

野球場のクレイ舗装の水はけ改善に関わる調査と改善策

ニタコンサルタント(株) 正会員 ○武智正博

ニタコンサルタント(株)法人正会員 石山一美, 田村俊之, 安富英樹

はじめに

本稿は、利用者から水はけが悪いとの指摘があった野球場の内野グラウンドについて、その原因を調査し改善策を検討した内容について報告するものである。本球場の内野グラウンドの舗装はクレイ舗装である。水はけ不良の原因には、表面勾配、暗渠排水の性能、舗装材の特性等が考えられたが、これらの原因を調査した結果、その主原因が粘土鉱物の少ない舗装材（黒土混合土）の特性にあるとの予測から、改善策として粘土鉱物を多く含む土を混合することを提案し、良好な結果を得た。この結果は、今後、水はけ不良が指摘されるクレイ舗装の改修策を考える上で一つの示唆を与えるものとする。

1. 利用者からの不満の要因

本球場は内野グラウンドの改修工事を行ったが、以前に比べて水はけが悪くなったという不満の声が寄せられた。利用者の不満は、利用者の主観によるものや、その日のグラウンド整備状況、降雨の実態などとも関連し、一概にグラウンドの水はけが悪いとは決めつけられないものである。そのため、利用者の不満がどこから来るのか？降雨時のグラウンド実態と降雨記録、グラウンドキーパーからの聞き取り調査等を実施し、水はけが良いと言われる他球場との比較からその要因の把握を行った。その結果、不満の要因は以下に集約された。

① 雨が降るとグラウンド全体に浮き水が広がり消滅するのに2時間以上かかる。

② 小雨でもすぐ表面が軟らかくなり、泥濘化する。(写真参照)



写真-1 降雨後のグラウンド状況 (降雨後1時間)
降雨時間約10時間 (降雨強度平均4mm/h max10mm/h)



写真-2 泥濘化状況

2. 原因調査

1) クレイ舗装の特性^{1), 2)}

クレイ舗装は、プレーに適した硬さと湿気を保ち、埃が立ち難いという性能が要求される。本球場のクレイ舗装は、図-1の構造となっており、中層は表層から浸透する雨水の排水と表層へ水分を補給するという両面の役目を持っている。また、表層に与えられた運動衝撃を吸収分散し、表層の硬化を防止する役目もある。

このように、中層は多面的役割を果たす重要な層である。中層に浸透してくる雨水は、粒子間の間隙を通して速やかに暗渠工に導びかれるが、同時に、多孔質の火山砂利は自身の中に水分を保水し、表層へ毛管水を補給する役目を果たす。表層の透水係数は $10^{-3} \sim 4 \text{ cm/sec}$ 以上が望ましい³⁾とされ、雨が降っても飽和しないで湿潤状態に保たれることが必要である。表面が飽和すると乾きが遅く、硬度が低下して泥濘化する。硬度の低下は土の粒度組成や黒土の性状で変わり、黒土（粘土質土）が多いとベトついて乾燥も遅く、砂分が多いと飽和しやすく、液状化状態の泥濘化を生じる。

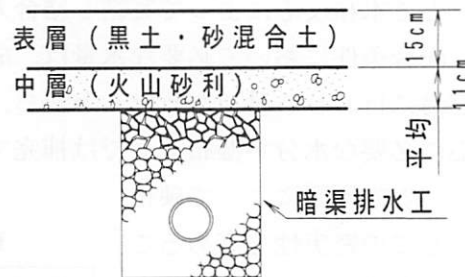


図-1 クレイ舗装の構造

2) 原因調査

上記のクレイ舗装の特性から、水はけ不良の原因として以下の三つが考えられた。

①中層及び暗渠排水工の排水機能不全 ②表面の凹凸と排水勾配不足 ③表層（黒土混合土）の特性

①、②の状況は中層への注水試験と測量調査により確認したが、中層の排水性能と暗渠排水には問題がなかった。表面勾配も水はけが良いといわれる球場に比べると若干緩いものの、一般の値(0.4%~1%)¹⁾の範囲内であった。以上のことから、主な原因は表層の黒土混合土の特性にあるものと考え、これについて水はけが良いとされる他球場との比較調査を行った。その結果は表-1,2の通りである。

