超高強度繊維補強コンクリートの椅子への適用性

立命館大学　学生員　○塩沢　昌平　八木　翔吾　武内　麻美
立命館大学　フェロー会員　岡本　享久
立命館大学　平尾　和洋
丸栄コンクリート工業（株）　三輪　啓司

1. 研究概要

本研究ではコンクリートの新たな創造性への挑戦として、コンクリートの高付加価値化と新たな需要開拓、技術の開発を目的とした超高強度繊維補強コンクリート(以下 UFRC)製の椅子を製作した。建築デザインにおける発想法 [1)]を取り入れたデザインプロセスを経て決定したデザインをもとに、供試体の製作および試験を行い強度面の検討、さらには表面の仕上がり等の新たな課題についても考察を加えた。建築デザインと材料の専門性の両方の視点を取り入れた製品づくりのプロセスを進め、付加価値の高い椅子としての UFRC の利用方法を提案した。なお本研究では、建築の基本要素である「用・強・美」の考え方を適用可能であり、今回はこの 3 つの観点を本研究のプロセスに沿って「用」「美」「強」の順で報告する。

2.「用」用途および機能

2.1　コンクリート製椅子製作の意義

今回、UFRC を用いてコンクリート製椅子を製作する意義は以下の 3 点である。

(1)　建設材料以外のコンクリート需要の開拓
(2)　コンクリートの高付加価値化
(3)　新たなコンクリート技術の開発

2.2 用途と機能

本研究で製作する椅子の用途は、家庭用のダイニングチェアとする。家庭用ダイニングチェアに求められる最も重要な機能は、可動であることである。使用の中で動かすことを前提に、強度と重量の兼ね合いをいかに図るかが本研究における重要な検討課題である。

図-1 トライアングルチェア

3.「美」美しさおよび表現

3.1　デザイン

建築デザイン系研究室の教員および学生のチームによる 9 案のプレゼンテーションの中から軽量化を突き詰めたモデルであり、かつ製作が容易である「トライアングルチェア」（図ー1）を採用した。なお、図に示す試作品の脚は仮として既製品を利用した。

3.2　表面の仕上がりに関する検討

UFRC を熱湯養生した場合、白華により表面色が白く変化し、脱型直後のなめらかな表面の質感も失われる。UFRC 表面の色および質感は椅子としての仕上がりに大きく影響することから養生条件と表面色の変化の関係について分光測色計を用いて定量的に評価し、表面色の変化を制御する方法を見出した。その結果、養生方法の工夫により、表面色を維持するだけでなく、UFRC 表面の意匠性の幅を広げる養生方法の可能性を見出した。

キーワード：超高強度繊維補強コンクリート，デザイン，椅子，高付加価値化，需要開拓，白華
連絡先　〒527-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 イーストウイング 2F 環境マテリアル研究室　TEL 077-561-2666

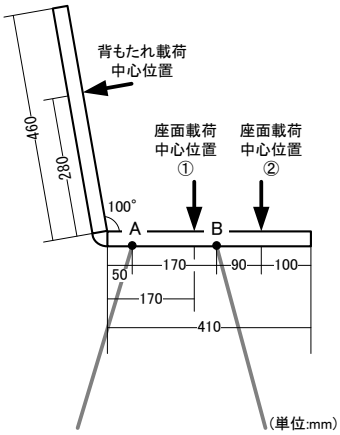
4.「強」強度および耐久性

4.1 椅子の強度試験

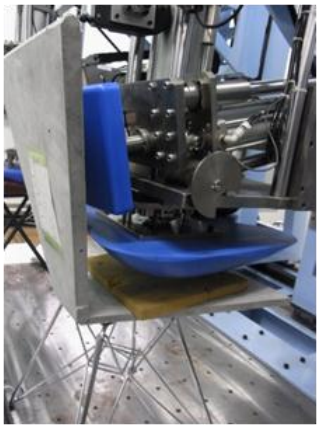
JIS S 1203 [2]に準拠し、**表－1** の要領で座面および背もたれの静的強度試験を実施した。部材寸法と載荷位置および荷載状況を**図－2**、**図－3** に示す。**表－2** に椅子の強度試験結果を示す。座面の静的強度試験においては載荷後も供試体に異常を認めず、規定の耐力があると評価した。背もたれの静的強度試験においては 3 回目の載荷時に、座面と背もたれの隅角部が破断した。破断は 3 回目の載荷時に起こったが、1 回目の載荷時にはすでにひび割れが発生していたことから、繊維によって最大荷重に 2 回耐えたといえる。

表－1 静的強度試験における載荷荷重

1. 座面の静的強度試験	
座面載荷中心位置①	座面載荷中心位置②
1,300N, 10 秒間, 10 回	
2. 背もたれの静的強度試験	
560N, 10 秒間, 10 回	



図－2 載荷位置



図－3 載荷状況

4.2 考察

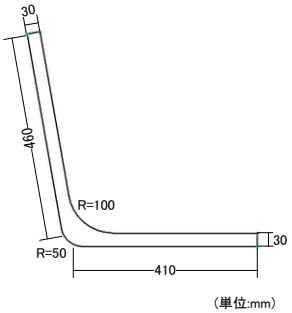
本実験においては UFRC の設計基準強度が部材にかかる最大応力度を下回っていたため、必要な耐力を満たしている可能性があると判断し、試験によって耐力を検証した。試験の結果破壊に至ったことから、安全率を見込んだ設計を行う必要があるといえる。一方で、ひび割れが発生後も最大荷重に耐え、脆性的な破壊を防ぐことができたことから、繊維補強により椅子としての安全性は確保されているといえる。

表－2 椅子の強度試験結果

1. 座面の静的強度試験		
座面負荷位置	異常認めず	[評価]
前縁から 100mm	異常認めず	○
2. 背もたれの静的強度試験		
座面負荷位置	3 回目に座面と背もたれの接合部が破断	[評価] ×

4.3 部材寸法の変更および予備実験

UFRC の設計基準強度の約 1/3 である許容応力度を満たすように**図－4** に示す通り部材寸法を変更した。有効高を増すとともに隅角部にハンチをつけ、隅角部への応力集中を緩和している。予め強度の検証として幅 150mm の部材を製作し、背もたれに対して予備実験を実施した。載荷状況を**図－5** に示す。JIS 規定と同様の載荷位置に、約 560N の荷重を 10 秒間、10 回載荷したが部材にひび割れは発生せず、必要な耐力を有していると判定した。



図－4 変更した寸法

図－5 載荷状況

5.まとめ

本研究では付加価値の高いコンクリートの新たな創造性への挑戦として、UFRC を使用した椅子を製作した。その成果は以下の通りである。

(1)ダイニングチェアとしてのデザイン性を考慮しつつ、椅子として強度を満たす製品の実現への可能性を示した。

(2)UFRC の養生方法の相違は製品の表面仕上がり特性に影響することが明らかとなり、UFRC 表面に意匠性の幅を与える可能性を見出した。

(3)製品開発において、建築デザインと建設材料の両者の専門性の連携により、合理的な製品開発の道筋を提案した。

参考文献

1) 平尾 和洋 ： 建築デザイン発想法, 学芸出版社, 2009

2) 社団法人 ： 日本企画協会, JIS S 1203 家具―いす及びスツール―強度と耐久性の試験方法, 1998