

課題情報シート

テーマ名 :	超高強度繊維補強コンクリートを利用した製作物の提案				
担当指導員名 :	佐藤重悦	実施年度 :	28 年度		
施設名 :	東北職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	住居環境科		
課題の区分 :	総合制作実習	学生数 :	2	時間 :	12 単位 (216 h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

セメント系材料の先端技術を自分の目で見て、触れて、「超高強度繊維補強コンクリート」の持つ可能性を実感することができました。

【訓練（指導）のポイント】

課題を通じてセメント系材料に関する、より専門的な知識／技術／技能の習得を目標としました。
また、プロジェクトの目標達成に向けたグループでのリーダーシップと役割分担について経験を通じて習得することを目標としました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 東北職業能力開発大学校
住所 : 〒987-2223 宮城県栗原市築館字萩沢土橋 26
電話番号 : 0228-22-6614 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/miyagi/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

超高強度繊維補強コンクリートを利用した製作物の提案

東北職業能力開発大学校

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート (Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete, 以下 UFC) は、反応性微粉末を使用した無機系複合材料である。UFC を利用することで、鉄筋で支えられない部分を繊維で補強できるため、断面のスリム化が可能と同時にデザインの自由性が高いという特徴がある。そこで私たちは、この材料の特長を活かして、日本の伝統的玩具である独楽(コマ) およびスピーカー・ボックスへの適用を検討することにした。

2. UFC の概要

UFC の構成材料は、セメント、ポゾラン材および粒径 2.5mm 以下の骨材等が配合された粉体と、専用繊維 (20mm 程の糸状の鋼繊維・有機繊維) および専用高性能減水剤からなっており、粗骨材は含んでいない。また、鋼繊維が容積比で 2% 以上配合されている場合は、原則として鉄筋を必要としない。標準的な熱養生を経た硬化体として、一般的に 200 N/mm^2 以上の圧縮強度と、 10 N/mm^2 以上の引張強度を有する。

3. 独楽への適用

(1) キング・オブ・コンクリートへの参加

私たちは、2016 年 7 月に福岡県で開催された (公社) 日本コンクリート工学会主催のコンクリート技術に関する学生競技会である「キング・オブ・コンクリート (以下、KOC)」に参加した。競技は 3 部門 (①紐付き独楽、②手回し独楽、③デザインコンペ) で行われ、全部門に参加した。

紐付き独楽部門は、 $1 \times 1 \text{ m}$ の SS400 鋼板のフィールドで行われた。試技は 3 回、独楽が回り続けた最長時間が記録となる。手回し独楽は試技 2 回、フィールドは $50 \times 50 \text{ cm}$ の SS400 鋼板

である。デザインコンペ部門は、展示用のデザイン独楽を対象とし、観客を含む参加者の投票数を競うものであった。競技会の総合成績は、38 チーム中 19 位であった。

表 1 に、独楽用 UFC の計画調合を示す。

表 1 独楽用 UFC の計画調合 単位 (kg/m³)

水	専用セメント	専用細骨材	有機繊維	減水剤
185	1316	860	39	17



写真 1 改善前後の手回し独楽

(2) KOC 参加後の取り組み

競技会後は、KOC 成績上位の大学等の独楽を参考に改善した。主な改善点は、心棒の径を細くして中心部を軽量化するとともに回転数向上を図ったことおよび独楽本体の外縁部を重くして、遠心力が働くようにしたことである。

表 2 に、手回し独楽改善前後の回転時間を示す。改善により回転時間が大幅に延びた。

表 2 手回し独楽改善前後の回転時間

改善前	改善後
2 分 40 秒	4 分 20 秒

4. スピーカー・ボックスへの適用

(1) 概要

一般的なコンクリートは、断面が大きく重いためスピーカー・ボックスに適用されることは少ない。これに対し、UFC は配筋を必要としな

いため断面を小さくすることが可能で、適用の可能性は高いと考えられる。更に、UFCの方が木質材料よりも密度が大きいため、音をより反射すると考えた。

(2) スピーカー・ボックスの製作

私達は UFC 製および比較用の木製スピーカー・ボックス (以下、SB) を製作した。SB は外寸法 200mm、内寸法 152mm の立方体、厚さ 24mm、使用するスピーカーは径φ93.2mm、最低共振周波数 82Hz、出力音圧レベル 88dB/W、入力 (MUS.) 36W のものを使用した。

機械練りで練混ぜを行ったところ、練混ぜの負荷によりモルタルミキサーが破損してしまったため、手練りに変更した。これに伴い手練り出来る程度まで軟らかくするために単位水量を大きくした。

表3に UFC 製 SB の計画調合を、写真2に製作した UFC 製と木製のスピーカーをそれぞれ示す。

表3 UFC 製 SB の計画調合 単位 (kg/m³)

