
教育現場における 運動場の善し悪しを判別する ある視点からみた基準値に関する研究 ——その1, TJ大学の運動場の善し悪しと今後の課題——

原 朗・石 井 政 弘
大 本 洋 嗣・丸 田 巖・鳴 谷 誠 司

1. 本研究の課題

運動場の舗装材とスポーツ障害の関係に係わる様々の研究からみても、舗装材の影響が無視できないことから、教育現場における運動場でも適切な高度と弾力性をもった舗装材は必要であろう¹⁾。

舗装材の混合割合についての研究は、ハイレベルの競技者中心の競技場についての研究があるが、教育現場における多目的運動場(以下学校グラウンド)についての研究はほとんどみられない。またこのハイレベルの競技者中心の競技場についての研究を一般教育のために用意された学校グラウンドに適用することは、安全性、経済性の面から究明すべき問題点が多い。

では良い学校グラウンドとはいかなる状態の場合を指すのであろうか。一般的には、①全体的にみてほぼ平坦でうねりなどの起伏や傾斜が無いこと、②

安全性に支障をきたすほどの凹凸が無いこと、③水はけがよいこと、しかしほこりが立ちにくいこと、④硬さが適当であること、⑤適当な弾力性があること、等であろう。これらの事柄には「〇〇ならば良い」とか「悪い」とかの判別が可能であるような基準を作ることはむずかしい。

しかし体育教師が経験的判断を示す場合の、「比較的良い」とか「悪い」とかが判別されるグラウンドの状態にも、実験などの客観的分析結果にてある程度の傾向が見られるのではないだろうか。つまり、経験的価値基準と客観的結果の間に相関があるなら、客観的結果からグラウンドの善し悪しを評価できるのではないだろうか。

そこで今回は、この研究をスタートする以前から「ほこり」「水はけ」「硬さ」「凹凸」などがグラウンドの問題として話題に出されていたTJ大学グラウンドの例をあげ、経験的な判断として「良くない」とか「悪い」とか言われる事柄が、土木工学的な結論の範囲としてどのようなデータを示すかを見ることにした。

また、「実験データ」や「体育者の判断」となんらかの関係にあるものと考えて、グラウンドの使用者（学生）の「使用感」を調査し、これらとどの程度一致するかもみて判断の指標作りに貢献させようとした。

先行研究である小学校と中学校の調査データを、比較の対象として考えてみた。しかしこれらは必ずしも大学の教育現場における「適切な値」を示しているわけではないので、参考として取り上げることにした。

調査対象となったTJ大学グラウンドに関して、経験的な判断として提示された事柄は以下の通り。

- ・水はけ（排水）が悪く、降雨後のグラウンド使用には晴天日で2日間かかる。
- ・地表面が硬く、野球用スパイクが刺さらないほどである。
- ・年間を通してほこりが舞いやすく、冬場の北風時はとくにひどい。またそのパウダー状の砂ほこりは、衣服や靴を不衛生な状態にし、洗濯をし

でも落ちなくなるほど量が多い。さらに校舎とくにコンピューターへの砂ぼこりの影響が懸念される。

- ・硬くなった凸凹（足跡）があり，ボールのイレギュラーや運動者のつまずき等，安全性に欠ける。この凸凹はレーキで崩すことができないほど硬く，人力での補修は無理である。排水の問題とも関わるが，足跡が問題ならば降雨後に完全に乾燥するまで使用しなければ良いという事になるが，それでは稼働日数が現状の70%程度になってしまう。降雨後まる2日間の使用差し止めは，現実的な面で学生生活への影響が大きく不可能である。

これに対して以下の試験と調査を行い検討した。

2. 方 法

(1) 試験日

- ・1991年6月15日。

(2) 試験項目

- ・貫入抵抗試験：プロクターニードル，直径6.5mm貫入針を使用。
- ・剪断抵抗試験：スパイクピン引き倒しテスト。
- ・弾力性試験：衝撃式地耐力測定機，ts-196²⁾を使用。
- ・含水量試験：恒温乾燥炉を，110°Cにて1時間使用。
- ・粒度試験：フルイ分け試験機，7層のフルイ目は4.8mm，2.0mm，0.85mm，0.4mm，0.25mm，0.11mm，0.075mm。
- ・透水試験：山田式を使用。

(3) 試験場所と標本の採取

- ・試験場所：ブランドのほぼ中央と見られる場所を選出し，そこから教育現場における運動場の善し悪しを判別するある視点からみた基準値に関する研究

北東・北西・南東・南西の4方向への直線上で作られる正方形(1辺が60m)を計測する。この正方形の4角と中央の計5カ所にて貫入抵抗試験、剪断抵抗試験を行った。各ポイントでの試験は8回行い、とびぬけた値またはそれに近い値を出した3回を削除し、残りの5回の結果により各ポイントの平均値と標準偏差を求めた。弾力性試験は標本採取場所にて測定し、前述と同様に8回のうちの5回を選び出した。含水量試験、粒度試験、透水試験は、標本を大学に持ち帰り研究室にて行った。

- ・ 標本の採配 : 5カ所での貫入抵抗試験の平均値のうち、5カ所の総合の平均値に最も近い値を出した場所の地中1インチの深さまでの土を採取し、含水量試験、粒度試験、透水試験の標本とした。

