



運動場の改良に関する研究(第1報)

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2012-11-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 滝波, 武 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00000872

運動場の改良に関する研究 第(1)報

滝 波 武

北海道学芸大学札幌分校体育研究室

A study on the improvement of Play Ground No. I

Takeshi TAKINAMI

Faculty of Physical Education, Hokkaido Gakugei Univ., Sapporo Branch.

序 論

近年、教育や社会生活において、生活構造様式の変化から体育活動の重要性が認識され、体育的環境の整備充実が重要視されてきており、施設用具の改良が著しく進んできている。しかし運動場についてみるに、その数は驚威的增加を示しながらも、単に、地ならしをする程度のものや、運動場作成後の維持、管理に考慮が払われていなかつたり、維持管理し易い構造を考慮して作成されていないために苦しんでいる場合が多い。

運動場は、広大な地域を必要とし、また、自然の制約を受け易く、莫大な経費を必要とするために特別な改良方法が発表されても着手できない事も原因になるであろう。しかし真に、体育やスポーツの日常化を考え、その発展を希望する場合に、極端に天候に支配される運動場や、競技者が充分能力を発揮できないような悪条件な場所や、負傷者の出易い不完全な運動場などのために、競技者や運動愛好者の不満や、体育教官や管理者が、管理の責任をまかされて苦勞しているのが実態であろう。このような実態は、体育やスポーツの振興発展の上に、大きな障害になつてゐる事は否定出来ない事実である。

このような隘路を打開するために、本研究は、運動場の、合理的構造や材料を調査し、その機能を最大限に発揮させ、維持、管理を経済的ならしめる方法を、確立する事を最終目的としているがそのための研究方法としては、既設運動場の土質や構造を明らかにしていく方法を採用して調査研究し、それを集積してある範囲内の構造や土質、硬さを決めていくもの、今一つは、人間の身体活動を、キネシオロジー的な力学分析を行い、それを、土質力学と対象させながら、構造を理論的に追求していく方法の二つが考えられる。本研究では、主として前者の立場で行つた。

調査研究した運動場は、野球場、庭球場、陸上競技場であるが、実際の運動場は、多種類の競技に使用されており、単純化した過程で、また組合せで調査項目毎に良否を判別推定する事には異論があろうが、今一応の調査結果を得たので、ここに発表する次第である。

まず第一節から第三節において、運動場表土の安定と表土の種類、構造を調査し、その実態を明らかにした。第四節では、運動場表層の直接的な硬さの実際を調べ、野球場、庭球場、陸上競技場の適当な硬さの範囲を呈し、2、3の測定法を考察し、それらの関係を算出して実際の適用に供してみた。

以下これらの項目について評述していくが、各節は、それ自体、独立したものである。また同時に、相互に関連をもつものであるが、現在調査中の含水比、塩分残留、滲透、透水、硬化速度などについての一応の結論がなされなければ総合判定が出来ないので、一応、第1報の報告形式を採用した事を断つておく。

第一節 従来の研究概要

競技場は、西洋体育史によれば、古代ギリシヤの頃から作られ、直線的走路とスタンドをもち、直線走、折返し走、長距離走などが行なわれていたようである。また東方オリエント諸国では体育訓練所を設けて身体訓練を図っていたといわれる。ギリシヤ競技は、ローマ競技に影響を与え、ローマ人の秀れた土木工事能力と、人心収らん術の必要から、大競技場と呼ばれる木製スタンドと水平トラックを作りあげた。これは長さ2,000フィート巾、600フィートあり、スピナと呼ばれる中央の近い柵を廻つて戦車競技を行つたが、38万人を収容したといわれる。

円形競技場では、一騎打や流血の演技をみるために、アレナのまわりに階段状の木席を作つたりこの中に水上演技として水を満たし、船を浮かべて、模擬海戦を行なつている。後年、座席は大理石で覆われ、64の出入口をもつた9万人を収容する大競技場が作られた。

これらの形式は、スペインの闘牛場におもかげを残しており、競技場形式としては、近代フットボール場に影響を与えたが、現在の運動場の形式は、何らかの形で、ローマ競技場形式の影響をうけているといえよう。

近代スポーツは英国で復活したが、陸上競技場は、1哩レースの影響をうけて、それを基準として $\frac{1}{4}$ 哩の競技場が作られたものと考えられる。オリンピック競技の復活と共に各国のスポーツは再び隆盛をみるに至り、競技場が作られ、形式として、ローマ競技場形式で建築されてきているが、それと同時に競技場そのものの機能を發揮させるために運動場の構造の研究が一部に行なわれ始めたのである。

我が国の運動場の大規模なものは明治神宮外苑競技場の作成から始まつた。この競技場は、シカゴ大学の競技場を参考にして作成されたものといわれている。この時以来、運動場の研究が始められ、大正13年、明治神宮造営局が最初の実験報告に基づいて明治神宮外苑競技場を作成したのである。この時の走路構造は上層15cm(炭がら・土・砂)中層12cm(0.75~0.25cm径の完全燃焼した炭がら)下層15cm(割栗石を入れ、その間に目つぶし石を入れる)となつており、下層の混合比は、始め、伊豆火山灰4、関東ローム5、砂1の割合としたが、うまくいかず、混合比を、伊豆火山灰55%、関東ローム30%、砂15%にして作成したといわれている。

ついで昭和15年、第12回、東京オリンピックのために結成した科学施設研究会の中で土質力学的研究が始められ、全国各地の陸上競技場の土を調査し、この時には、アンツーカーに対しても研究がなされていたようである。

この事は渡辺貫氏の報告に詳細に記載されているという。

外国でも、試験走路を作り、上層を粘土、シルト、砂、石炭ガラなどを混合して、硬度、透水、維持能力などを調査している事が報告され、フランスの庭球コート作成のためのアンツーカーの発表などがある。

近年になつて各国のオリンピックスタジアムの走路用土の粒度分析から、標準粒度の分布範囲を決定したりして、土質力学的研究に注目が向けられてきているが、更にケンタツキー大学でのラバー・アスファルトトラックの作成過程が報じられたり、オルガナイトコートやレイコールドコートなどの多様な形式が次々に打出され始めている。

第16回、東京オリンピックに備えて、日本では走路委員会が結成され、走路の構造、弾性などに検討が加えられ始めているが、すでに第3回、アジア大会の主競技場作成について土質研究委員会が結成され、その主動的役割を果たした。京都大学農学部造園学教室、新田伸三氏の“運動場走路の構造に関する研究”の労作が発表され、一步前進をみている。

