

素材の特徴とデザインー新材料と一般材料の比較ー

システム科学技術学部 建築環境システム学科

1年 鈴木 純怜

1年 片桐 琴音

指導教員 建築環境システム学科

准教授 石山 智

I. 目的・背景

今日建築材料としてコンクリート、木、ガラス、鉄鋼、プラスチックなどが主に使われている。私たちは今年度の講義でコンクリートにもさまざまな種類があることを知り、その一つで新材料の超高性能繊維補強セメント系複合材料 (Ultra-High Performance Fibre Reinforced Concrete 以下 UHPFRCC と省略) という材料に着目した。UHPFRCC とは繊維で補強されたセメント材料である。そこで UHPFRCC の特徴を調べるために他の材料と曲げヤング率と曲げ強度を比較することにした。

II. 実験方法

1. 実験概要

【実験材料】

UHPFRCC, モルタル, 板ガラス, 鉄鋼材料, 木材 (杉), アクリル

【実験機材】

ホバート型ミキサー, サーボパルサー

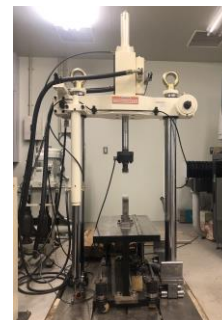


図1 サーボパルサー

2. 試験体概要

(1) UHPFRCC およびモルタルの作成

以下の表は本実験で使用するモルタルと UHPFRCC の配合である。ここでセメントを C, 水を W, 細骨材を S, シリカシュームを So, フック型鋼繊維を HF, ストレート型鋼繊維を SF, PVA 繊維を PVA, 混和剤を A とする。本実験では, ホバート型ミキサーを用いて UHPFRCC およびモルタルを練り混ぜた。練る時間はモルタルが 3 分, UHPFRCC が 4 分とした。練り混ぜた材料を $40 \times 15 \times 160$ mm の鋼製型枠に流し込み, 24 時間静置してから 80°C で蒸気養生を行った。試験体はモルタルが 5 体, UHPFRCC が 6 体作った。

表1 セメント材料の調合 (g)

	C	W	S	Si	Wo	HF	SF	PVA	A
モルタル	1221	733	2320	-	-	-	-	-	-
UHPFRCC	2155	526	920	473	342	79	157	26	63

(2) その他の建築材料

鉄鋼材料はRC構造やS構造などで使用されているSS400を用いた。これを40×8×165mmに切断した試験体を使用した。ガラス材料は主に窓ガラスなどに使用されている板ガラス(フロートガラス)を用いた。これを40×5×150mmに切断した試験体を使用した。木材は建築材料として最も古くから使われているものであり、柱梁などの構造材から仕上げや屋根など広く使われる材料である。今回の実験では40×20×160mmに加工した杉材を使用した。アクリルは40×15×200mmに切断した試験体を使用した。