(4) 調査票

- ・ 調査対象 : TJ大学生, 1・2年生男子及び女子。
- ・ 調査方法 : TJ大学の正課の体育実技の授業に参加した学生に対し、質問紙による集合調査を行った。
- ・ 調査内容 : グランドの使用者である学生に対し「グラウンドの使用感」を回答させた。
- ・ 調査期間 : 1991年6月～7月。
- ・ 回収数 : 774。
- ・ 有効回答数 : 747, これを母数とした。
- ・ 調査対象の基本的属性とその数
: 対象者の性別と学年の内訳は、表1の通り。

表1 対象者の性別と学年

(人)

	1年生	(%)	2年生	(%)	計	(%)
男子	341	44.0	314	40.6	655	84.6
女子	64	8.3	55	7.1	119	15.4
計	405	52.3	369	47.7	774	100

(5) 観察及び記録

グラウンド状況が「良くない」または「悪い」とされる状況時の写真を撮影した。また、利用者が利用しているときの様子や状況など、気がつくことを観察メモとして記録した。

3. 結果と考察

(1) 試験結果

試験時の気象条件は、以下の通り。

- ・時刻 : 午後2時～(約2時間の間)
- ・天気
 - 当日天気 : 晴
 - 前日天気 : 晴
 - 前々日天気 : 晴
 - 3日前天気 : 晴
- ・気温 : 28℃
- ・湿温 : 22℃
- ・地表温 : 28.5℃
- ・地中温(1インチ) : 29℃

① 貫入抵抗試験

結果は、表2の通り。

表2 貫入抵抗試験結果 (Lbs)

	中央	北東	北西	南東	南西
各試験値	128	75	65	65	120
	115	130	100	78	116
	95	90	75	93	125
	118	120	98	105	108
	120	130	105	90	85
\bar{X}	115.2	109	88.6	86.2	110.8
S. D	12.28	25.1	17.53	15.26	15.71

これにより採取場所決定地は北東(メインのバックネットと対角の角付近)のポイントとした。

② 剪断抵抗試験

結果は、表3の通り。

表3 剪断抵抗試験結果 (kg)

	中央	北東	北西	南東	南西
各試験値	1.8	2.0	2.0	1.8	2.5
	2.2	2.8	2.3	2.2	2.8
	2.8	2.2	3.2	1.8	1.8
	3.3	1.7	1.5	1.5	2.0
	2.8	1.8	1.8	2.0	2.5
\bar{X}	2.58	2.1	2.16	1.86	2.32
S. D	0.59	0.44	0.65	0.26	0.41

③ 弾力性試験

結果は以下の通り。

北東	
10mm	
各試験値	10
	10
	9
	10
\bar{X}	9.8
S. D	0.4

④ 含水量試験

乾燥前標本重量	100g
乾燥後標本重量	88g
水分重量	12g
含水比	$12/88=0.13$, 13 (%)

⑤ 粒度試験

結果は、表4の通り。

表4 粒度試験結果

	フルイに残った 標本の重量(g)	全重量に対 する割合(%)	質量 百分率(%)
4.76mm	0	0	100.0
2.0	10.2	11.6	100.0
0.84	14.1	16.0	88.4
0.42	8.3	9.4	72.4
0.25	10.5	11.9	63.0
0.105	13.5	15.3	51.1
0.074	3.5	4.0	35.8
under 0.074	28.0	31.8	31.8

粒径加積曲線は図1の通り。

図1より

- 均等係数 125
- 曲率係数 3.67
- 土の分類名称：砂質土〔SF〕³⁾

⑥ 透水試験

- 表面排水時間4'34"
- 1st Drop 3'24"
- Last Drop — (計測不能)