第2節 既設運動場の構造調査

1. 運動場用各種表層材について

初期の運動場は、敷地を平坦にならして自然のままに使用してきたが、降雨や霜どけ、融雪などで軟化したり、泥状化したり、晴天が続くと硬化し、風で砂ぼこりが立つなどして、運動す場合に良コンディションを保つのに困難なことが多かつた。そこで、自然土に砂を混ぜたり、保水性や弾力性をもたらせるために、石炭ガラを混合したりして、自然舗装から混合物(シンダー)舗装へと進歩してきた。更に進んでコンパウンドされた炭化物へと進み、更にアースラック、コンクリートなどの舗装が行われる様になつている。

今ここに、その種類をあげれば次の如くに大別できよう。

サ ン ド	砂を主材とするもの
ク レ イ	粘土を主材とするもの
シ ン ダ ー	石炭ガラを混合するもの
アンツーカー	特殊粘土の焼成物を主材とするもの
コンクリート	コンクリートを主材とするもの
アスファルト	アスファルトを主材とするもの
ウ ツ ド	木屑を主材とするもの
貝 が ら	貝ガラを主材とするもの
草のせんい	牛馬糞を乾燥処理して主材とするもの
ロ ー ン	芝生を主材とするもの

以上のうちで、貝ガラは、マニラなどで、草のせんいは印度などで使用されているといわれている。

日本で多く使用されているのは、シンダー、クレイ、アンツーカー、等であるが、近年になって昭和33年のアジア大会主競技場としての国立競技場などは、ネオ、アンツーカー、久我山朝日生命コート、オルガナイトコート、東芝や本郷学園のレイコールドコート、更にはアースラックや、プラスチックコートなどが作られ、表層用として各種の高分子化合物が使用され始めているが、アンツーカーを除いて、未だ一般化されていない。

今日代表的表層材の特性と欠陥をあげれば、次の如くなる。

(1) クレイ

クレイは庭球コートに使用される場合が多い。粘質土を主材とした表土であるが、粘土質のために、降雨の際に軟弱泥状化する弱点をもつているが、附近の自然土を利用できる経済的利点をもつ。また粘土質であるために比較的地盤が安定し、締固めが容易であるので、学校などの、管理にあまり出費や労力を割けないところでは多く使用されている。関東では、特に霜柱や締固めに苦痛する事が多いので、アンツーカーの締固めの難しさから、近年になつて、改めてその価値が高く評価され、クレイコートに改造されている例が多い(久我山朝日生命など)が、表土回復を早めるために、下層の作成に充分な配慮が必要であろう。

(2) シンダー

現在、日本にある大部分の陸上競技場は、シンダー舗装である。これは自然土で舗装した場合に降雨の際軟弱泥状化するのを防ぐために、透水をよくし晴天で硬くなるのを防ぐために石炭ガラを多孔質を利用して保水性を保ち、可塑性をもたらせる事を目的として、砂質粘土に細石炭ガラを混合したものである。標準的なものとして、砂質粘土(3mm以下)と細石炭ガラ(6mm以下)を混合するが、その配合比は粘土含有量に応じて混合比を変化させる。その利点として粘着力もあり

好記録も期待でき、経費も安い。国立競技場のフィールド助走路はシンダーであり、その上に僅かにアンツーカーを置いたのは粘着力と、セン断抵抗を増加させて地盤安定をはかり、色彩を考慮して処理したものと考えられる。但し現在では、石炭から石油、または電気に代わるエネルギー革命のために、良質の石炭ガラ（6,000 Cal 以上の石炭ガラ）が仲々入手できない上に、混合材の比重が異なる事や間隙が大きくなり、霜柱が立易くなつたり、且、石炭ガラの多孔に吸着した水分などのために、降雨や霜等によりその都度若干浮上したり沈降したりして当初のコンディションを長く保持することが困難になり、3~5 年毎に舗装面を掘返して大修理をする必要がある。また、クレイと同様に、表層のシルトが風で飛ばされたり、雨で流失したりして表層が破壊される事、また中下層に粘土の微粒が沈降して栗石の間を埋めて透排水能力を低下させるなどの弱点をも併せもっている。

(3) アンツーカー

庭球コートはクレイが多いが、粘土を主材としているために、含有水分が多いと軟弱化し易い欠点がある事は前に述べた。

そこで、フランスでは、煉瓦の粉が、透水性がよく、保湿性を持つことに着目し、テニスコートの舗装材として製造するようになった。これがいわゆる、アンツーカーである。アンツーカーとは英語の IN ALL CASES と同義語の、仏語 EN-TOUT-CAS から転じて、晴雨両用傘の商品名の意で晴雨いずれの晴にも使用できる上の意味で名づけられたものといわれている。これは、粘土に菱苦土をまぜ、ニガリ液で練り、煉瓦位の大きさに固め、800~1000°C の高温で焼成し、粉碎した多孔性砂状の、赤褐色の焼土である。主成分は、珪酸 SiO_2 、アルミ Al_2O_3 、苦土 MgO 、酸化鉄 Fe_2O_3 、その他で、適当な含水比で強度な安定性をもつといわれている。これは多孔性であるから水分の吸着、保水、透水性がよい特長を持つているが、スパイク引倒し試験などによる即物的セン断抵抗試験によつても、セン断抵抗が弱く、粘着力や弾性がない事が弱点であり、且北海道では、冬期、地盤とアンツーカーの間が 1.5cm 位離れて凍上（札幌中島庭球場）している事からみて、北海道では締固め、輾圧に相当な注意する必要がある。

1928 年、アムステルダムオリンピック競技場に施行されてから急速に普及しているが、一般に西欧のアンツーカーは、日本のものに比して硬いといわれる。日本のアンツーカーは、その点軟いために粉状化するのでこの点、硬めのアンツーカーを作るべく、この点の改良に現在着目してネオ、アンツーカーを作成したが、粒度が粗いだけで、硬さについては解決していないといわれる。

なお1936年のベルリンオリンピック競技場は、アンツーカーであるといわれていたが、国立競技場岡崎太郎氏の手許にある標本をみると自然土のようである。これは岡崎氏も同意見であつたが、グラウンド構造にみられるように表層にわずか 0.5 cm のアンツーカーを数いて色彩感覚を盛りあげたものと考えられる。

