道用透水性舗装への利用を目標としたものである。利用にあたっては、主に強度と透水性が必要であるが、本研究室でも瓦チップエアモルタルの強度と透水性両立することはできていない。そこで本研究では強度と空隙率（透水性）の両立を目指し、強度を向上させる方法について検討した。

2. 供試体作製

Table 1 に使用材料を示す。セメントに普通ポルトランドセメント、細骨材に瓦細骨材を用いた。なお瓦細骨材については骨材物性試験の結果、粒径 5-2.5mm と 2.5-0mm では吸水率等の物性が異なることが判明したため、再利用法の少なさやエアモルタルへの適性等の観点から、本研究で使用する瓦細骨材は粒径 2.5-0mm のみを用いた。混和剤は、流動性の制御に高性能 AE 減水剤、空気量の制御には気泡剤を用いた。また空気量 50%のエアモルタルの作製を主目的として気泡の安定性向上のため増粘剤を適宜用いた。基本配合は瓦セメント比（以下 T/C）=2, 3, 水セメント比（以下 W/C）=40, 50%, 空気量 30, 40, 50%とした。

キーワード 使用済み瓦, リサイクル, エアモルタル, 透水性, 歩道用舗装

連絡先 〒464-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学大学院社会工学専攻 TEL 052-444-1563

Table 1 Material used

Materials	Type	Symbol	Physical property of materials
Cement	Normal portland cement	C	density : 3.16g/cm ³
Fine aggregate	Recycled roof tiles	T	saturated surface-dry density : 2.16g/cm ³ , absolute dry density : 1.87g/cm ³ , absorption : 15.73%, F.M. : 2.11, solid content : 78.6%
Chemical admixture	Foaming agent	Fa	Alkyl allyl sulfonate type
	High performance AE water reducing agent	SP	Polycarboxylic acid type, non-air entrained type
	Thickener	AS	Water nondisjunction of admixture, special water-soluble polymer compound

3. 圧縮強度

3.1 実験概要

従来の圧縮強度は空隙率の増加に従って指数関数的に減少していく。既往の研究ではエアモルタルが十分な透水性能を有するのは空隙率 35~40%以上の場合だが、その時の圧縮強度は歩道用透水性舗装に必要と考えられる下限値 10N/mm²（POC の歩道舗装の曲げ強度下限値 2.5N/mm² から計算¹⁾）を下回る。そこで養生条件の観点から強度の把握および増進を検討した。配合は T/C=2, 3, W/C=40%, 空気量 30, 40% とし、材齢は 7, 28 日とした。

3.2 養生条件による圧縮強度への影響

一般的な養生方法である、気中・水中・密封養生では透水可能な範囲（空隙率 35%以上）に圧縮強度 10N/mm² 以上の供試体は得ることができなかった。そこで、新たに 4 種類の養生条件を用いて養生を行い、圧縮強度試験を行った。各養生条件とその内訳を以下に示す。

- ①温水養生：60℃の温水に養生期間中浸漬する。
- ②気水養生：気中養生と水中養生を交互に繰り返し養生する。
- ③湿潤養生：20℃の常温水の蒸発で作られた湿潤状態の中に供試体を静置して養生する。
- ④温水湿潤養生：60℃の温水の蒸発で作られた高温の湿潤状態の中に供試体を静置して養生する。

瓦エアモルタルは水中養生の方が気中・密封養生より強度が低くなる。これは本来水和反応によって強度向上に働く水分が、瓦細骨材の吸水率の高さによって過剰吸水となり逆に強度低下を引き起こしていると思われる。よってこれらの養生条件は、①は高温によって水和反応速度を早めること、②は水に浸漬後に引き上げて一定時間乾燥させることで適度な給水とすること、③と④は水に浸漬せず湿度による適度な給水による養生をすること、を目的としている。

Fig. 1 に、一般的な養生条件で最も強度が高かった場合の強度を合わせて、圧縮強度試験結果を示す。③④は従来の養生条件の場合と特に強度に変化はないが、①②については温水湿潤養生、温水養生の順に、従来のものよりも圧縮強度が高くなっている。さらにこの二つの養生条件については材齢 28 日の場合、空隙率 35%以上でも圧縮強度が 10N/mm^2 を超えているものがあり、当初の目標を達成できたといえる。一方で、高温による養生は短期強度は高くても長期強度は低いとされ、①②についても材齢 7 日から 28 日への強度の伸び率は低く、今後さらに他の養生条件を検討する必要がある。

