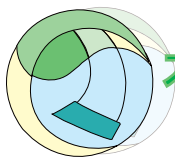


ルーズフィル

衝撃吸収性ゴムチップ舗装

遊具下の固めない衝撃吸収性ゴムチップ舗装



有限会社環境緑化エンジニアリング

仙台市太白区袋原3丁目11-48

TEL 022-306-1771 FAX 022-306-1772

URL <http://kankyo-enjinia.com/>

meil : kre21ccb@plum.ocn.ne.jp



● § 1 ルーズフィルゴムチップ舗装

落下事故を防止するために。

衝撃吸収舗装はここまで安くさせることができる！！

・遊具の落下事故対策。その現状は？

「遊具の事故」で一番多いといわれている、「遊具からの落下事故」の対策としては衝撃吸収舗装が最も適しているが、建設コストが高いため普及が遅れています。少子化の問題が指摘されていますが、どうしてもこのような施設の整備は後回しにされているような気がしてなりません。幼児、児童に安全な遊び場を与え、元気な子供たちを世に送り出しましょう。

・従来のゴムチップ舗装から進化した「ルーズフィル方式」

従来のゴムチップ衝撃吸収舗装は、舗装厚 4cm から 21cm で、1m² 当たり 16,000 円から 30,000 円とかなり高いものでした。この問題を解決するために、3 年前から試行錯誤を繰り返し、新たに開発したのが「ルーズフィル方式」です。

安価な衝撃吸収舗装の普及により、安全な遊具の遊び場がより多く普及することを期待しています。

● § 2 ルーズフィル方式の概要

「ルーズフィル方式」は、1m² 当たり 10,000 円のコストで、限界高さ（落下想定高さ）3.0 m までを対象とした衝撃吸収ゴムチップ舗装です。

「ルーズフィル方式」は基盤層と表層の 2 層構造です。

基盤層は、肉厚な大粒径ゴムチップ（15~25mm）をウレタン樹脂で固めた耐久性に富んだゴムチップ舗装です。基盤層の標準的な厚さは 5cm です。

表層は、棒状ゴムチップ（長さ 25 mm 前後、径は 2 mm 弱）を厚さ 5cm 又は 8cm に敷き均します。ウレタン樹脂で固めることはありません。

標準的な舗装厚は 10cm、13cm になります。その限界高さ（落下想定高さ）2.5 m までと、3.0 m までとの 2 種類です。

舗装の価格は、舗装厚 10cm で 8,700 円。舗装厚 13cm で 10,000 円です。

（消費税は含まれておりません。また、施工規模等によっても価格は変わることがあります。この価格は施工規模 100m² の標準価格です。）

従来の衝撃吸収舗装と比較すると 1/2~1/3 の価格です。当然 H I C 1,000 以下、G max200 以下の値を満足します。

● § 3 特長

- ・ 購入者が自分で施工できる
- ・ 固めたゴムチップ舗装より格安である
- ・ メンテナンスが容易である
- ・ 木片や砂に比べて衛生的（害虫等をよせつけない）
- ・ HIC（頭部損害基準）の数値をクリアできる

図

通常のゴムチップ舗装は
バインダーでゴムチップ
を固めている



ルーズフィルは固めない
ゴムチップ舗装
(接着剤を使用しない)



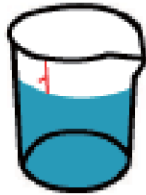
● § 4 従来のゴムチップ舗装とルーズフィル（固めないゴムチップ舗装の違いって何？

従来の衝撃吸収ゴムチップ舗装は、すべてのゴムチップをウレタン樹脂で固めた舗装です。舗装の厚も 4cm から 21cm と、限界高さ（落下想定高さ）によって舗装厚を変えていました。

・従来のゴムチップ舗装の材料費は 50% がウレタンバインダーのコスト

ゴムチップ舗装の資材費で、ウレタン樹脂の占める割合は約 50% です。ゴムチップ骨材を廃タイヤからリサイクルし、コスト削減を行ってもウレタン樹脂を多く使うため、今までの方式では全体のコスト削減は困難でした。また、施工コストも、1 現場の施工面積が少ないため、なかなかコスト削減は難しいのが現状でありました。