日本でのアンツーカー工事施行は、大阪ガス社長、故片岡直方氏のコートに試用したのが最初でその後昭和11年甲子園庭球場、13年中モツ庭球場、14年中モツ陸上競技場に用いられたように、関西から普及し、戦後は主要陸上競技場、庭球場の表層材料と使用されているが、後樂園野球場のバツクネット附近にも一部使用され始めている。

(4) その他の表層材

高分子化合物や道路舗装材が、表層安定に、主として庭球場に使用され始めている。オルガナイトコートは、木屑を特殊な接着剤で固めたもので着色も自由であるが、冬期霜柱のために表層が剝離し未だ実験域を脱しない。

アースラック、レイコールレコート等も、施行法が一般化せず東京附近で一部実施されている程

度でその効果については断定を下せない。

これらのコートは、オールウェザーコートとして、今後着目され、一般化していくものと考えられるが、アメリカの工法が日本に移入されるにつれて、表層材は自然土から、化学処理法に変わっていきつつあるのが現況である。

2. 競技別運動場の表層材について

運動場表土舗装は、競技の種類や、性格によつて差がみられる。ここでは、硬式野球、陸上競技硬式庭球について述べる。

(1) 野球場

野球を行う場合、表土粒度が大きければ、球の破損が多い。粘土性であれば硬化し易く球速が早くなり、野手の守備が困難になる。また、スパイクで剝離した表土が団粒硬化して石のような状態になつて不規則バウンドを起したり、スライディングなどの場合負傷し易い。また、球が白色であるために、色彩明を明確にする必要がある。

夏は、日光反射が強く、目が疲れたり、目がいわゆるちかちかするのを防ぐ必要がある。

このように硬さ、色彩に加えて透排水を良くし、雨天や降雨後の運動場維持や恢復をも考え、常に適度の硬さや湿度を保たなければならぬ。このような理由から、プロ野球を多く開催する球場では、腐殖土に、砂を混合している。また、この混合比は、砂が極めて多いために、砂ぼこりが立ち易い欠点をもつているが、これを押さえるために、水を多量に使用している。(川崎球場1日の業務用水費用1,000円~1,500円) 表土の混合比は次の如くなる。

表1 野球場表土混合比

球 場	球 団	混合比	色彩	採 取 場	芝 生	備 考
西 宮 球 場	阪 急	黒土 2 砂 1	黒	京都府亀岡 瀬戸内海海砂	高麗 土に小 量の砂を混 じて散布す る	競輪を行うので表土や芝生 が損われ管理に苦勞が多い
甲子園球場	阪 神	黒土 3 砂 7	黒	兵庫県日本原 海砂	ク 黒土のコ スト高のため 砂を散布す る	4月, 黒土3 砂7 5月, 黒土4 砂6 6月, 黒土5 砂5
後樂園球場	巨 人	黒土 7 砂 3	黒	川越	ク 黒土3砂 7の割で散布 する	粒土量によつて 7:3 6:4 8:2 5:5 などの配合をそ の都度行う
神 宮 球 場	東 映 六大学リ ーグ	黒土 6 砂 4	黒	調布 利根川取手附近	ク	溝の口の黒ぼかとよんでいる 粗砂と細砂の中間
川 崎 球 場	大 洋	黒土 6 砂 4	黒	横浜 江戸川の砂	ク	1962年は鬼怒川の砂を用い た
札幌円山球場			赤 褐色	荒井山	ケンタッキー 黒土散布	粘土質で比重重く硬くなる 傾向あり

(2) 陸上競技場

陸上競技の場合、晴雨にかかわらず競技が行われるために、表土は、透水、保湿性のよいもの、スパイクの跡の崩れぬもの、弾力のあるものなどが考えられているが、日本では、シンダートラックと、アンツーカートラックの二種類ある。2, 3 の例をあげれば次の通りである。

運動場の改良に関する研究 第(1)報

表2 陸上競技場表土

競技場名	種類	色彩	備考
国立競技場	ネオ アンツーカー	赤褐色	現在、東京オリンピックに備えて改造中であるが表土は決定していない フィールドシンダーの上にアンツーカーをまく
宮城競技場	アンツーカー	ク	フィールド シンダー
横浜三沢競技場	アンツーカー	ク	
札幌円山競技場	シンダー	やや赤褐色	砂質ローム 石炭がら
名古屋 瑞穂競技場	シンダー	ク	石炭がら 6赤土 4

表3 庭球場舗装

競技場名	種類
芦屋国際ローンテニス	アンツーカー
甲子園庭球場	アンツーカー クレイ
住友銀行甲子園運動場	アンツーカー
久我山 朝日生命コート	アンツーカー クレイ オルガナイト
東芝庭球場	アスファルト レイコールド
パレスコート	クレイ, アンツーカー

(3) 度球コート

度球は降雨の際にプレーが中断する。しかし、雨があがれば直ちにコートが使用できる状態になる事が望まれる。また球のバウンドの変化、スリップ、硬さなどについて要求度が高く、表層舗装は極めて難かしい。また、他の競技場に比して、コートの面積が、狭い関係もあつて各種の舗装が行われている。

3. 既設運動場の構造断面について

運動場の構造は、表層を適度な硬さと弾性、保湿性、透水性を保つために、いくつかの層に分けて作る必要がある。この層はそれぞれの運動場の立地条件によつて異なるが、一般には3—4層位に作成されている。標準的なものとしては、3層であり、例えばシンダートラックでは混合土3—6cm、中層は0.75—0.25cmの石炭ガラを10—20cm、下層は割栗石10—30cmの厚さに敷いて輾圧したものが多し。以下、内外の著名な運動場の構造を図示すれば第1図の如くなる。

第1図 A 陸上競技場走路断面図

国立競技場 a		福岡平和台 c		千葉県営競技場 e	
アンツーカー	5cm	アンツーカー	6cm	表層用シンダー	6cm
石炭がら	25cm	石炭がら	9mm以下 8cm	石炭がら	18cm
大島砂利	20%	ク	9~15mm 8cm	シンダー塊	10cm
玉石	20cm	ク	15mm以上 8cm	ローム	
川砂利	30%	硬粘土層			
川砂利	20cm				
松本競技場 b		横浜三沢競技場 d		慶応日吉競技場 f	
表層用シンダー	6cm	アンツーカー	6cm	ローム	
石炭がら	10cm	石炭がら	9mm以下 8cm	火山溶岩混和	15cm
栗石	10cm	ク	9~15mm 8cm	火山溶岩	10cm
河床		ク	15mm以上 8cm	ローム	