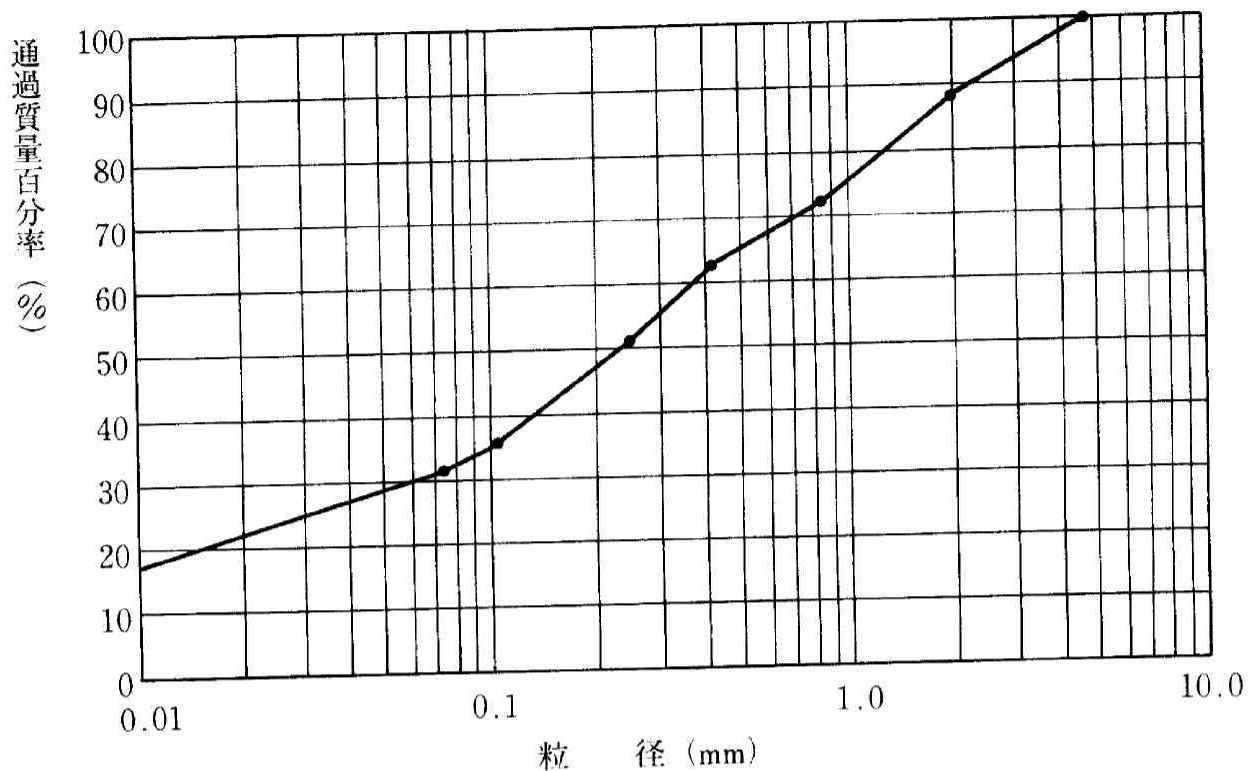


図1 粒径加積曲線

⑦ 調査票

考察にて、関連のある項目ごとに示す。

(2) 考察

① 貫入抵抗試験

北東のポイントが最も平均値に近く標本の採取場所となったが、130Lbsの値がでており表中での最大値となっているため不適切な場所とも読めるが、実際の試験では中央な南西などでは150Lbs以上の値を記録したことなどからも、中間的なポイントとして妥当であろうと判断した。北西部と南東部の値が低いのは、グランド面の利用頻度の低い場所である事とグランドへの人の動線から外れている事が原因と考えられる。とくに北西部は雑草の生えた地域に近く、足ざわりはその他のポイントに比べると柔らかいものであった。

グランドの品質管理基準によると、⁴⁾貫入抵抗標準値は陸上競技上で80~150

Lbs, 野球場で30～50Lbs とされている。この数値から本グラウンドは陸上競技場としては適当となるが、野球には硬すぎることになる。では陸上競技専用として利用するのが適当かといえ、これは合理的とはいえない。実際の利用種目は野球、ソフトボール、サッカーなどが主たるものであるから不適切なグラウンドといえる。つまりこの場合の陸上競技場とはフィールド種目にも専用の助走路があるような施設を指すもので、短い針のようなピンのスパイクが付けられた専用のシューズを履き競技する施設である。陸上競技用のスパイクは他の競技のスパイクに比べ細く鋭い物であるにもかかわらず、競技者自身の体重だけでは容易に地面に刺さり込むものでなく、走るという運動エネルギーをもらうことにより食い込ませることができるほど、走路(地面)は硬く仕上げられているものである。正課の授業では学生はゴム底のシューズがほとんどで、しかもこれほどの硬さの路面で使用する限りでは、靴と地面の硬さの組み合わせとしては不適切である。とくに陸上競技場の走路は選手がストップすることは考えておらず、これに対し野球系のスポーツやサッカーといった競技では、ストップや急な方向転換をいかに俊敏に行うかがその勝敗の分かれ目の1つとなるため、なおさら不適當な硬さであることがいえる。正課の授業以外では部活動としてこのグラウンドを利用せざるを得ないが、野球のスパイクがグラウンドに刺さらず、土をつかむどころかかえってスパイクの歯が磨かれて光輝いているのが観察されている。サッカー・シューズのポイント(スパイク)に至っては土をつかむどころか、かえって滑りやすい状況も作りかねない。

また貫入抵抗値が100Lbs 以上になると、ボールのイレギュラーが大きくなる。つまり柔らかければボールは土の凹凸を崩しながら飛ぶので、イレギュラーは小さくなる。本グラウンドは全体の平均でも100Lbs を越えており、野球系のスポーツでの使用頻度の高いところでは、頻繁に150Lbs 前後の数値もでていたことから使用目的に対しては不適切なグラウンドといえる。運動者の運動活動の観察からも、ボールがイレギュラーする様子が記録されており、観

察していても大変危険な感じを受けた。

調査票では「グラウンドの凸凹が気になったことがあるか」という問に対し64.3%が「よくある」(27.8%)「時々ある」(36.5%)と答え、問題の存在を示した。また「それを感じた状況」に関しては「水がたまっている」37.2%、「ボールがイレギュラーする」30.8%、「走りにくい」24.5%、「怪我をしそう」15.8%が主な回答であった。かなりはっきりとした状況を体験した結果と推察される。さらに「その凸凹はグラウンドのどの辺ですか」の問に対し五者択一として「どちらかというと周辺部」「どちらかというと中心部」「全体的に」「ある一部」「よく覚えていない」の中から選択させた結果、「全体的に」(29.6%)を選択した者が最も多く「グラウンドの凸凹が気になったことが“ある”」とした者の中の約半数近くであった。管理者、試験データ、利用者の一致が確認できる。