ゴムチップ舗装の材料費の 50% はウレタンバインダー



ウレタン
バインダー 50%

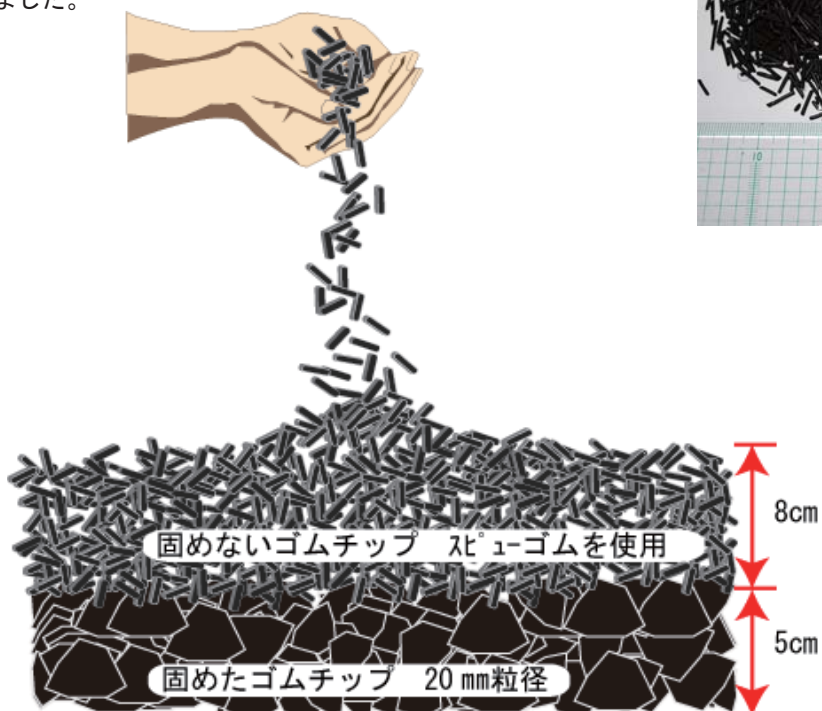


大小ゴムチップ 50%

・そこで、ウレタンバインダーの使用量を減らす方法を検討

そこで、リサイクルゴムチップを固めないで使用方法を検討し、落下試験及び飛散状況、歩行感触、メンテナンス、コスト計算の結果「ルーズフィル舗装」がベストな施工方法だということで、今回商品化し世に問うことにいたしました。

ルーズフィル舗装は、基盤層は従来同様大粒径のゴムチップをウレタン樹脂で固め、表層のみをルーズフィル方式としました。



- ・従来のゴムチップ舗装と違い、落下高さにより舗装厚を変更しなくて良い

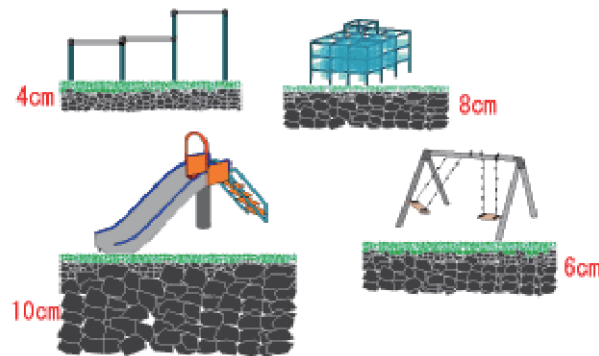
遊具の最大想定落下高さに合わせてゴムチップ舗装の舗装厚を変えていかなければいけなかった

従来の方式では、遊具の限界高さ（落下想定高さ）により舗装厚をおのおの決めていました。これは、厚い舗装を全ての遊具に適用できればいいのですが、コスト面の問題からどうしてもHICの数値を満たしている最小舗装厚にするしかなかったのです。