滝 波 武

金沢市営陸上競技場 g	
アンツーカー	6 cm
石炭がら	15cm
栗石	10cm

宮城野競技場 h	
アンツーカー	5 cm
石炭がら	25cm
栗石	20cm

札幌市円山競技場 i	
表層用シンダー	7 cm
石炭がら	15cm
栗石	30cm

門司市競技場 j	
アンツーカー	5 cm
石炭がら	15cm
細石層	

朝日生命久我山コート a	
1. ※ 1. オルガナイト	2 cm
オルガナイト	2 cm
石炭がら	15cm
ローム栗石	20cm
※ 1. 緑色	
2. アンツーカー	3 cm
石炭がら	15cm
栗石	20cm
3. クレイ	5cm
石炭がら	15cm
栗石	20cm

第一生命仙川コート b	
クレイ	5cm
石炭がら	15cm
栗石	20cm

住友銀行甲子園コート c	
アンツーカー	3cm
石炭がら	15cm
栗石	20cm

富士製鉄広畑競技場 k	
山土, 石炭がら	2.5mm 以下 5 cm
石炭がら	2.5mm以上 5 cm
鋳サイ	5 cm

ベルリンオリンピックの競技場 l	
※ 1.	0.5cm
※ 2.	2mm
※ 3.	2.5cm
細石炭がら	
12mm以下	5cm
粗石炭がら	
20~30mm	8cm
粘土	
石炭がら	12~20mm
※ 1. 煉瓦土 (アンツーカー)	
※ 2. 赤土 3mm以下 6 煉瓦粉 2 粘土 2	
※ 3. 赤土 7.5 粘土 (1~10mm) 2.5	

第1図 B テニスコート 断面図

甲子園国際庭球グラウンドコート d	
アンツーカー	2.5cm
石炭がら	20cm
河床層	
クレイ	5cm
石炭がら	20cm
河床層	

芦屋国際ローンテニス場 f	
アンツーカー	5cm
石炭がら	15cm
栗石	15cm

皇居内パレスコート g	
1. アンツーカー	2cm
石炭がら	
2. クレー	3cm
ローム地盤	

奥アンツーカー提案 h	
アンツーカー	
ネオアンツーカー	1~5cm
石炭がら	10~25cm
切込砂利	5~12cm
王石	10~20cm

カルフォルニア大学陸上競技場 m	
石炭がら 粘土	3 cm
石炭がら	6 mm以下 10cm
鋳サイ	6~19mm 12.5cm
鋳サイ	19mm以上 12.5cm
砂利層	

ケンタッキー大学 (1960年) n	
※ 1. ラバー, サンド	
アスファルト	1/2吋
レキセイ コンクリート	1吋
※ 2	集合体 6吋
※ 1. ラバー 27.7% サンド 52.3% アスファルト 20%	
※ 2. ケンタッキー州条項 332Aに ある標準明細書にあるもの	

クレイコート i	
砂質ローム	1~3cm
現場土 石炭がら	3~10cm
切込砂利	5~12cm
王石	10~20cm

ローン j	
芝生	
砂質ローム+化肥	3~5cm
ローム+石炭がら+化肥	10~15cm
シンダー	10~15cm
王石	10~20cm

グラスフレックス k	
表面層	1~2mm
グラスフレックス	5~10mm
水平層	15~20mm
基底層	100~200mm

第1図 C 野球場断面図

西宮球場 a		後楽園所蔵 野球記念会館基盤調査地質標本函 (三協工業KK) g	円山球場 d	
黒土 2 砂 1 (海砂)	15cm		粘土質土	15cm
石炭がら	10cm	埋土 0.000~1.150cm	石炭がら	10cm
栗石	15cm	砂利混腐植土 1.150~3.000	ローム	
甲子園球場 b		粘土 3.000~6.800	神宮球場 e	
黒土・砂	15cm	粘土 6.800~10.750	※黒土・砂	15cm
ローム	15cm	砂利, 貝殻, 混粘土 10.750~12.950	砂利	9cm
石炭がら	10cm	小砂利, 混中砂 12.950~13.300	栗石	15cm
栗石	15cm	小砂利, 腐植土, 混粘土 13.300~16.100	※黒土 土6 砂4	
後楽園球場 c		粘土 16.100~22.600	川崎球場 f	
※黒土	30cm	砂利, 粘土 22.600~23.900	※黒土・砂	15cm
川砂	10cm	砂質混粗砂 23.900~26.100	ローム, 石炭がら	
切込砂利	20cm	細砂 26.100~26.500	栗石	
王石	30cm	細砂, 混中砂 26.500~27.300	※黒土	
鉄管 A内野前面 5/8 ∠ 100有孔 } 勾 1 B内野後面 5/8 ∠ 150有孔 } 配 300		細砂 27.900~30.000	土6 砂4	
※土6 砂4 1962年約7cm黒土を加える		後楽園球場の層断面と無関係		

4. 給排水施設について

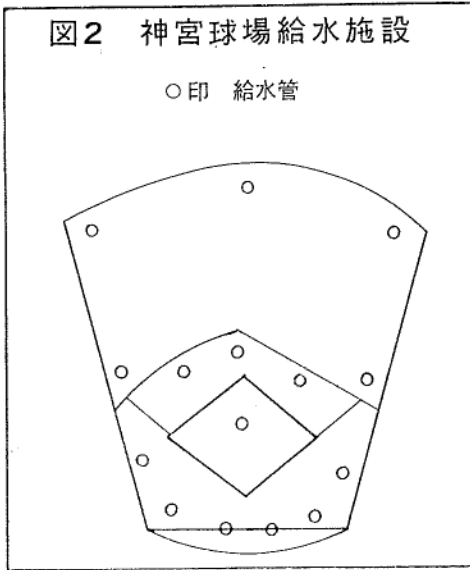
運動場のコンディションを保つためには、適当な保湿性と雨あがり後にすぐ使用できる事などが必要条件である。近年、アンツーカーが多く使用されてきているが、この場合多孔質のため、一応水分が吸着しているとも考えられるが、粒度の関係上透水もよくなつており、締固めや適度の硬さに維持するためには一定の含水比を確保していなければならない。

また、野球場は砂やシルトが多いために、乾燥すると砂ぼこりが立ち易く、グラウンドボールの球速減殺ができにくい。この様な意味から運動場の締め固めのための最適含水比や、コンディション維持のために常に管理上、水の問題が附随してくるのであつて、給水施設のない運動場は機能が半減するといつても過言ではない。

