

いぶし瓦チップの物性といぶし瓦コンクリートの強度特性の把握

名古屋工業大学大学院 学生員 ○加藤 潤一郎
 名古屋工業大学大学院 正会員 上原 匠
 名古屋工業大学 非会員 石原 光基
 一般社団法人瓦チップ研究会 非会員 亀井 則幸

1. はじめに

日本家屋を解体する際に、瓦の産業廃棄物（以下、使用済み瓦）が毎年大量に発生しており、その大部分は安定型処分場に埋め立て処分されている。そのため、使用済み瓦の経済的かつ有効的なリサイクル対応が求められている。本研究室では、使用済み瓦の用途開発に向け、家屋解体や耐震リフォーム時に発生する使用済み瓦を粉砕・整粒し（以下、瓦チップ）、コンクリートの粗骨材として再利用する研究を行っている。既往の研究¹⁾では、釉薬瓦チップを対象に研究が進められてきた。釉薬瓦チップは軽量で高い吸水性を持つ材料であり、コンクリート用粗骨材として利用することで、内部養生効果を持つことが明らかにされている。

しかしながら、いぶし瓦チップの物性や、いぶし瓦チップを粗骨材として利用したコンクリート（以下、いぶし瓦コンクリート）の強度特性は明らかにされていない。そこで、本研究ではこれらの把握を目的とした。

2. いぶし瓦チップの物性

いぶし瓦チップの物性を把握するために、各種物性試験を実施した。試験で用いたいぶし瓦チップは、15-05mm にふるい分けしたものであり、比較対象として釉薬瓦チップでも同様の試験を実施した。

以下に、各種物性試験結果を示す。また、比較対象として人工軽量骨材の一般的な物性値を併記する。²⁾

表-1 いぶし瓦チップの物性値

	いぶし瓦チップ	釉薬瓦チップ	(既往の研究)	人工軽量骨材
絶乾密度(g/cm ³)	1.86	2.01	(2.02)	0.75~2.00
表乾密度(g/cm ³)	2.15	2.25	(2.26)	-
吸水率(%)	15.90	11.80	(11.56)	10~30
実積率(%)	59.81	60.87	(60.6)	-
粗粒率(-)	5.78	6.22	(6.76)	-
破碎値(%)	31.88	32.49	(25.82)	33~41
安息角(deg)	38.2	38.3	(38.3)	-

いぶし瓦チップは、釉薬瓦チップより軽量で多孔質であることが明らかになった。その要因は、粘土瓦のJIS規格により、吸水率がいぶし瓦で15%以下、釉薬瓦で12%以下と定められていることによるものだと考えられる。また、いぶし瓦チップの吸水率がJIS規格の15%以下を超えているのは、いぶし瓦は表面の被覆処理を施されておらず、風雨・凍害の影響を強く受け、劣化を招いたためであると考えられる。

したがって、密度・吸水率の点から、いぶし瓦チップはより人工軽量骨材に近い骨材であると考えられる。

図-1に別サンプリングした試料での含水率（吸水率）の継時変化試験の結果を示す。

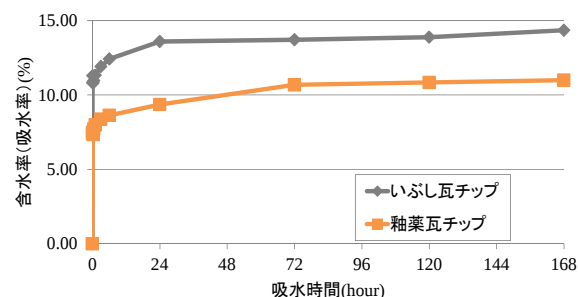


図-1 含水率（吸水率）継時変化

いぶし瓦チップの吸水率は、1時間で11.33%、24時間で13.59%となり、24時間で全体吸水量の85%を吸水する。その後の吸水速度は非常に遅く、吸水を終えるまでには7日以上有することがわかった。表-1の値に比べ、15%以下となったのは品質のバラツキと考えられる。

3. いぶし瓦コンクリートの強度特性

いぶし瓦コンクリートの強度特性を把握するために、圧縮強度試験および静弾性係数試験を実施した。

3. 1 供試体作製方法

表-2に配合条件を示す。粗骨材には、全量いぶし瓦チップを用いた。いぶし瓦チップは、表乾状態に近い状態となったものを使用し、また、その時のいぶし瓦チップの含水率は、24時間吸水させたときの吸水率13.59%とした。（なお、釉薬瓦コンクリートおよび人工軽量骨材コンクリートの配合条件を併せて示す。）

キーワード：使用済み瓦，リサイクル，いぶし瓦，圧縮強度，物性値，軽量骨材

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：052-735-5502

表-2 配合条件

	G _{max} (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	粗骨材物性値
いぶし瓦	15	15	4.5	60	50	表乾密度: 2.15(g/cm ³) 吸水率: 13.6(%)
釉薬瓦	15	15	4.5	60	50	表乾密度: 2.25(g/cm ³) 吸水率: 11.8(%)
人工軽量骨材	15	15	5.0	60	48	表乾密度: 1.65(g/cm ³) 吸水率: 27.0(%)

