

立命館大学 学生員 ○塩沢 昌平 武内 麻美 八木 翔吾
 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. はじめに

我が国では、建設材料としての需要が伸び悩み、単位重量当たりの値段の安いコンクリートの需要を伸ばしていくための試みとして、コンクリートにマッチしたデザインを付加した椅子を製作し、需要喚起を促すことを目的とした。椅子を対象とした理由は、『デザイン性に幅があり、付加価値を高めることが容易にできる』『公共需要だけでなく、民間あるいは個人への需要が見込める』といった点にある。

本研究では『建築デザインと建設材料両者の専門性の連携』にて推進し、立命館大学より環境マテリアル研究室、建築設計デザイン研究室、さらには丸栄コンクリート工業株式会社の3組織共同体制で実施した。

2. 試作品1

2.1. デザイン案

建築設計デザイン研究室より、9つのデザイン案が提案された。試作品選定において施工性、強度の面から最適であるとされた「三角形を多用し軽量を図ったモデル(図-1 参照)」に注目した。型枠、打設時の様子、完成した試作品を図-2 に示す。

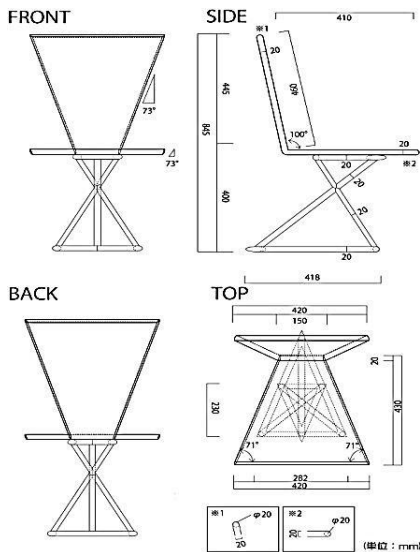


図-1 三角形を多用し軽量を図ったモデル



図-2 型枠・打設時の様子・完成品

2.2. 使用材料

本研究で使用した材料は超高強度繊維補強コンクリート(以下、UFRC)である。その示方配合と物性試験結果を表-1及び、表-2に示す。試験は40×40×160mm角柱供試体を用い、JIS R 5201「セメント強さ試験」に準じて実施し、圧縮強度と曲げ強度を求めた。試験結果より、今回用いたUFRCは、メーカー参考値とほぼ同等の強度を有していた。

表-1 UFRCの示方配合

ダクトルA	ダクトルB	FO	AD	W'
1309	922	39	23	178

(FO : 有機繊維、AD : 減水剤、W' : 水+減水剤)

(単位 : kg)

表-2 物性試験結果

項目	試験値	メーカー参考値
圧縮強度	194.4N/mm ²	160N/mm ²
曲げ強度	23.4N/mm ²	22N/mm ²

2.3. 強度測定

強度及び、耐久性の評価において、JIS S 1203「家具-いす及びスツール-強度と耐久性の試験方法」に準じ、(財)ポーケン品質評価機構にて実施した。表-3

にその試験項目と手順を示す。

表-3 JIS S 1203に基づく試験内容・手順表

No.	JIS No.	手順No	項目名
1	JIS S1203	7.1	座面の静的強度試験
2	JIS S1203	7.2	背もたれの静的強度試験
3	JIS S1203	7.5	座面の耐久性試験
4	JIS S1203	7.6	背もたれの耐久性試験
5	JIS S1203	7.5, 7.6	座面・背もたれの耐久性試験

NO.1 区分3により1300N

NO.2 区分3により560N

NO.5 区分3により座面950N、背もたれ330Nを5万回

試験の結果、No1「座面の静的強度試験」はクリアしたものの、No2「背もたれの静的強度試験」3回目の負荷において、背もたれと座面が完全に破断した。その様子を図-3に示す。



図-3 破断の様子

3. 試作品2

椅子試作品1の破断した部分が背もたれと座面の接合部分であったことを考慮し、再度デザインの変更を試みた。デザイン性悪化を最小限に抑え、必要強度を確保するという条件について協議した結果、接合部分にハンチを設けるとの合意に至った。

3.1. ハンチによる部材寸法の変更

許容曲げ強度 7.0N/mm^2 を満たすように隅角部を中心に部材寸法を変更した。その条件を満たす有効高 h の算定として、以下に計算の概要を示す。

試験荷重： $P=560\text{N}$ スパン： $L=280\text{mm}$

有効幅： $b=150\text{mm}$ 許容曲げ強度： $\sigma_{ca}=7.0\text{N/mm}^2$

背もたれにかかる最大曲げ応力度 $\sigma_c=M/Z<\sigma_{ca}$ になるとすると、試験荷重による最大曲げモーメント $M=P\cdot L=156,800\text{N}\cdot\text{mm}$ より

断面係数： $Z=b\cdot h^2/6>M/7.0=22,400\text{mm}^3$

有効高： $h>(6Z/b)^{1/2}=29.9\text{mm}$

となり、許容曲げ強度 $\sigma_{ca}=7.0\text{N/mm}^2$ を満たすには、少なくとも 29.9mm の有効高が必要である。製作を考慮し、有効高を 30mm として部材寸法を変更した。その修正図を図-4に示す。

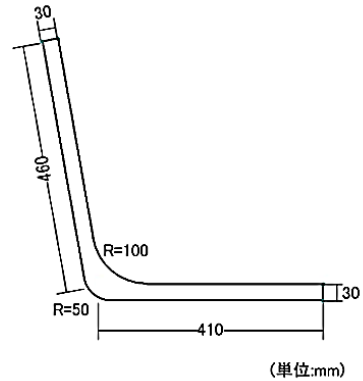


図-4 試作品2の修正図

3.2. 試作品2の予備実験

試作品2の製作に先立ち、予め強度の検証として幅 150mm の部材を製作し、背もたれに対して簡易な予備実験を実施した。その様子を図-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-5 予備実験の様子

4. まとめ

本研究において、デザイン性を考慮しつつ、椅子としての強度を満たす民間・個人向けのコンクリート製品を作製することができた。さらに付加価値の高いコンクリート製品の新規用途開発において、『建築デザインと建設材料の両者の専門性の連携』の効果と、その可能性を示すことができた。