普通野球場では15~20の給水管を有し、毎日散水をし、1日平均業務用水1,000円位の消費を原則としている。

国立競技場はアン、ツーカーのため、一度に走路全体に散水する噴水施設をもち、住友銀行甲子園庭球場では地下給水と地上給水の両方を備えて、常に中層シンダー層を通じて表層アン、ツーカーに給水している。この点、地方運動場は給水施設不足のため、例えば円山球場では給水管が一ヶ所のため極めて苦勞しているのが現状であり、今後特に給水施設改善に努力する必要がある。

次に排水施設についてみるならば、雨中雨後の競技に際して機能が変りなく発揮される事が理想である。また、それに近づく努力が必要である。その意味で排水施設の完備が必要な事は論をまた



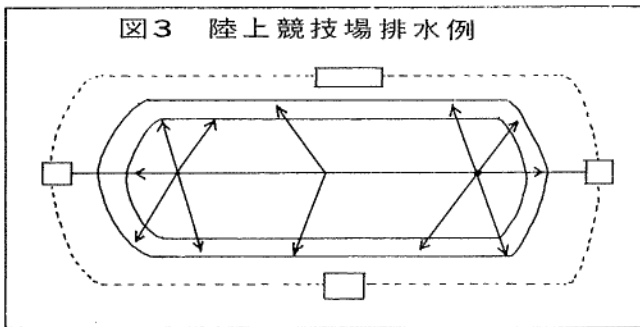
ない。

代表的事例をあげれば、国立競技場ではφ150mm半円多孔ヒューム管を、玉石の下の川砂利とローム層の中に15cm間隔に入れており、国立庭球場ではやはり基底にφ50mmの排水管を装置している。

後樂園球場では1959年に5図に示すような大工事を行つてゐるが、すくなくとも運動場作成に当つては排水と給水に関する配慮が必ず行われなければならないであろう。

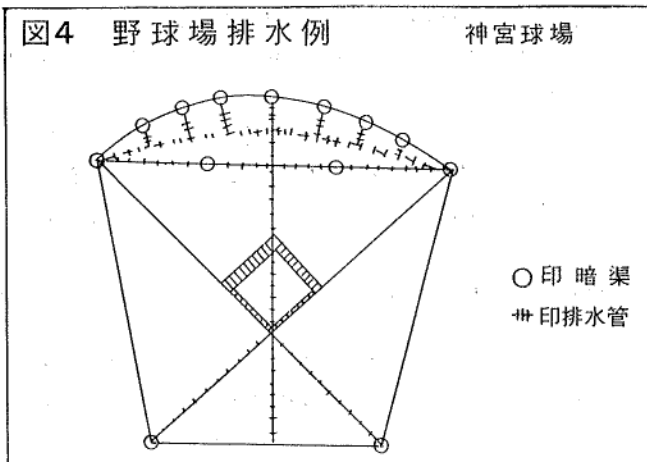
第3節 運動場の土質調査について

運動場の土質は競技の性格や運動場の立地条件によつて異なつてくるが、共通していえる事は競技の性格に適した硬さに関する粒度や、排水能力、保湿性、粘性、弾性が要求されてくるので、当然土質力学分類や考察が必要になつてくる。



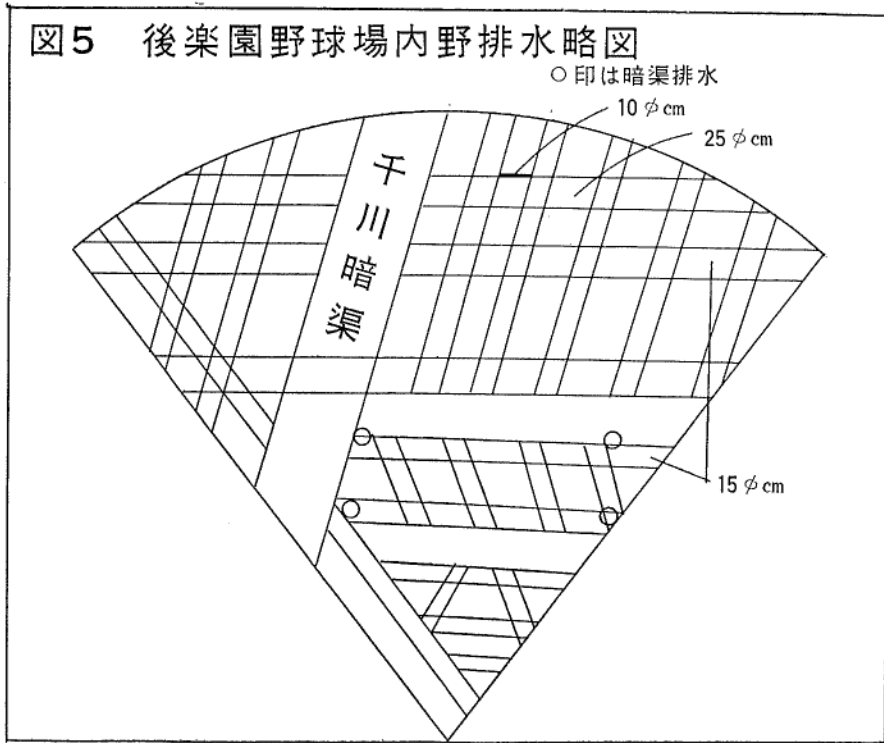
運動場の硬さは、密度や含水比などによつて異つてくる。保湿性や透水性は、土の種類や間隙の大小、温度、湿度などに関係し、輾圧による締め具合も、含水比や粒度の均等係数によつて異なる。

したがつて、このような土の性質を調査する事は、硬さや雨中の泥状化、雨後の恢復などの表土や地盤の安定に密接な関係をもつものである。新田氏はこの事に関して見掛密度試験、比較試験、含水量試験、粒度試験、稠度試験、突固め試験が必要であるとし、更に陸上競技場の硬度試験、弾性波試験など詳細にわたつて実施している。筆者は施設の関係上、土質試験の種類はその一部にとどめ、また37年度採集した資料70種については改めて試験終了後に報告することとし、今回はその一部にとどめ硬度試験については第4節で行ふ事にした。



(1) 試験方法と結果

土の物理試験のうち、比重、粒度、液性限界、塑性限界の各項目を JISA 1201 で調整した資料



によつて試験項目毎に JISA 1202 1205 1206 に従い粒度試験は篩法で行つたので詳細は省略する。
資料は札幌市総合グラウンド(野球場, 陸上競技場, 庭球場) 中島球場である。

表4 粒径加積百分率表 (篩法による)