- ・ルーズフィル方式にすると舗装厚は2種類だけあれば良い

今回の方式では限界高さ2.5mまでの遊具に関しては舗装厚10cm、限界高さ3.0mまでは13cmと2種類の舗装厚で限界高さ3.0mまでを網羅することになりました。当然限界高さ2.5m以下の遊具に関しては、10cm以下の舗装厚でよいことにはなるが、耐久性、メンテナンスの関係からこの舗装厚がベターであると判断いたしました。

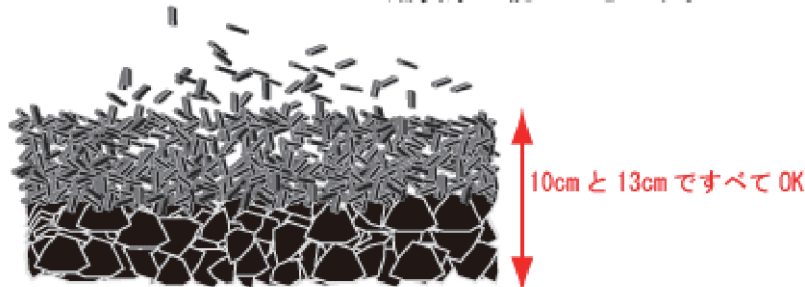
従来のゴムチップ舗装は落下高さにより舗装厚を変更していた



今までバラバラだった舗装厚が・・・



ルーズフィル方式にすれば、想定落下高さ2.5mまでは10cm
3.0mまでは13cmの舗装厚で統一できます。



ルーズフィル方式10cm舗装厚は、従来の4cm舗装厚よりも安く、
落下想定高さ2.5mまでカバーします。(11,000円→8,700円 落下高さ1.2m→2.5m)



● § 4 ルーズフィルの舗装厚の決定根拠

基盤層の骨材最大粒径は2.5cmです。この場合の舗装最小厚さは3.75cmとなるが、舗装厚4.0cmでは繰り返し落下試験の結果、耐久性が劣ることから舗装厚を5cmとしました。また骨材粒度を細かくした場合には当然舗装厚は薄くなるが、ウレタン樹脂の使用量が多くなりコスト高になります。

表層厚を厚くすると、歩行時に足首の負担が多くなります。また、蹴散らかされたゴムチップの再敷き均しに、手間が多く掛かる。3cm以下に薄くすると基盤層の表面が出現しやすくなり、手間が掛かることとなります。そんなことから表層厚は5.0cmと8.0cmとしました。

(複合遊具の場合、従来方式ですと遊具の限界高さにより舗装厚を変えていました。その理由はコストが高いためです。このため境界部分に問題点が残りました。均一な厚さで施工するため、このような懸念はなくなりました。)

・ 今後の展開

今後、早い時期に4.0mまでの限界高さに対処できる、舗装構成を確立するつもりです。当然施工費も17,000円前後を考えております。

● § 5 米国でのルーズフィルの歴史

廃タイヤゴムチップによるルーズフィル方式（固めないで、一定の厚さに敷き均した舗装）は米国で1990年前後から始まったと思われます。（木片チップ、樹皮チップはそれよりも前に使用されていたが、腐敗、アレルギー問題、環境汚染問題等からゴムチップに変わりました。）

・米国社会は起訴社会

米国社会は、わが国と異なり訴訟社会です。遊具落下事故による訴訟件数及び保障金額の支払いは、年間かなりの件数、金額になっています。また、安全対策をとっている場合には、保険の掛け金が、安くなる制度もあります。

・米国でルーズフィル方式が使用される背景

米国では廃タイヤの有効利用は大きな環境問題として取り上げられています。連邦、州政府、タイヤメーカー、リサイクル企業、大学、研究機関等が共同で研究開発が進められてきた。また、連邦、州政府、がこれらの活動に多くの補助金を出していることもこの活動の一助になっています。その結果ゴムの特性を生かした、資源として、多くの分野で利用されています。