3. 曲げ強度試験

本実験ではサーボパルサーを用いて曲げ強度を調べた。鉄鋼、木、アクリルは変位が5mmを過ぎたところで試験終了とした。

Ⅲ. 実験結果

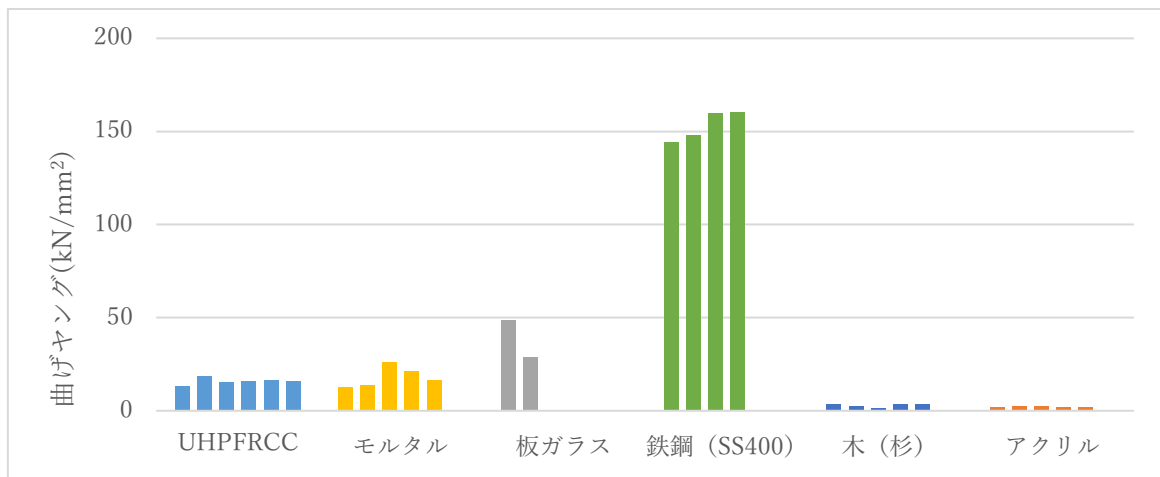


図1 曲げヤング率

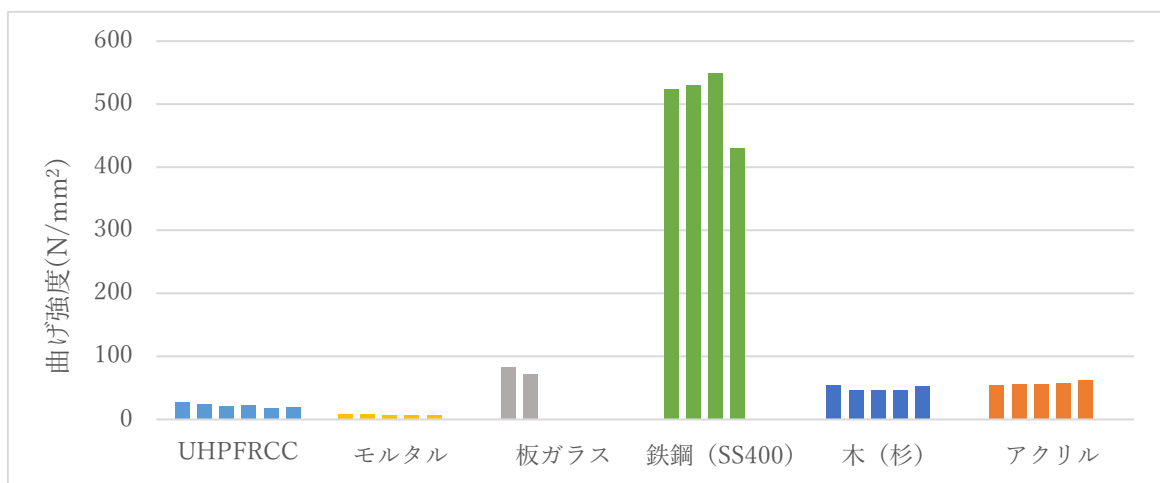


図2 曲げ強度

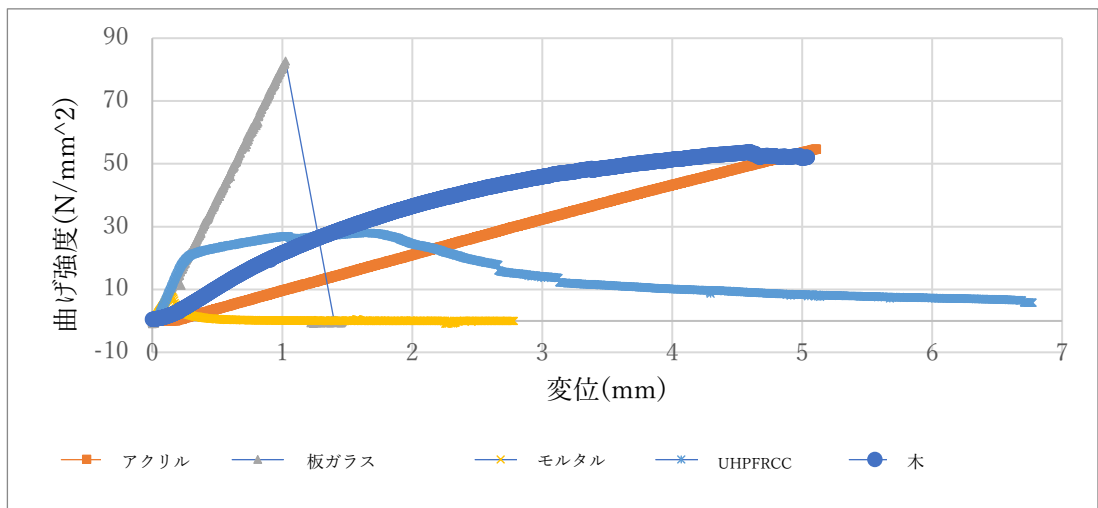


図3 荷重と変位

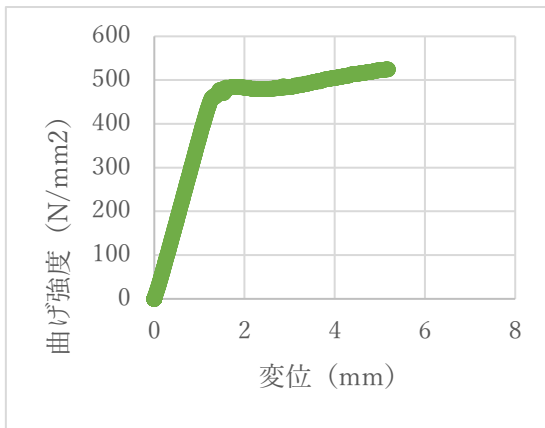


図4 鋼鉄の荷重と変化

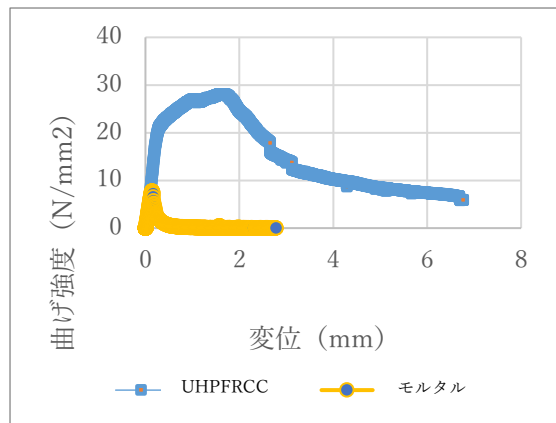


図5 UHPFRCC とモルタルの荷重と変化



図6 UHPFRCC



図7 モルタル



図8 鉄鋼 (SS400)



図9 木 (杉)



図10 アクリル



図11 板ガラス

<荷重の変位の関係>

図6よりUHPFRCCは試験体にヒビが入った後は荷重が下がり、約10N/mm²付近で低下し続けた。図7よりモルタルは荷重がかかってすぐに試験体にヒビが入り荷重が下がったその後はずっと荷重が0のままであった。図11より板ガラスは一定の間隔で荷重が加わったあと試験体が壊れ、いきなり荷重が0になった。ここで試験体の一つが載加点以外の部分で破壊し、データからうまく測定できなかつたため評価からは除外した。図8より鋼鉄(SS400)は1mm変化するのにいきなり荷重が加わったあと、少しずつ荷重が加わっていった。図9より木(杉)は、上に凸の緩やかな曲線を描くように荷重が加わっていき、ある一定の荷重が加わったあと緩やかに低下した。試験体に荷重を加えてすぐに壊れるということはなく徐々にヒビがはいっていった。図11よりアクリルは荷重を加えるとそれに合わせて一定に試験体も変化していき、荷重と変位は比例関係にある。