Sample	粒径 (mm)	0.04	0.063	0.075	0.117	0.15	0.25	0.295	0.351	0.85	1.7	4.0
円山フィールド		17.2	20.6	24.0	32.8	35.8	47.6	54.4	57.2	78.4	92.8	100
円山競走路		8.6	11.8	14.0	19.4	21.6	31.0	38.4	40.8	63.6	81.4	100
円山球場		15.0	18.4	21.0	29.4	32.0	41.4	48.0	50.6	69.8	86.6	100
円山テニスコート		9.6	12.6	15.2	22.0	24.0	33.8	38.8	41.2	63.6	86.6	100
中島球場		5.4	8.2	11.2	20.6	25.0	39.6	48.0	51.2	77.2	90.8	100

表5 粒度分析表 (篩法による)

	0.043 以下	0.063	0.074	0.104	0.117	0.148	0.175	0.25	0.295	0.351	0.495	0.833	1.651	1.7	1.7 以上
旭川野球場	0.8	1.5	2.4	1.5	2.1	1.7	4.7	4.7	5.3	2.2	8.2	6.7	5.9	0.5	3.2
%	1.55	2.92	4.67	2.92	4.06	3.30	9.14	9.14	10.31	4.47	15.95	13.03	11.47	0.95	6.22
陸上競技場	0.3	1.7	1.7	0.6	1.8	1.6	0.9	2.4	2.1	1.2	4.3	7.7	1.2	0.7	9.3
%	0.80	4.53	4.53	1.60	4.80	4.26	2.40	6.40	5.60	3.20	11.46	20.52	3.20	1.86	24.80
テニスコート	5.3	3.0	10.0	1.0	2.3	3.0	2.0	4.9	2.7	1.0	2.7	3.0	4.0	0.4	4.7
%	10.60	6.00	20.00	2.00	4.60	6.00	4.00	9.80	5.40	2.00	5.40	6.00	8.00	0.80	9.40
帯広陸上フィールド	2.3	2.3	4.0	2.0	1.5	3.0	1.5	4.0	4.0	8.5	6.0	4.0	3.5	0.3	3.1
%	4.60	4.60	8.00	4.00	3.00	6.00	3.00	8.00	8.00	17.00	12.00	8.00	7.00	0.60	6.20
陸上トラック	1.5	1.0	2.0	1.2	1.5	1.5	1.5	3.0	2.5	1.0	5.0	7.5	10.1	1.0	10.1
%	3.00	2.00	4.00	2.40	3.00	3.00	3.00	6.00	5.00	2.00	10.00	15.00	20.20	2.00	20.20

滝 波 武

	0.043 上以	0.063	0.074	0.104	0.117	0.148	0.175	0.25	0.295	0.351	0.491	0.833	1.651	1.7	1.7 以下
帯 広 野 球 場	1.0	0.6	6.0	1.0	1.5	2.0	1.0	4.0	3.5	1.4	6.0	6.5	8.5	0.5	6.6
%	2.00	1.20	1.20	2.00	3.00	4.00	2.00	8.00	7.00	2.80	12.00	13.00	17.00	1.00	13.20
東 庄 テ ニ ス コ ー ト	0.2	0.1	2.0	2.2	1.1	2.1	1.6	3.0	2.6	1.1	5.1	7.5	11.6	0.7	8.5
%	0.40	0.20	4.00	4.40	2.20	4.20	3.20	6.00	5.20	2.20	10.20	15.00	23.20	1.40	17.00
〃 野 球 場	0.7	0.6	2.4	0.6	0.7	0.6	0.6	1.5	1.5	0.7	3.8	6.2	11.5	1.1	17.5
%	1.40	1.20	4.80	1.20	1.40	1.20	1.20	3.00	3.00	1.40	7.60	12.40	23.00	22.00	35.00
八 橋 長 土 (秋田)	1.5	2.3	2.5	1.2	1.5	2.0	1.3	3.5	3.2	1.5	7.8	8.5	8.5	0.3	4.5
%	3.00	4.60	5.00	2.40	3.00	4.00	2.60	7.00	6.40	3.00	15.60	17.00	17.00	0.60	9.00
山 形 陸 上	0.5	1.0	1.1	0.6	0.9	1.1	1.0	2.0	2.0	0.1	2.6	6.1	11.6	0.4	1.90
%	1.00	2.00	2.20	1.20	1.80	2.20	2.00	4.00	4.00	0.20	5.20	12.20	23.20	0.80	38.00
秋田陸上トラック(県営)	0.9	1.2	1.6	1.1	2.1	4.0	3.5	7.0	3.7	1.7	5.1	3.8	6.4	0.6	7.3
%	1.80	2.40	3.20	2.20	4.20	8.00	7.00	14.00	7.40	3.40	10.20	7.60	12.80	1.20	14.6
〃 テニスコート(県営)	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.6	1.8	2.3	1.2	6.2	12.0	12.5		10.3
%	1.20	1.00	1.00	0.80	1.00	1.20	1.20	3.60	4.60	2.40	12.40	24.00	25.00		20.60
中 山 峠	0.9	0.6	0.8	0.5	0.4	0.6	0.4	1.2	1.4	0.5	7.7	10.0	15.5		9.5
%	1.80	1.20	1.60	1.00	0.80	1.20	0.80	2.40	2.80	1.00	14.4	20.00	31.00		19.00

