

公園遊具用多孔質セラミックスの開発

安藤敏夫^{*1}、今井敏博^{*2}

Development of porous ceramics for park play equipment

Toshio ANDO^{*1} and Toshihiro IMAI^{*2}

Seto Ceramic Research Center, AITEC^{*1*2}

公園事故が相次ぐ中、「都市公園における遊具の安全確保に関する指針」が示され、安全に対する将来の道筋が明らかになった。言い換えれば、「遊ぶ」ということについて、様々な環境整備への取組が可能となったと言える。

ここでは、遊具そのものではなく、その周辺を取り巻く領域について、転落等の強い衝撃から人体を保護するという点から陶磁器廃棄物、樹脂廃棄物等を有効活用した多孔質セラミックスの開発をした。

歩いたり、はねたりする場合に発生する衝撃力をコーティングされた樹脂により吸収し、滑り台やブランコなど遊具からの転落など過大な衝撃力については、中空セラミックボールを活用し、それ自身の破壊により、その加重を解放する構造とした。

1. はじめに

現在、国内には、NPOが欧米の基準に沿って定めたもの以外、公園遊具に関係する定量的な安全基準はないが、箱ブランコの転落事故を始めとして、公園内での事故が相次ぐ中、最近、国土交通省から「都市公園における遊具の安全確保に関する指針」¹⁾が示された。

セラミックスの利用については、安全という観点から、磁器のような鋭い破断面ではなく、陶器のような粗い破断面とすることが必要であり、これらの点からはリサイクル素地の活用は有効な手段と言える。加えて、低温での焼成、また、焼成しないことによる優位性は高く、そうした側面からも樹脂とセラミックスの複合化について検討することとした。

2. 実験方法

2.1 セラミックスと樹脂の複合化

遊具の周辺部を含めこうしたエリアに求められる機能は、歩きやすく、けがをしにくいことである。

このため、通常の歩いたり、はねたりする場合に発生する衝撃力(一次衝撃)をコーティングされた樹脂により吸収し、滑り台やブランコなど遊具からの転

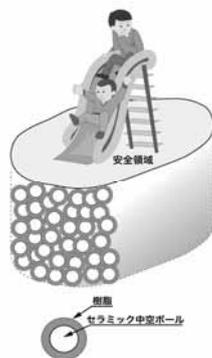


図1 安全領域とセラミック中空ボール

落など過大な衝撃力(二次衝撃)については、セラミック中空ボールの破壊により吸収する構造とした。

以上のことから、図1のようにセラミック中空ボールを樹脂で包むようにし、これを仮に滑り台であれば集積、その上部を安全領域とした。

2.2 衝撃緩和用樹脂

使用原料として室温における粘着性が比較的高いアクリル酸エステル共重合体(アクリルエマルジョン)を使用した。また、リサイクル原料を使用したため、品質の安定を目的に磁器素地のセルペンを添加した。

2.3 硬さ試験

「ショア試験」は、硬いものほど高く跳ね上がるものの、弾力性のあるゴムなどでは鋼よりも高く跳ねるので、ヤング率が類似していることを条件とするが、物理的性質(引張強さ)や状態(水分含有量)と一定の関係を持つことが多いため、評価の代替値として用いられることが多い。

このため今回は、衝撃の吸収という点から試料の「柔らかさ」を示す数値として代用した。ショア試験機は、仲井精機製作所製NSS D型を使用した。

3. 実験結果及び考察

3.1 セラミック中空ボール

成形・焼成後の直径10mm、20mm、30mmのボールを使用し、原料の化学分析値は表1、また、中空ボールの圧縮強度は、図2にそれぞれ示した。

*1 瀬戸窯業技術センター 応用技術室 *2 海部事務所 環境保全課

表1 中空ボール用原料の化学分析値

原料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	lg.loss
よわ土	64.6	20.80	1.43	1.03	0.12	0.67	0.08	2.41	8.42
長石坏土	69.9	16.20	2.10	0.28	1.03	tr	2.45	5.42	2.59
キラ	91.0	4.70	0.27	0.16	0.06	0.08	0.19	1.75	-
ガラス屑	72.8	2.30	0.17	0.02	10.50	0.79	11.20	1.15	0.00