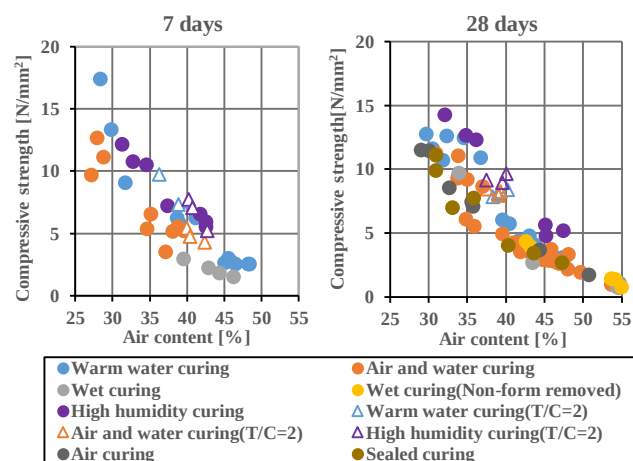


Fig. 1 Relationship of compressive strength and air content

4. 透水性

4.1 実験概要

対象の瓦エアモルタルの透水性能を検討する。透水性を有するとされる透水係数は 0.01cm/s 以上であり、既往の研究での瓦骨材粒径 5.0mm の場合ではこの値を超えているが、今回の $2.5.0\text{mm}$ の場合は不明である。今回は透水量試験値からの推定を試みた。配合は $T/C=2$, 3 , $W/C=40\%$, 空気量 30 , 40% とし、材齢は 7 , 28 日とした。

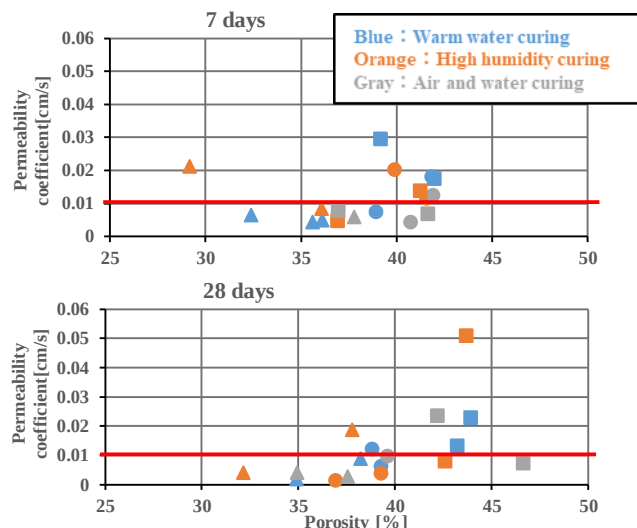


Fig. 2 Result of permeability test

4.2 透水係数の測定

透水試験により透水係数を測定した。Fig. 2 に結果を示す。●は $2.40.40$, ▲は $3.40.30$, ■は $3.40.40$ で、この数字は配合名を表し、 $[T/C-W/C (\%) - \text{空気量} (\%)]$ を示している。全体を見て、透水係数 0.01cm/s 以上の有無を判断すると、空隙率が 40% 以上であれば透水性を有するという事になるが、いずれの配合も透水係数と空隙率が比例関係にはなく、ばらつきが大きい。 $2.40.40$, $3.40.30$ はどちらかといえば材齢 7 日の方が 28 日より空隙率あたりの透水係数が大きい。これは材齢が進んで水和反応によって内部が緻密化し強度が増した分、透水しにくくなったと考えられる。しかし $3.40.40$ のように 28 日の方が透水係数が大きいなど傾向のばらつきも大きい結果となった。今回の粒径 $2.5.0\text{mm}$ の場合は、骨材粒径が小さい分空隙孔が小さく形成され、透水性能が落ちたと考えられる。また空隙孔が小さい分、試験時の通水に対して供試体表面に抵抗力が生まれ、結果のばらつきにつながったと考えられる。

5. まとめ

- (1) 温水を養生に使用することで強度は増進するが、材齢による伸び率は低い。
- (2) 結果にばらつきがみられるが、粒径 $2.5.0\text{mm}$ の十分な透水には空隙率 40% 程度が必要といえる。

(参考文献)

- 1) 梶尾聡ほか：舗装用ポーラスコンクリートにおける空隙率と強度に関する研究，第 66 回セメント技術大会講演要旨，2012