② 剪断抵抗試験

前述に同じ品質管理標準値によると、陸上競技場における晴天時の計測では4.0~7.0kgが適当であるとされている。この試験に関する標準値はこの陸上競技場のものしかなく、いかに陸上競技が路面の硬さに影響されるスポーツであるかが推察される。

これほどの硬さを必要とする陸上競技場の標準値は、学校グラウンドにおいては参考にはできない。

先行研究によると、小学校では平均で 2.61 ± 1.45 ¹⁾kg、中学校では平均で 3.05 ± 0.81 kgと中学校の方が高い傾向を示している($P > 0.05$)⁵⁾。これに比べ本グラウンドでは、最高値でも 2.58 ± 0.59 kgと小学校の平均を下回る。

図2は剪断抵抗と貫入抵抗の関係を表したものである。小学校、中学校の貫入抵抗と剪断抵抗の関係を示す図にプロットすると貫入抵抗は非常に硬いがその割に剪断抵抗が硬いとはいえないことが分かる。つまり縦方向の硬さの割には横方向の力にはもろいことを示す。

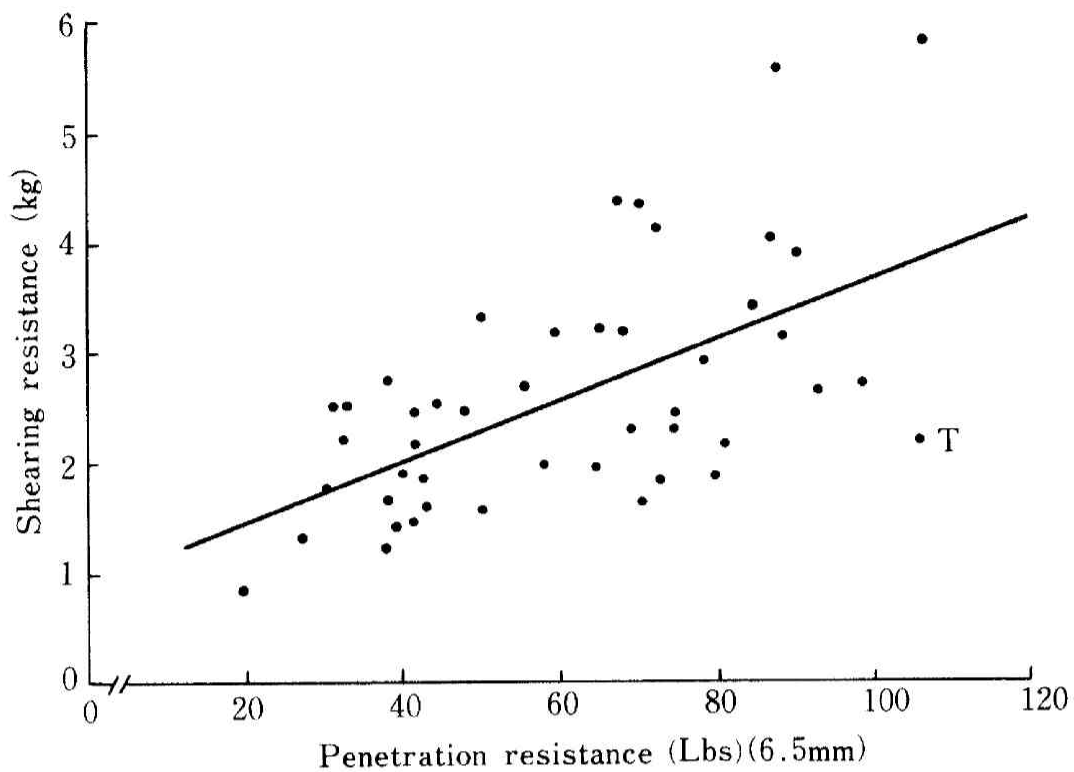


図2 貫入抵抗と剪断抵抗の関係

(・は小学校と中学校のデータ, Tは研究対象)