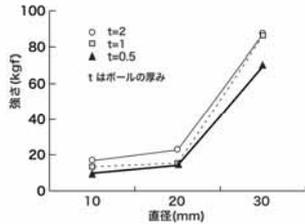


図2 セラミック中空ボールの圧縮強度

3.2 樹脂

3.2.1 樹脂の硬さ

図3は、セルベンの添加量にともなって変化する硬さの様子である。

セルベンの添加に伴ってショア硬度が増している。特に40%を超えると、硬く、弾力に乏しくなる。

3.2.2 複合化

3.2.2.1 コーティング

ディッピングによりセラミック中空ボールに樹脂をコーティングする。アクリル酸エステル共重合体は、やや糸を引く程度の粘性(220cps)を示す。所定の厚みをコーティングするためには、粘性が大きく寄与する。図4は、ディッピングの回数と厚みの変化である。セルベンを加えた試料ほど粘性が上がりコーティングされる膜の厚みは大きくなる。しかしながら、この方法では、5mm以上をコーティングすることは工業的には現実的でなく、結果的に液状では困難と言える。なお、コーティング後の硬化時間は、1週間程度を要した。

3.2.2.2 厚膜化

セルベンの添加量を大きくすることによって、樹脂の粘性は液状から固形状に近づき、団子を作るようにセラミック中空ボールを被うことが可能になる。

しかしながら、可塑性が低下し、ひび割れしないように成形することも困難になる。したがって、ここでは、樹脂の固形分を高めることとした。また、併せて粉末樹脂の3wt%のPVAも添加した。

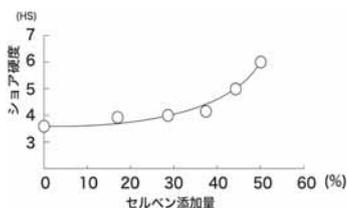


図3 セルベン添加量とショア硬度

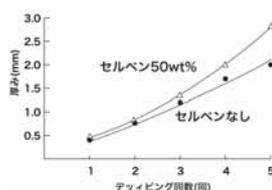


図4 ディッピング回数と厚みの変化

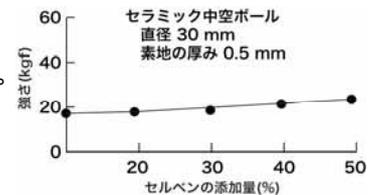
今回のアクリル酸エステル共重合体の固形分は42.1%、新たに粉末状のアクリル酸エステル共重合体を加え樹脂の固形分を71%間で高めた結果、成形性は向上し、ベタ付きを抑制しながら団子状に手で丸めることが可能となった(表2)。

表2 固形分と成形性

固形分	48%	53%	59%	64%	71%
成形性	×	×	△	△	○

×：粘性が低く成形不能
△：多少粘性は低い、成形可能
○：成形可能

図5は、樹脂コーティングしたものの圧縮破壊加重である。樹脂のコーティングによる強度変化はあまり見られない。また、樹脂のみが5mm



程度を超えるものは、樹脂の抗力によりセラミック中空ボールの破壊を明確に観察することは困難となる。

4. 結び

(1) 樹脂の硬さ

セラミック中空ボールを使用するため、破壊強度について設計が可能である。

(2) 安全性

セラミックボールを樹脂でコーティングしているため、破壊してもバラバラにならず、破片による怪我の危険性が低い。また、回収が容易である。

(3) 衝撃の吸収

固く締まった土に比べ、優れた衝撃吸収力を発揮し、落下に対する衝撃吸収とともにやさしい歩行感をもたらす。

(4) リサイクル

セラミック中空ボールは、土として戻す他、シャモットとして再利用が可能である。

(5) 景観との調和

セラミック中空ボール全体を砂、芝で表面を覆う他、セラミック中空ボール自身の表面を他素材で覆うことにより、景観が調整可能となる。

文献

- 国土交通省：「都市公園における遊具の安全確保に関する指針」(2002)
- 近藤連一：多孔材料，(1973)，技法堂
- 素木洋一：窯業原料第4集，99，碩学書房(1952)