水	専用セメント	専用細骨材	鋼繊維	減水剤
268	1141	834	140	14

(3) スピーカーの評価

50、100、1k、10k および 15kHz の基準音について等価音圧レベル(L_{peq})を測定した。ただし、騒音計に 15kHz フィルターがなかったため 15kHz 基準音は 16kHz フィルターで測定した。

図1に、基準音測定結果を示す。L_{peq} は、低音域はほとんど差がなく、中音域は木製が、高音域は UFC 製がそれぞれ大きくなった。

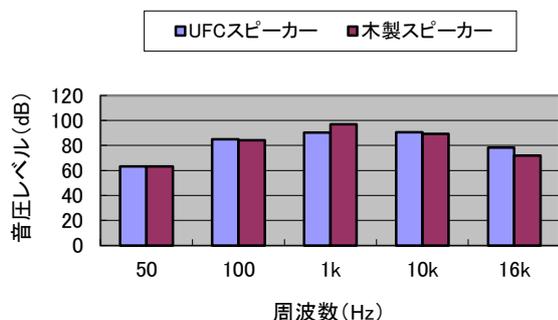


図1 基準音測定結果



写真2 UFC 製 (左) と木製 (右) のスピーカー

5. まとめ

独楽の製作では、手回し独楽改善の結果、回転時間を2倍近くまで延ばすことができた。少しの改善で大きな成果が得られることを実感した。スケジュール等の都合で紐付き独楽の改善はできなかったが、後輩たちに期待したい。

スピーカー・ボックスについては、UFC 製と木製スピーカーを製作し、等価音圧レベルを比較した結果、高周波数帯での UFC 製スピーカーの優位性が示唆された。

今後も UFC の特徴を活かした様々な用途への適用の検討が望まれる。

6. おわりに

UFC は先端技術を利用した新しいコンクリートで、まだ普及には至っていない。実際に使用してみて、確かに練混ぜ時のミキサーへの負荷は大きく、課題のひとつと考えられる。

本実習を進めるにあたり、T (株)、生産システム技術科 乾先生および生産技術科 佐藤(広)先生、丹羽先生の協力を得ました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 内田裕市: 高強度繊維補強コンクリート (UFC/UHPFRC)、コンクリート工学、Vol.54、No.5、pp.514-518、2016.5
- 2) 鹿島: 超高強度繊維補強コンクリート「サクセム (SUQSEM)」 (<http://www.kajima.co.jp/tech/material/strong/suqcem/index.html>)
- 3) 太平洋セメント: 製品紹介 (http://www.taiheiyo-cement.co.jp/service_product/ductal/product.html)
- 4) (公社) 日本コンクリート工学会: キング・オブ・コンクリート実施要項、pp.2-6 (http://www.jci-net.or.jp/j/public/faq/answer_zairyō-01.html)

課題実習「テーマ設定シート」

科名：住居環境科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		超高強度繊維補強コンクリートを利用した製作物の提案	
担当教員		担当学生	
課題実習の技能・技術習得目標			
<ul style="list-style-type: none"> セメントを用いた独楽の設計・製作を通じてセメント系材料に関する知識／技術／技能を習得する。 規定のなかで最大限の性能実現のための仕様検討により、設計に関する知識／技術／技能を習得する。 プロジェクトの目標達成に向けたグループでのリーダーシップと役割分担について経験を通じて習得する。 			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>2016年7月、(公社)日本コンクリート工学会主催のイベント「キング・オブ・コンクリート」が同学会年次全国大会時に併催された。このイベントに、セメント系建設材料の最先端技術のひとつである「超高強度繊維補強コンクリート」を用いて参加する機会を得た。当該材料に初めて触れ、その性能の高さに驚くと同時に、大きな可能性を感じた。そこで本テーマでは、当該材料を用いた新たな製作物の提案を試みるものである。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<ul style="list-style-type: none"> 課題実習テーマの特徴 最先端技術を見て触れて、当該材料の持つ可能性を実感することができます。 課題実習テーマの概要 「キング・オブ・コンクリート」で製作した独楽の性能改善を図ります。 「超高強度繊維補強コンクリート」を用いたスピーカーを製作し、従来の木製スピーカーと比較します。 			
No	取組目標		
①	セメント系材料に関する知識・技術・技能の習得		
②	セメント系材料の弱点を補強するための材料に関する知識・技術・技能の習得		
③	要求性能を実現するための設計に関する知識・技術・技能の習得		
④	製作に必要な材料の各特性に合わせた管理に関する知識・技術の習得		
⑤	プロジェクトにおけるリーダーシップと役割分担に関する理解		
⑥	プロジェクトにおけるスケジュール作成とその管理に関する理解		
⑦	プロジェクトにおける進捗および出来高の管理に関する理解		
⑧	プロジェクトにおける管理サイクルの考え方に関する理解		
⑨	グループワークにおけるコミュニケーションの重要性に関する理解		
⑩	報告・連絡・相談の重要性に関する理解		