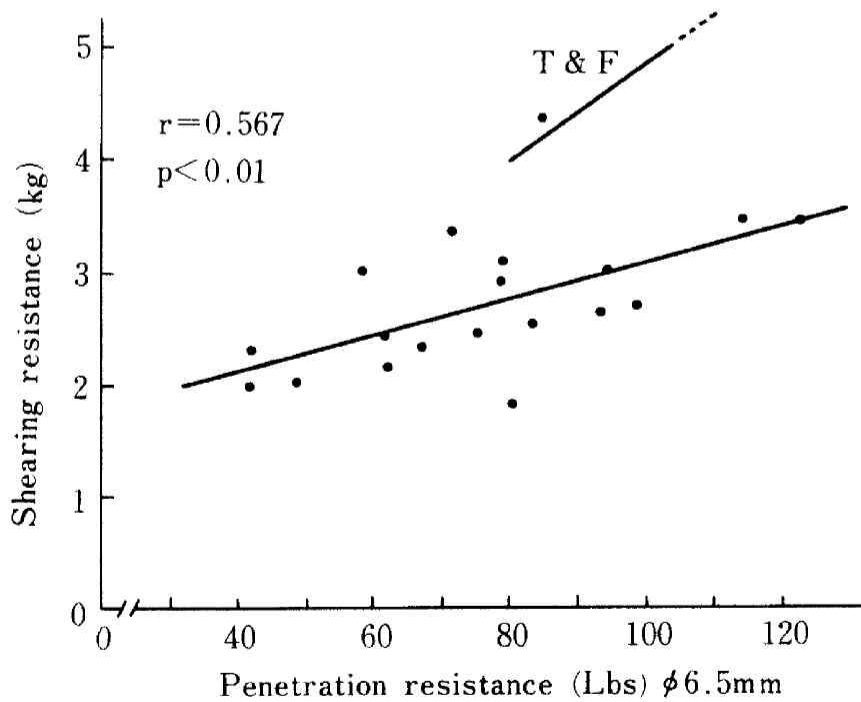


図3 貫入抵抗と剪断抵抗の中学校と陸上競技場との違い

(・は中学校のデータ, T&Fは陸上競技場)

前述の陸上競技場の標準値をこの関係図に表したのが図3である。富田ら⁵⁾による貫入抵抗と剪断抵抗の関係を示す回帰線とはかなり異なり、図の範囲でいえばY軸の上方部で且つ右上がりのきつい回帰線となることが分かる。つまり学校グラウンドに比べ剪断と貫入の硬さの関係がより強い回帰線を示すことになる。このことから陸上競技場専用の舗装と学校グラウンドの舗装は、強度的に異なる必要があることが確認できる。

③ 弾力性試験

施工業においては一般的な計測ではなく、比較の資料がないため言及はできないが、先行研究⁵⁾との比較においては、あまり差異はみられない。弾力性には問題はないものと推測する。

図4は、先行研究¹⁾⁵⁾のデータから弾力性と貫入抵抗の関係を示したものである。回帰線の付近にポイントがありこの資料の中では一般的と見られる。

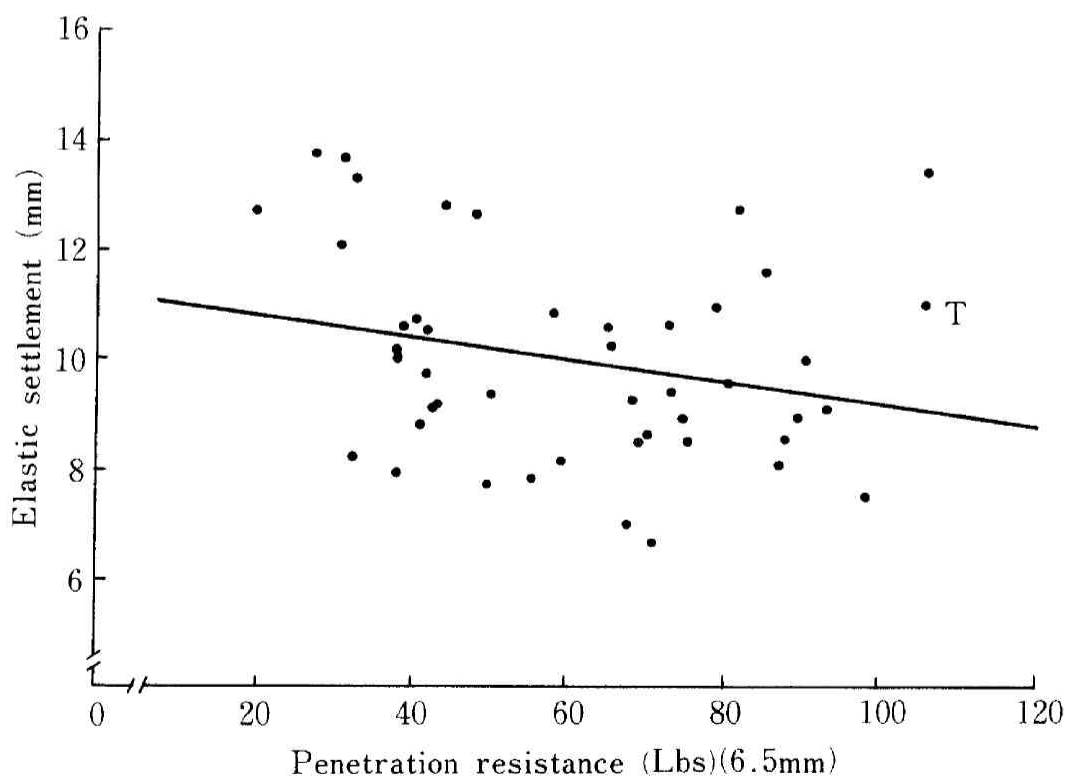


図4 貫入抵抗と弾力性の関係

(・は小学校と中学校のデータ，Tは研究対象)