（わが国では、エネルギー源として55%が焼却されている。近年は原油価格の高騰でその割合はさらに増えているようです。）

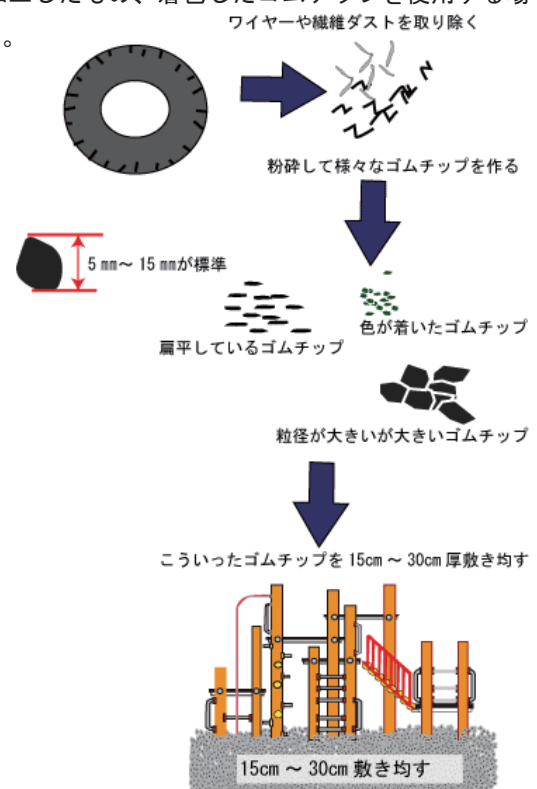
米国では、このような社会コンセンサスの中で遊具下の衝撃吸収舗装は、大きな一つの範疇となっています。またその安全基準は1990年からCPSC（米国消費者製品安全委員会）で試験方法、数値、管理方法等が決められました。

このような社会ニーズに安価で、安易な施工方法としてルーズフィル方式が遊具下の舗装として、多くの場所で利用されるようになりました。施工も専門業者以外に児童、PTA、学校関係者、地域ボランティアが、材料をネット購入して行うことも多々あるようです。

確かに、そんな現状でもウレタン樹脂で固めた舗装、マット化された製品を使うことも多くありますが、この方式の確立でより多くの場所で遊具下衝撃吸収舗装が施工されています。

・「米国での施工事例」

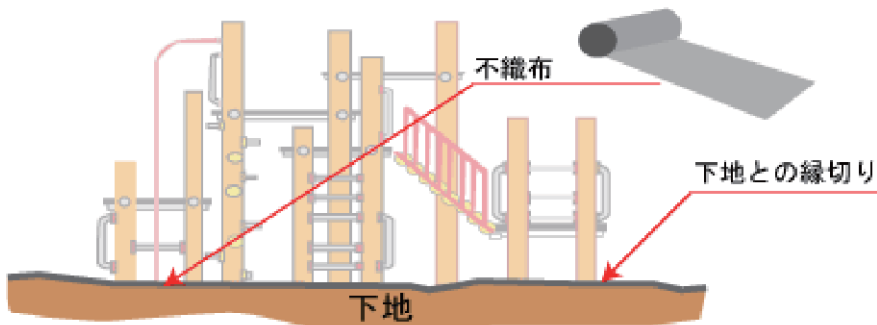
米国で使用されているゴムチップは、廃タイヤからワイヤー、繊維ダストを取り除いた後、粉碎して製造します。その粒径は5mmから15mmが標準です。場合によっては扁平に加工したもの、着色したゴムチップを使用する場合もあります。敷き均し厚さは15cmから30cm以下が標準です。