〔図6〕 札幌市円山総合グラウンド及び中島球場

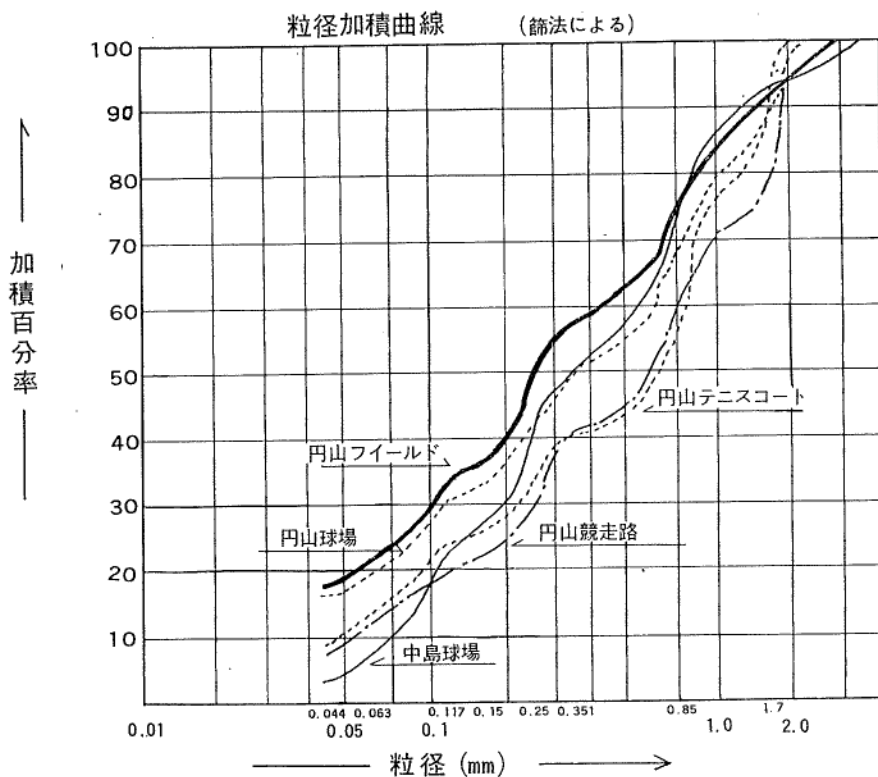


表6 土質試験結果 昭和36年

	比重	液性限界	塑性限界
円山陸上競技場	2.81	41.0	23
円山庭球場	2.90	42.0	24
円山野球場	2.84	41.0	24
中島球場	2.54	38.5	21

但し、中島球場は内野グラウンドの土質が一定していないので場所によって土質が異つている。

(2) 試験結果の考察

土の分類は、礫(2.0mm以上)粗砂(2.0~0.25mm)細砂(0.25~0.05mm)シルト(0.05~0.005mm)粘土(0.005mm以下)コロイド(0.001mm以下)この分類に従えば、全国各地の競技場の粒度分析結果を、渡辺貫氏の報告や新田氏の発表からみれば、運動場の表土は、砂土、砂質ローム、又は砂質粘土に属し、特に前二者が多いという。即ち、粘土(0.005mm以下)

2~25%、シルト(0.05~0.005)10~20%、砂70~80%の範囲にある。土を構成している粒子の大きさの量から、土を分類すれば、表土の性質がわかる。このために三角座表からみれば(図7)円山総合グラウンドは、今一つの粒径分析からみて、砂質粘土ロームである事がわかる。(表7)

粒径加積曲線は、土を構成している粒子が適当であるかどうか、又透水や、締固めの判断にも役立つが、シルトや粘土の含有率は、特に篩法では大まかであり、粘土以下は分類できない。しかし円山総合グラウンドの場合、有効径が小さく、水はけがあまりよくないのではないかと推察される。また均等係数170位であり、国立競技場試験走路(第1次No.4コース)は、17位であるから円山の表7の基本土は極めて固り易い。特に、砂質粘土ロームであり、比重が2.90という特殊なものであるために、固り易いとみることが出来る。

表7 円山総合グラウンド粒度(JISA 1204による)

礫	粗砂	細砂	シルト	粘土	コロイド
2.0mm以上	2.0~0.4	0.42~0.074	0.074~0.005	0.005以下	0.001以下
19.99	35.01	18.28	17.72	9.00	3.22

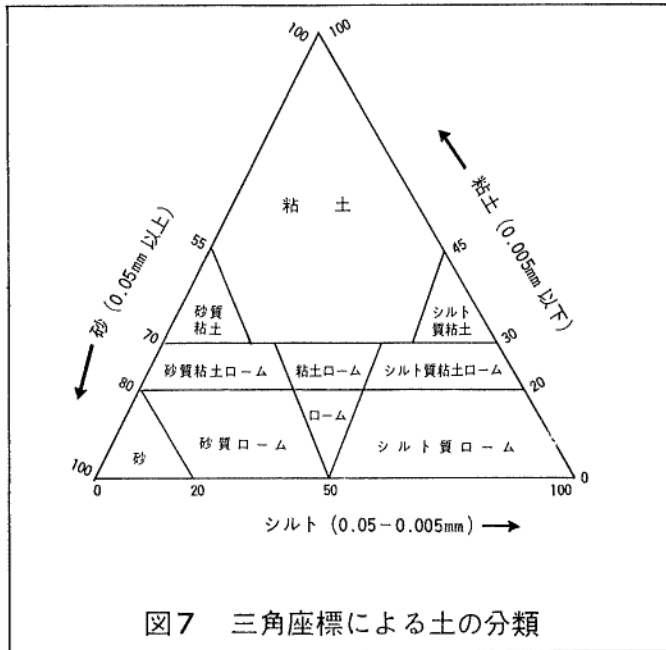


図7 三角座標による土の分類

稠度試験の結果からみて、液性、塑性ともに一般のシンダーや、クレイの運動場と比較してみてもやや高いといえよう。この事から円山総合運動場は固り易く水はけが悪い方であるが、表土安定し易く、雨などにも案外強いのではないかとおもわれる。

第4節 運動場の硬さについて

運動をする場合に、運動場の表土が適当な硬さをもつ事が大切である。その硬さを調べるために地表面に対してある種の力を加えて、その時の抵抗値や変量を求める方法が考えられる。

京都大学造園学科の新田氏が、プロクターニードル貫入抵抗試験器を用いて陸上競技場の硬さの適当範囲を発表されて以来、この器械を用いた研究が2.3発表されているが、ここではさらに球体落下試験、セン断抵抗としての即物的試験法であるスパイク引倒し試験法を加えた硬さ試験法を提案しプロクターニードルとの関係及び、運動場の実態と適当な硬さの範囲を定めるために昭和36年8月1日から9月15日まで札幌円山総合運動場及び、札幌市中島球場に於て測定した結果、ならびに昭和37年3月28日～4月15日まで、本州各競技場で調査した結果について報告する。

1. 硬さ試験の方法

(1) proctors needle による貫入抵抗試験

これは手動圧力によつて一定の太さの円形断面の金属棒を、1秒約1/2時の割合で土中に1吋貫入させて、その貫入抵抗値をLB/□"で表わし、その大小から土の締り具合を知る試験器械である。この押し込む needle point は、地面の硬さの程度によつて使いわけできるように直径の大小の9種類を備えている。

荷重は LB であらわされるから、円山、中島両運動場については使用した needle point 毎に単位面積当りの圧力を kg/cm² に換算した。

$$1 \text{ LB} = 0.453 \text{ kg} \quad 1 \text{ inch} = 2.54 \text{ cm} \quad 1 \text{ inch}^2 = 6.451 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. 5 } \frac{0.453}{6.451 \times \frac{1}{5}} = 0.351 \text{ kg} \quad \text{No. LB} = 100 \dots \dots 35.1 \text{ kg/cm}^2$$