供試体の養生方法は気中と水中の2水準、養生期間は28日と91日の2水準とした。

3. 2 試験結果および考察

図-2に、いぶし瓦コンクリートの圧縮強度試験の結果を示す。併せて釉薬瓦コンクリート、人工軽量骨材コンクリートの圧縮強度を示す。

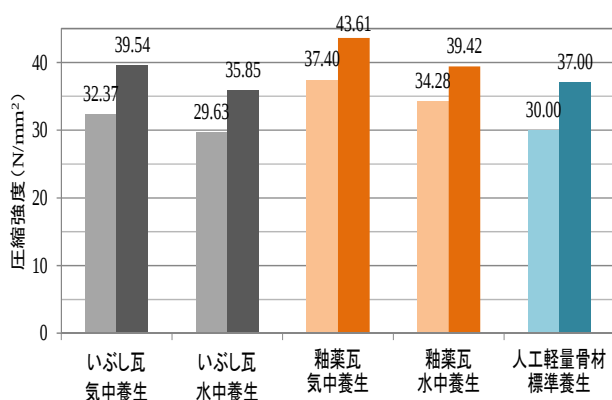


図-2 圧縮強度

いぶし瓦コンクリートは、釉薬瓦コンクリートと比較して圧縮強度は小さく、人工軽量骨材コンクリートと比較して圧縮強度は大きくなった。これは、粗骨材の密度が関係し、骨材密度が大きいほど圧縮強度は大きくなるためであると考えられる。また、気中養生における28日圧縮強度から91日圧縮強度の増加に着目すると、いぶし瓦コンクリート1.22倍、釉薬瓦コンクリート1.17倍、人工軽量骨材コンクリート1.23倍となり、いぶし瓦コンクリートは、釉薬瓦コンクリートと比較して強度増進は大きく、人工軽量骨材コンクリートと比較して強度増進は小さくなった。これは、粗骨材の吸水率が関係し、骨材の吸水率が大きいほど、より多く骨材内部の水が水和反応に利用され内部養生効果が大きくなるためであると考えられる。

次に、図-3にいぶし瓦コンクリートの静弾性係数試験の結果を示す。

いぶし瓦コンクリートは、釉薬瓦コンクリートと比較して静弾性係数は小さくなった。これは、骨材自体の強度が関係し、いぶし瓦チップは釉薬瓦チップと比較して、より密度が小さく多孔質な骨材であるので、骨材自体の強度が小さいためと考えられる。

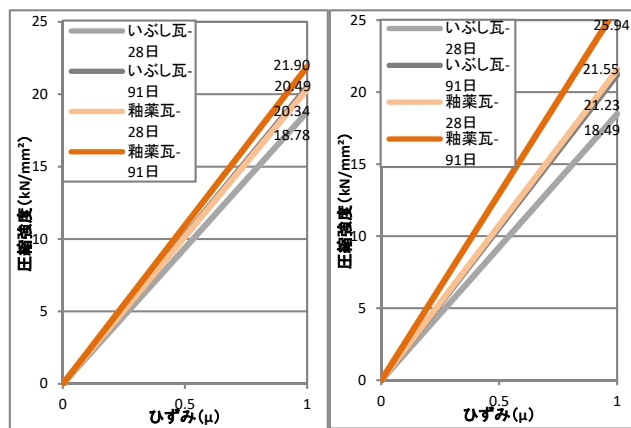


図-3 静弾性係数

得られた結果を基に、使用済み瓦の有効的なリサイクル対応として、いぶし瓦チップと釉薬瓦チップのコンクリート骨材適用時の骨材識別の必要性について検討した。いぶし瓦コンクリートは、釉薬瓦コンクリートと比較して圧縮強度がおよそ5N/mm²小さい。災害等により、粘土瓦の選別が困難な状況の場合、すなわち、いぶし瓦チップと釉薬瓦チップを混合使用する場合、混合比率により強度にばらつきが発生すると考えられる。いぶし瓦チップと釉薬瓦チップの混合骨材を使用する場合、圧縮強度の小さいいぶし瓦コンクリートを基準として設計することで、いぶし瓦チップと釉薬瓦チップのコンクリート骨材適用時の骨材識別の必要はなく、いぶし瓦チップと釉薬瓦チップの混合骨材を、瓦コンクリートとして使用可能であると言える。しかし、それぞれの吸水率は異なるため、粗骨材の含水状態の管理には注意が必要である。

4. まとめ

- (1) いぶし瓦チップは釉薬瓦チップと比較して、より軽量で多孔質な材料である。
- (2) いぶし瓦コンクリートは、釉薬瓦コンクリートと比較して圧縮強度、静弾性係数ともに小さくなったが、これは、いぶし瓦チップの密度が小さく、材料自体の強度が小さいためである。
- (3) いぶし瓦コンクリートは、釉薬瓦コンクリートと比較して圧縮強度の強度増進が大きくなったが、これは、いぶし瓦チップの吸水率が大きく、内部養生効果が大きいためである。

〈参考文献〉

- 1) 欧陽笛雲ほか：使用済み瓦の物性およびコンクリート用骨材への適用，土木学会第72回年次学術講演会，第VII部門，pp.163-164，2017
- 2) 人工軽量骨材協会：ALA CONCRETE 技術情報・土木編，pp.29-32，2006