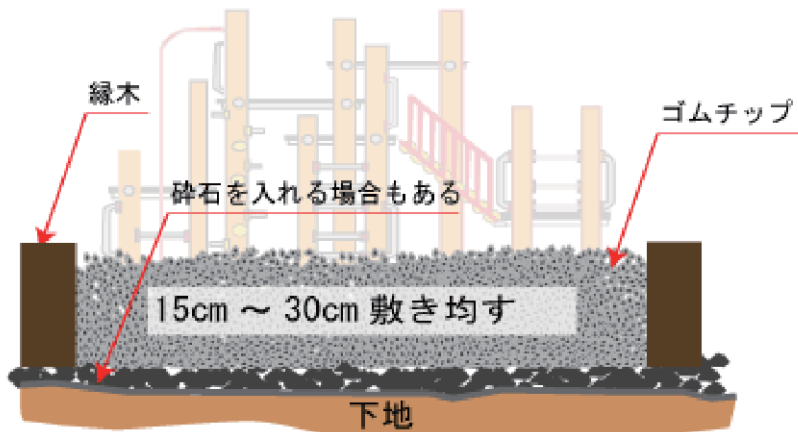
・ 施工方法

施工方法は下地の基盤整備（不陸整正）後、不織布を敷き均し（下地との縁切り層）その上にゴムチップを敷き均しています。外周は縁石、縁木にて仕切っている。場合により碎石路盤を設置することもあります。殆どの場合、厚く施工しており、蹴散らかしによる再敷き均しはしてないようです。（安全にうるさい割には大雑把と言えます。メーカーに問い合わせてみましたが問題は無いという返事が返ってきました。疑問が残ります。）但しコストが安くなったため施工面積は、規定よりも広く施工しているようです。

下地の不陸整正のあと不織布を敷き均す



ゴムチップを敷き詰め、外周に縁木で仕切る。
碎石路盤の上に施工する場合もある



・ 施工場所

施工場所は幼稚園、小学校、公園内の遊具設置場所、有料 Play Grand など 12 歳児までの遊び場で使われています。

● § 6 米国のルーズフィル方式と、我が社ルーズフィルの違い

我が社のルーズフィル舗装は米国の方式と異なります。米国方式のほうが、ウレタン樹脂を使用しないためコストは安くなるはずですが。しかし色々な問題点があることが分かりました。試験結果、調査の結果下記のようなことが分かりました。

- 1) 米国と違ってわが国では、降雨日数が多い。そのため水はけをよくすることが必要です。「我が社のルーズフィル方式」の透水性は排水舗装と同程度あり排水性は非常によい。下地の泥濘化によりゴムチップに土等が混入することを防ぎ、衝撃吸収力を減少させません。
- 2) 米国では素足で遊ぶ子供は殆ど見受けられません。わが国ではかなりの可能性があります。感触の違いを取り除くことが必要です。そのために柔らかい棒状ゴムチップ（爪楊枝を短く切ったものを想像してください）を使います。また、この形状から飛散しにくいゴムチップです。このゴムチップを 15cm 以上の厚さに敷き均した場合、コスト高になります。
- 3) 幼児、児童の成長過程では米国よりも骨格の形成が少し遅いようです。全層厚をルーズフィル方式にすると歩行時に足、腰にかかる負担が大きくなる。（ふかふかしすぎることです。）
- 4) わが国の幼児は砂場で遊ぶ習慣があります。また砂場と併設した場所に遊具が設置されている場合が殆どです。そうなるとどうしても敷き詰めたゴムチップを掘り起こして遊ぶことが考えられます。そうなると修復敷き均しに手間がかなり掛かります。米国ではこのようなことは殆どありません。
- 5) 蹴散らかされたたり、掘り返された箇所の修復は、わずかな労力で短時間で修復する必要があります。厚いゴムチップの修復敷き均しには、大きな力が必要です。遊具の点検を行いながら、アルミ製の軽いレーキで簡単に修復できるようにしました。（特に幼稚園、保育園では女性が管理作業をされると思われます。）
- 6) 最悪、表層のゴムチップがすべてない状態でも、基盤層のみでも 1.5m からの落下に対しては HIC, Gmax の数値は共に満足します。落下事故の被害を抑えることが出来ます。

このようなことから我が社のルーズフィル舗装は基盤層を固め、表層のみ固めないルーズフィル方式としました。

※写真は当社のルーズフィルに使用する棒状のゴムチップです。



● § 7 タイヤゴムチップの安全性

本文はRMA (Rubber Manufacturers Association) の公にされた文章を翻訳し、引用したものです。<http://www.rma.org/>