④ 含水量試験

試験日やその前日の天候にも影響されやすいデータではあるが、地中の水分量は、土の硬さや砂ぼこりと大きな関係がある。

図5は含水比と貫入抵抗の関係を表したものである。含水比が高い割に縦には非常に硬いことを示している。

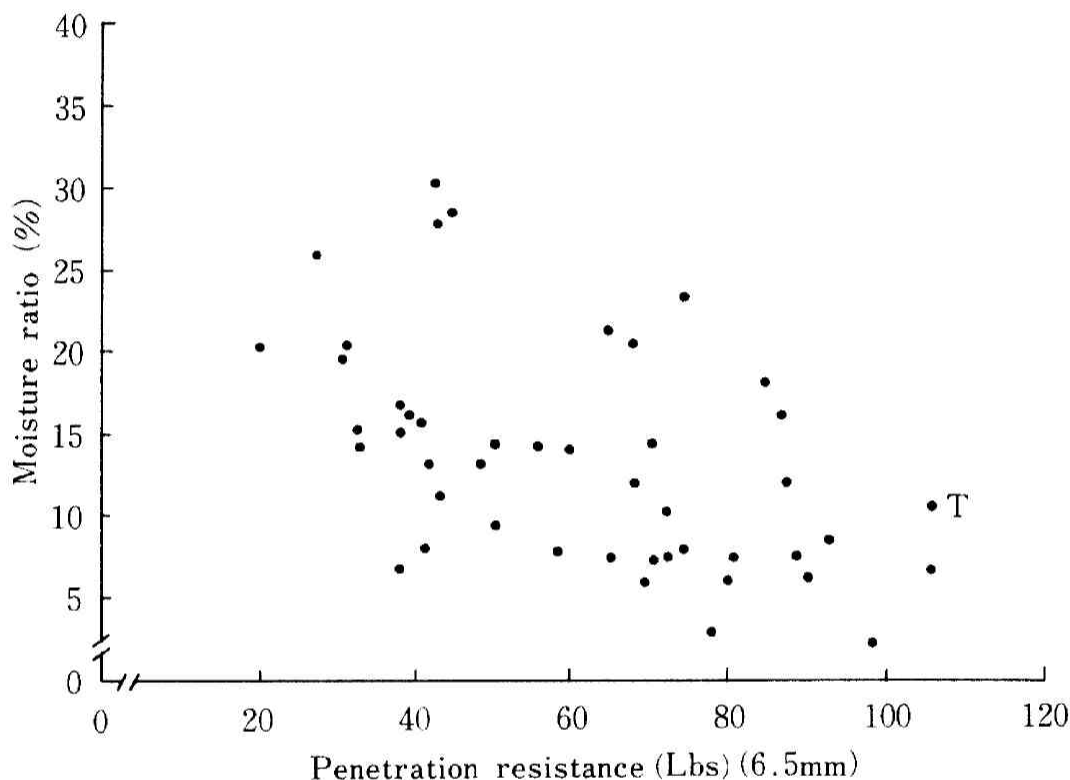


図5 含水比と貫入抵抗の関係

(・は小学校と中学校のデータ，Tは研究対象)

このデータのみで何かを判別することはできないが、先行研究⁵⁾では中学校の平均値は $5.57 \pm 2.8\%$ であり、それに比べ含水量が多いといえる。試験日及びその3日前までの気象条件等は先行研究ともほとんど同じであったことから、その差の原因は次に述べる土質によるものと考えられる。