IV. 考察

<曲げヤング率の比較>

図1より、鋼鉄が一番大きかった。UHPFRCCとモルタルは双方とも約17kN/mm²と似た大きさになった。さらに、板ガラスは約38kN/mm²とセメント系のふたつと比べるとおよそ2倍になった。また、木とアクリルに関しても双方約2.5kN/mm²であった。

<曲げ強度の比較>

図2より、鋼鉄が一番大きかった。次に板ガラスが大きく、木、アクリルとほぼは同じセメント系のUHPFRCCとモルタルを比較するとUHPFRCCはモルタルの約4倍になった。

<荷重と変位の関係>

図3、4より、UHPFRCC、モルタル、板ガラス、木は各試験体のある値で試験体にヒビが入ったり、破損したため最大荷重後の値は0になるか低下し続けた。鋼鉄とアクリルは荷重をかけると試験体が支柱を中心に曲がり続けたため荷重値も上がり続けた。

セメント系のUHPFRCCとモルタルのふたつに焦点をあてると、曲げヤング率の値はあまり差がないのに対し、最大荷重値はUHPFRCCがモルタルの約4倍の値であり、さらにUHPFRCCは変位が大きい。これはUHPFRCCの構成材料に繊維が多く含まれているからだと思う。

V. 結論

UHPFRCCはモルタルに比べ、曲げヤング率は似た値だが、構成材料に繊維が多く含まれているため曲げ強度が大きい。セメント系の中では優れた材料であるが、板ガラスや鋼鉄、アクリルといった他の材料に比べると劣る面がある。

VI. 参考文献

秋田県立大学 学生自主研究報告書(平成27年度) 秋田県立大学