遊園地は子供にとって楽しみと幸せを感じる場所であるが、怪我の危険のある場所でもある。転倒や落下、特に遊具からの落下による怪我を最小限にするために、遊園地では、遊具の下や周辺に衝撃吸収表面を装備している。衝撃保護には様々な材料があるが、最も衝撃保護機能が高いのは、スクラップタイヤから製造された材料である。遊園地の表面保護に使用されるタイヤ材料に対する疑問や心配の声もある。この簡単な報告書は、これらの疑問に対する回答を用意するものである。この報告書の情報は、連邦政府機関、政府関係研究所、医療研究機関、認証試験機関、タイヤ製造業者などによって提供されたものである。

現時点では、ルーズフィルと成型マットの2種類の材料が市場に出回っている。ルーズフィルとは、通常は1/2 in ?3/4 in (13?19mm) のゴムチップで、ゴム以外の物質は除去され、遊園地に敷き込む前に水洗されている。タイヤには補強材としてアスベストやガラス繊維は使われていない。

マットは、現場注入成型品 (Pour-in-place) と通常の成型品の2種類のタイプの内の一つを使用する。現場注入成型品はタイヤ粉砕ゴム、又はその他の粉砕ゴムとバインダーを混合し、遊具の下に、コンクリートを流し込むと同様の方法で注入し均す。通常のマットは現場注入成型品と同様な方法で工場生産され、大型の一体品であったり、小さなブロックを結合させ、望みの色と形状に仕上げられるようなものになっている。マットはアメリカ障害者法 (American With Disability Act) に規定された遊園地の通路要件 (Play ground access requirement) に合致するという利点を持っている。

遊園地舗装 (Playground Cover) としてのタイヤ材料の安全関連数値

メーヨークリニック (Mayo Health 0@sis, May 1998) によると、遊園地の怪我の70%は落下によるものである。消費者製品安全委員会 (Consumer Product Safety Commission・CPSC) は、アスファルトやコンクリートのような硬い舗装材料はどのような高さの遊具であれ、ゴムマットのような統一された衝撃吸収材料をベースにしない限り、その下や周辺に使用することは不適切であると勧告している (CPSC 文書 1005)。

CPSC は統一された材料とは、「一般的に言えば、ゴムマット、あるいは遊園地現場で注入成型され、統一された衝撃吸収表面を形成するためにバインダー架橋されたゴム様物質」と定義している (CPSC 文書 1005)

衝撃緩和

メーヨークリニックは遊園地のマットあるいは床材としてゴムのような性質のものを推奨している。イリノイ州政府は6インチ（15 cm）の厚さに敷き詰めた廃タイヤゴムとその他のルーズフィル材料での比較試験を実施した。ワイヤ除去したタイヤチップは他の材料と比べて約2倍のクッション効果を示したと報告されている。6インチ保護層に対する臨界高さ*

- * Wood Mulch 7 ft
- * Fine Sand 5 ft
- * Medium Gravel 5 ft
- * Tire Chips 12 ft

タイヤチップのデータはイリノイ州エネルギー資源局が ASTM F12-93、ASTM F355-86 に従って測定した。他の材料については CPSC の文書 1005 から引用した。

註）* 試験の定義によれば、数値が大きいほど安全な材料である。

燃焼性（Flammability）

1995年にタイヤチップについて連邦危険物法（Federal Hazardous Substance Act）に基づき、この材料が Flammable か、否かを決定するためのテストが実施された。

（材料が発火し、自分の炎で燃焼する速度が主軸沿いに 0.1 in/sec. 以上であれば、その材料は Flammable と見做される。）

Burn Length(inches)	Time(seconds)	Burn rate(inches/second)
0.5	60.0	0.01
0.1	60.0	0.001
0.4	60.0	0.01
0.4	60.0	0.01

このテスト結果から、スクラップタイヤ材料は non-flammable（非引火性）と結論された。

ワイヤのないスクラップタイヤチップのその他の利点

- * 清潔で毒性がない。
- * 毒性のある浸出水を出さない。
- * 弾力性がある。
- * 吸水性がなく、水分を保持しない。
- * 経済的であり、寿命が長い。
- * 埃が出ず、ぬかるみが出来ない。
- * 犬や猫、ネズミ類や昆虫を誘引しない。
- * 腐敗しない。
- * 雨天や凍結により性能低下の影響を受けにくい。