⑤ 粒度試験

粒度加積曲線からは、他のグラウンドに使用された土⁶⁾に比べ粒径 0.078mm 以下のいわゆるシルトと呼ばれる土の割合が多いことが分かる (図6参照)。

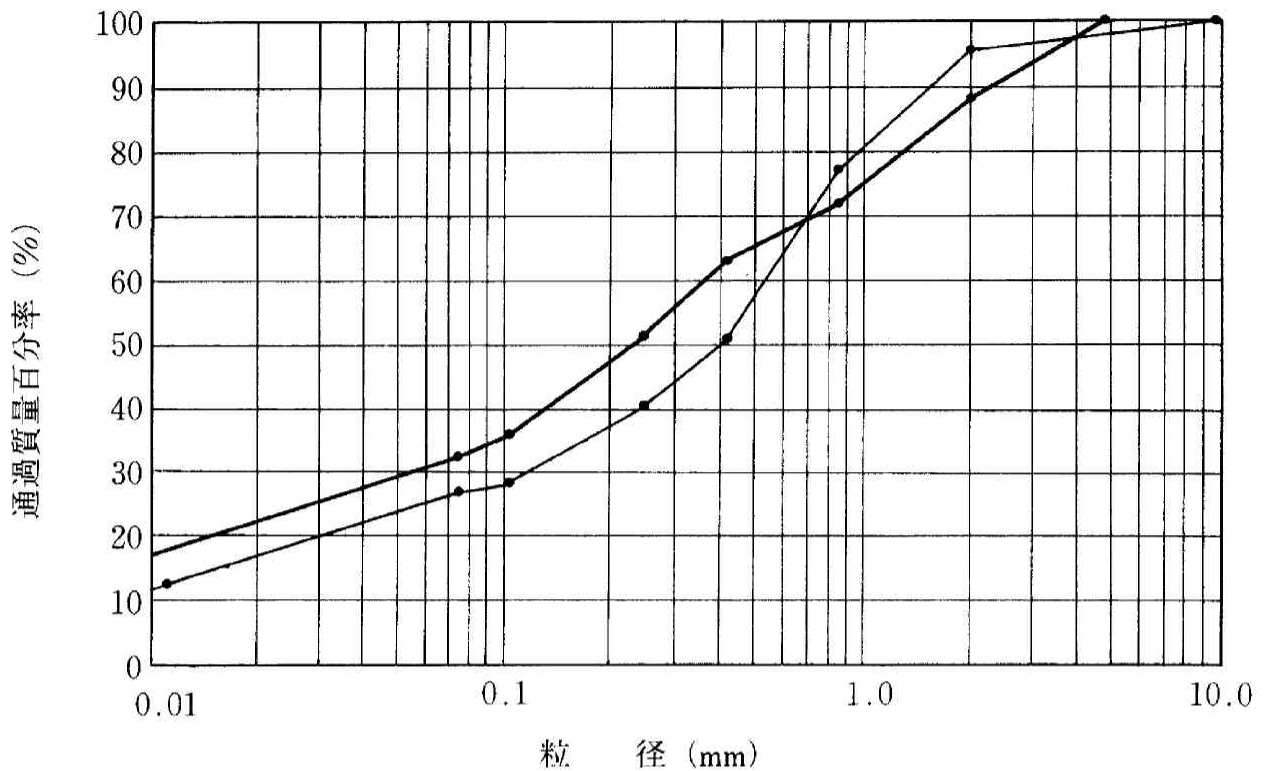


図6 標本の土と他のグラウンドに使用された土の粒径加積曲線の違い
(太線が標本の土, 細線は他の土)

粒度分布の広がりを示す指数である均等係数は、10以上の場合その「粒土分布がよい」とされるが、⁷⁾125は「よい」とされる。曲率係数は、粒度分布が階段状である場合1～3が「粒度分布がよい」とされるため、3.67はよいとはいえない。統一分類法では、この両方の係数が「よい」と満たされる必要があり、総合的判断としては「粒度分布がよい」とはいえない。原因としてはシルト以下の粒径の量が多いからと推測する。

シルト粒径によって分類された土の名称で、腐食土（腐った土）とも呼ばれる臭いのする土で、一般的には10ミクロン程度の大きさの土とされる。粘土の次に荒い粒径と分類され、水を吸い込むと凝結力や粘着力が無くなり、石灰やセメントなど人工的に操作しなくては土木建築工事に耐えられるような支持力をもたない。またこのシルトの構成比の高い土（シルト質□□、□□シルトと呼ばれる土）が水分を放し乾燥するためには、他の土に比べ3倍以上の時間がかかり、処理しにくい状態が長く続き、厄介な土とされている。

このことから、これが多く含まれることも排水能力の低下に影響していることが推察される。

また水を吸き込むと凝結力や粘着力がなくなるということは、地面が乾ききる前にそこで運動してしまうと大きく深い足跡が残ってしまう。そしてそのまま固まり、ボールがイレギュラーする原因となる。

前掲で貫入抵抗値が高く土が硬いことを述べたが、土が硬いということはシルト以下の粒径の土が多いからであり、乾きやすい地表面では風で舞うような粒子が多いことになる。現状と符合する事が確認できる。

調査票で「グラウンドの砂ぼこりが気になったことがあるか」という問に対し38.8%が「ある」と答えた。主な状況としては「鼻や口の中が汚れる」12.9%、「髪が汚れる」15.0%、「目が痛い」19.9%であった。またその要因としては「気になった人」全員が「風が吹いたとき」をあげ、「動いている人の足」によって舞い上がることよりもはるかに大きな要因としている。これは風の吹きやすい時期の風向きや防風・防砂林の問題も示唆する回答である。

⑥ 透水試験

本グラウンドは排水性が悪く降雨後2日間使用できないと報告されているにもかかわらず、1st Dropが表面排水よりも早く現れているのは、透水試験では乾燥させ各粒子の間が一度切り放された土を試験管内で一定の転圧で固めることから、現状の締め固めを再現できていないことによると推察される。従って石灰やにがり等によって意図的に締め固めの処理がなされているものと推測される。またLast Dropが計測されないのは、1st Dropが最初で最後の水滴であったためである。このことから、ある一定量以上の水分は下に透すが飽和量以下の水分は抱え込んでしまう特性があることが分かる。表面張力や毛細管現象によるこの特性は、水分を下に落とさないと同時に空中にも蒸発させにくいことから、排水性を悪くする原因になるであろう。この特性をもった土がどの程度の深さまで使用されているかは分からないが、こ

れが深い場合や地下の暗渠に効き目がない場合は、抜本的な改修が必要になるろう。

調査票からも「水はけが悪い」32.7%、「良くない」42.6%とネガティブな意見が全体の75%を越えている。そして「水はけの悪さをどの様なときに感じるか」の問に対し、「雨上がり」70.8%「日陰」11.4%と全体的な水はけの悪さに片寄っている。またグラウンドの凸凹が気になると答えた64.3%の学生のうち、「それはどのようなことか」に対し37.2%が「水が溜まっている」と答えている。

4. ま と め

貫入抵抗に関し、一般的に施工現場では良い条件で転圧しても30Lbs程度で、石灰岩やダスト等を混入しても40Lbs前後が最大とされるため、本グラウンドの場合は意図的に固められたと推察する。意図的に固めることはメンテナンス経費と労力を削減するが、いずれにしても全体的に縦方向に非常に硬く、安全管理や教育的配慮から見て使用目的には不適切と考えられる。