表-1 土質調査結果

		本球場	他球場
貫入抵抗値 LB 規格値 30~80 ^{1),2)}	雨天後 2~6 時間後	0~20	0~60
	晴天時	15~80	60~130
表層現場密度試験 (平均値)	湿潤密度 (乾燥密度) g/m ³	1.83 (1.50)	1.94 (1.66)
	含水比 (%)	21.6	17.3
	土粒子の密度 g/m ³	2.62	2.61
	締め固め度 (%)	101	94

表-2 材料試験結果

		本球場	他球場
粒度特性	均等係数	19.2	14.5
	細粒分含有率 (%)	17.7	17.8
室内透水試験	透水係数 (cm/s)	6.94×10^{-5}	5.06×10^{-5}
	間隙比	0.693	0.518
X線回折分析	含有鉱物	粘土鉱物	無し
	その他	火山ガラス、石英、クリストバライト	同 主、斜長石、方解石
	土質種別	火山灰	火山灰

3. 水はけ不良原因と改善策

表層は、基本的に難透水性の層であり、雨水浸透メカニズムは不飽和浸透である。水はけの良否は土の不飽和浸透力と表面乾燥の早さに依存する。不飽和浸透力を当社の浸透解析プログラム (SAUSE) で確認したが、現況の透水係数 $\times 1.7 \times 10^{-5}$ でも中層の透水性が確保されていれば、雨で飽和しても降雨後 1 時間もすれば回復することが確認された。このことと表-1、2に示す調査の結果、以下のことが推論された。

① 舗装表面の勾配が緩く、不陸が多いためグラウンドに水がたまり易くなっている。

② 表層の密度が小さく水を含んで泥濘化し易い。これは、黒土混合土に粘土鉱物が含まれていないため、同じ硬度まで締固めても密度が大きくなり、粘土のセメンテーション効果も発揮されないため、硬度の低下と回復の遅れが生じているためと考えられる。

このことから、「現状の表層を掻き起こし、新たに粘性を持った黒土を加えて混合し、約 10cm 嵩上げして最大 1 %の表面勾配を確保する」ように改善することとした。その結果、雨によるグラウンドの軟化が抑えられ、良好な結果を得た。(※ 1. 室内透水試験値)

4. おわりに

水はけが悪い状態とは、降雨後に水たまりを生じたり、硬度が低下して泥濘化する箇所が多く、この状態が長く続くことである。硬度の低下部分は、他の部分より密度が低く含水比が高い。グラウンドの水はけは表層の浸透性にあり、その透水性を確保することが重要との誤った概念を持ちがちであるが、実際は表層に適度な粘性を持った土を使用することで密度が高まり、粘土のセメンテーション効果で雨による土の軟化も抑えられるものと考えられる。密度の高い難透水性の層は、雨水の浸透による飽和を防ぎ、かつ毛管現象による湿潤性も確保できる。そのため、混合する黒土は粘性のあるものの方が密度が上がり、セメンテーション効果を発揮することで軟化や硬度回復の遅れを抑制することができる。クレイ舗装の施工は、一般に貫入抵抗値のみで管理されているが、今回のように貫入抵抗値がほぼ同じでも密度や粘性の違いにより舗装の降雨後の状態が変わることから、今後、密度や粘性の確認による管理方法も提案したいと考えている。

本業務の原因究明のポイントとなったX線回折分析は高知大学理学部東正治教授に御願いたしました。本業務の成功は、同教授より貴重な知見を頂いたお陰と考えております。ここに、深く感謝の意を表します。

最後に、本業務の実施に当たって多大な協力やご指導を賜りました球場関係者の方々、並びに阪神園芸株式会社、長谷川体育施設株式会社の方々、その他関係各位に深く感謝の意を表する次第です。

参考文献

- 1) 「屋外体育施設の建設指針」財団法人日本体育施設協会屋外体育施設部会 平成 17 年 3 月 体育施設出版
- 2) 「都市公園技術標準解説書」日本公園緑地協会編改訂第 2 版日本公園緑地協会、2004. 10
- 3) 「児童・生徒にとっての安全な学校の校庭を提供するために」SchoolAmenity 96. 7

CGR (クレイグラウンド改修) システムパンフレット 長谷川体育施設株式会社