誤ってゴムチップを子供が飲み込んだらどうなるか？

1994年にメリーランド州環境局（Maryland Environmental Service・MES）は一連の試験でこの疑問に答えた。MESのリクエストにより、試験研究所は3/4 inタイヤチップを塩酸（胃の中の酸）に浸した。目視の不溶解分残渣は補強用の有機繊維と思われるものであったが、塩酸に溶解してしまった。とにかく、例えば、チョーキング（粉吹き）、亀裂、われ等は観察されず、タイヤゴムは影響を受けていなかった。これは何を意味するかというと、ゴム粉を飲み込んでしまったとしても、急性や慢性の問題を惹き起さないということである。短期間の問題としては、飲み込んだ量によっては胃に不快感があるかもしれない。飲み込まれたゴムチップの運命は、他の不消化物と同じように体内から排出されてしまう。

● § 8 (固めないゴムチップ舗装) ルーズフィルの Q & A

Q : 舗装エリアの境界部分はどうにすべきか？

A : ルーズフィル方式の場合には必ず境界部分には縁石、縁木を設置しなければなりません。表層ゴムチップを囲い込むことが求められます。

従来の固めた衝撃吸収舗装では、境界部分に縁石、縁木を設置するか、何も設置しない場合があります。

Q : 舗装エリアの地盤高は？

A : 舗装エリア部分は外周地盤高より必ず 5cm 以上高くしてください。

高くすることにより、周りの土砂が舗装内へ進入するのを防ぎます。また雨水の排水をよくする事も出来ます。もし、外周地盤高より低くする場合、又は同レベルにする場合には外周部を芝張り等により土砂が進入しないようにしてください。また雨水の排水をよくするために暗渠排水溝を設置してください。

Q : 舗装エリアはどうに決めたらよいか？

A : 舗装エリア (面積) はホームページ上の CPSC プレイグランドハンドブックの「遊具のための利用区域」を参照してください。

出来ればそれよりも少し広めに施工するとよいでしょう。

Q : 滑り台のすべり降り口、ブランコの足でこする部分はどうしたらよいか？

A : この部分は表層ゴムチップの移動が激しい場所です。

一番よい対策は、この部分だけ表層も固めた従来の方式がよいと思います。施工面積は 1~2m² でコストもそれほど掛かりません。

又はこの部分だけ基盤層も含めて厚く仕上げるのもよい方法です。

ゴムチップは吸水率がゼロであるため、土、砂のように掘れて固まる性質はありません。掘れてもすぐ崩れてしまい、自然に掘られた箇所を少し復元します。(米国では厚く施工するだけのようです)

Q : 表層に着色したゴムチップを使用できないか？

A : 表層に使用するゴムチップを着色することは可能です。

着色するためには、ウレタン樹脂と顔料を使います。また、敷き均すゴムチップ量は 1m² 当たり 25 kg 以上で、かなりのコスト高になります。おそらく 1m² 当たり 6,000 円~8,000 円高くなると思われます。よって現時点では表層で使用する、着色した棒ゴムチップは不可能です。1 m² 当たり 3,000 円以下のコスト高で可能になりましたら市場へ提供するつもりです。

● § 9 遊具下ルーズフィル方式ゴム舗装のメンテナンス について

日常管理

- 1) 落ち葉等異物を取り除くこと。
- 2) 必要に応じて表面の棒ゴムチップが均一な厚みになるようにレーキで敷き均すこと。(使用状況にもよりますが、2週に1度くらいの割合だと思えます。100 m²ほどの面積で10分強と思われる。)

定期的な管理

- 1) 半年又は1年に一回、表層棒ゴムチップの厚みを確認します。その場合にはレーキで全体を平らに均し、5?6箇所の厚みを測定してください。厚みが不足していたら、棒ゴムチップを補充してください。
- 2) 3年から5年に1回は現地でH I C、Gmaxの測定をし、数値の確認を行ってください。

標準構造断面