貫入抵抗の硬さの割に、剪断抵抗が比較的柔らかい傾向にある理由は明確にできなかった。

弾力性には、問題はない。

排水能力と排水施設には問題がある。表面排水については、施工時の仕上げの有無の確認はできていないが、たとえ適切な施工がされていてもグラウンドの周囲は排水できる構造になっていない。グラウンドの周囲には排水溝が施されているが、このU字溝の壁が地面から突出しグラウンド・レベルよりも5～10cm高くなっており、普通の降雨では意味をなしていないからである。一般的に排水全体の30%が表面排水で70%が地下（暗渠）排水であることから、このグラウンドのように表層の土質は地下排水が期待できなく、且つ表面排水もできないことがグラウンドの乾きを悪くしているものといえる。

暗渠に関しても、その施工状況等を施工要領書または設計図にて確認しようとしたが、関係書類が紛失しておりできなかった。地形、土地の目的や周囲の排水溝施設からして暗渠はなされていないものと推察されることから、早めに確認をすべきであろう。

またこれとともに、粒度配合の見直しをすること、そしてその結果から必要な材料（例えば黒土と川砂）を適量加え、混合切り返しを行い、転圧することが必要であろう。

以上述べてきたこととその他の観察結果との総合判断、及び本グラウンドの今後の課題は以下の通り。

- 一、何らかの散布または混入による意図的な締め固めにより、縦方向に非常に硬く、安全性、教育的配慮に欠ける点は問題である。
- 一、横方向の硬さと弾力性には、問題はない。
- 一、粒度分布でシルト以下の細粒土の割合が多いことは、水を透さない、乾きにくい、乾くとほこりが立ちやすい、硬くなりやすいといった原因となり、施設稼働率・安全性・衛生管理の面での問題がある。
- 一、安全性と表面排水のために、排水溝上部とグラウンド・レベルを合わせる必要がある。
- 一、以上を補修するために、以下の作業が必要になる。
 - ・暗渠の状況の確認。心要ならば暗渠のやり直し。
 - ・現状高低測量による不陸のチェック。
 - ・粒度配合の現状チェックと、改善のために混合すべき材料の質と量の決定。
 - ・排水溝（側溝）とのレベル合わせを含む、不足材料の充転・混合切り返し作業と基盤整正及び仕上げ。
 - ・北側防風林と校舎（南側）への防砂林の再検討。

本研究のために行う試験が、なるべく何らかのかたちで現場にフィードバックされるべきと考えた。そのため最終目標である「基準値」に関わること

とは少し方向性を異にしながらも、意識的にまとめの中に「本グラウンドの課題」を含めた。今後はこの調査方法によるデータの一般化を目指すことが「基準値」作成へのステップとなる。もちろん試験方法の見直しの意識は必要とも思われる。現場の経験的積み重ねという点で優る施工者の意見も取り入れるべきであろう。「土」と取り組むことは非常に難しいし、体育の立場の研究の分野としてはまだ日が浅いが、まずは先人や経験者の結論・判断・意見を重視しそれに沿った方向性を見いだす必要がある。

いずれにせよ善し悪しを探る目的は、より良い教育環境を作り出すことである。現場の改善を心がけることが大切なのであり、教育現場におけるサービス享受対象者が2～4年間しか在籍しないことから、なるべく早い段階での判断と行動が必要となろう。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、長永スポーツ工業株式会社・技術部：北沢民男氏、同：後藤正臣氏、同・営業部：坪内隆幸氏、株式会社松村組：金田毅氏、同：斉藤保彦氏、株式会社近藤工務店・土木部：嶋谷之臣氏より再度にわたりご指導を頂いた。またこのほかにもたくさんの方のご助力を頂いた。あらためて深く感謝を捧げる次第であります。

注及び参考文献

- 1) 丸田巖・山田良樹・富田幸博「小学校グラウンドの硬度に関する研究—長野県北部地区において—」日本体育大学紀要17巻2号, 1988, pp.43-48。
- 2) ・貫入抵抗試験, ・剪断抵抗試験, ・弾力性試験, はいずれも土の硬さを見る実験で, 貫入と剪断は土の“つながろうとする力”を見る。貫入抵抗は縦の力に対する抵抗で, 剪断抵抗は地中の横の力に対する抵抗力となる。しかしいずれも陸上競技用スパイクピンをモデルに考えられた実験器具なので, 学校グラウンドの測定には適当であるとはいえない。ただ, このほかにこうした実験に適当な器具が見あたらないため, この方法がとられることになっている。弾力性

は、表層のみでなくある程度の地中の硬さを知る方法の一つである。

- 3) 能城正治・林田師照・安川郁夫「土質力学の基礎」技報堂出版, 1987, pp. 29-31。
- 4) 日本体育施設協会屋外体育施設部会編集「屋外体育施設の建設指針—各種スポーツ施設の設計・施工—」体育施設出版, 1990, p.196。
- 5) 富田幸博・山田良樹・丸田巖「中学校グラウンド硬度に関する研究—小学校グラウンドとの比較検討—」日本体育大学紀要20巻1号, 1990, pp.43-48。
- 6) 前田純一・杉浦全・大森輝幸・平野富士信「材料試験報告書」株式会社土質工学研究所, 1986: この資料の均等係数は100, 曲率係数は4.7であった。山砂(石川県・クリカラ)と山砂(福井県・織田) 5:5の混合土。
- 7) 三宅政光「土木実習1(改訂版)」実教出版, 1995, p.174。