(2) 球体落下による硬さ試験

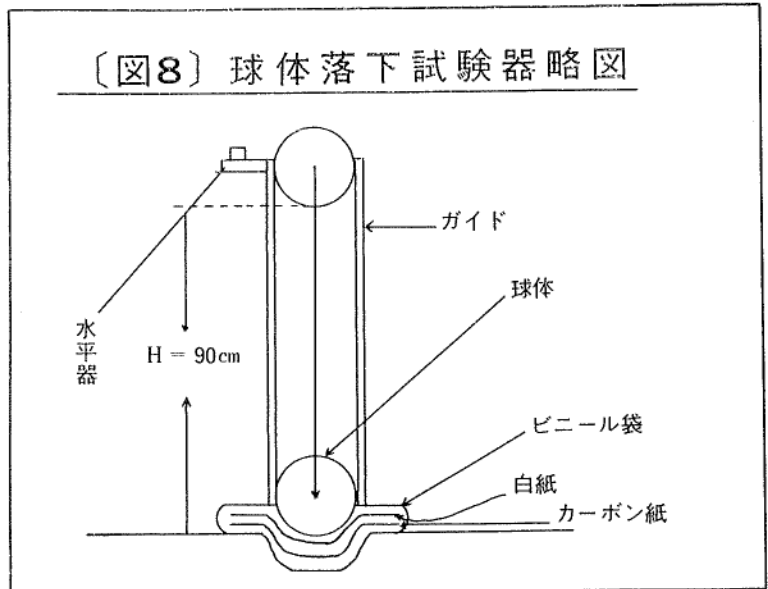
昭和33年に土質工学に発表された京都大学工学部村山教授らの（道路のたわみ性舗装の厚さを決めるために用いられている路床土の C. B. R. 値の簡易地力試験法）を参考として、これを運動場の硬さ試験に応用するため、北大工学部、北郷助教授ならびに、四方哲雄教官の指導を受け、一部改良して実施した。

この試験法は陸上競技用の砲丸12Pを地面の上に一定の高さ H=90 cm から落下させ、地表にできたくぼみの直径をはかり、この測定値で硬さを知ろうとするものである。

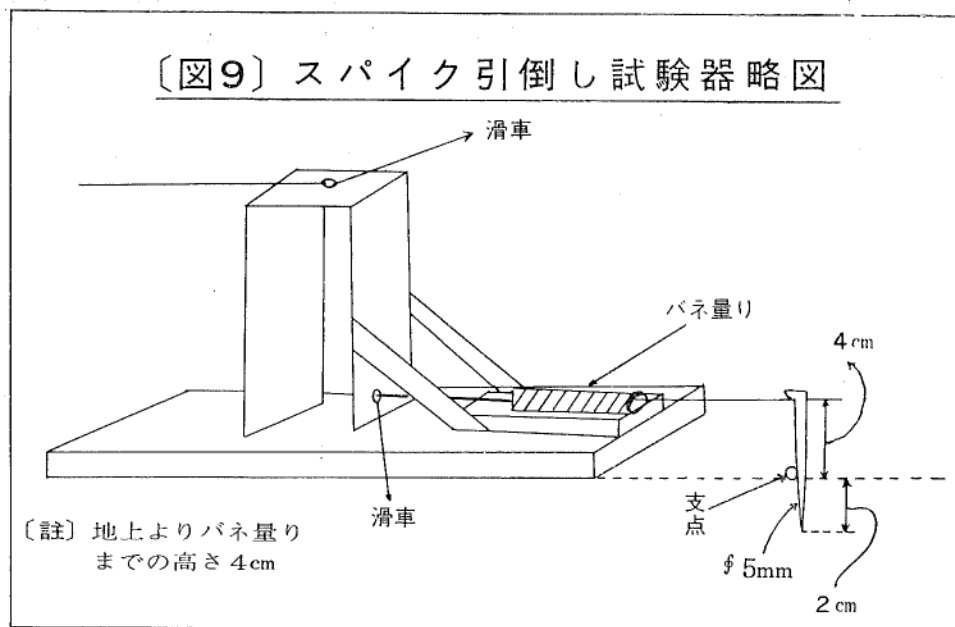
H=90 cm に規定したのは砲丸のエネルギー量と、CBR の換算値を算出するためであるが、この場合併行して実験した塩分残留試験と硬さが、道路と比較する必要があつたので、その儘採用して実施した。

実際に砲丸を落下させる場合に高さの固定や、垂直に落下させることが困難なので、水平器をつけたガイドを作成した。その模型略図、図8のとおりである。

実施方法



砲丸の直径に赤線をひき、赤線をガイドの中口に合わせ、水平器によつてガイドを垂直にさせて砲丸を落下させる。記録は濡れないように、下からビニール、カーボン紙、白紙の順に重ね、ガイドの下端で、これをおさえておくと、砲丸が土をくぼませただけカーボン紙の跡が白紙につく。この直径を2ヶ所ばかり、平均して算出する。このくぼみの縁は、明瞭な線にならないことがあるから球面と、地表面の交線によつて、直径を想定する事が大切である。直接、地表面のクボミをはかつ



ても良いが、白紙の痕跡と殆ど差が認められないので、白紙痕跡を使用した方が容易である。猶、7.0 cm 以上にたると誤差が0.2 cm くらいである可能性がある。

(3) スパイク引倒し試験

地表面を極めてやわらかい状態にして走つた場合の足跡をみると、着地で前方にすべり、その後方に押して足跡が大きくなる事がわかる。陸上競技などでは、スパイクシューズで前方へのすべりをとめ、押しを利用する。この場合、地表面の硬さや、せん断抵抗（摩擦力と粘着力）が関係する。このスパイク作用は、当然、静的状態と、走行状態とでは異なるのであるが、運動場表土の横抵抗をはかる一つの目安になるであろう。

ここではスパイクを作り、支点を設けて引倒し、その力を計測し、その大小からスパイクの具合や地表面の締り具合をみようとした。

この試験法は、陸上競技のスパイクに近い太さ（日本陸進規約範囲内）の金属棒を作り、それを、地中、2 cm の深さに打ち込み、引倒しの方向に支点を設け、地上4 cm の高さで、金属棒を水平に引張つてその力がバネ計りで計測（kg）できるように、図9に示す試験装置を試作した。

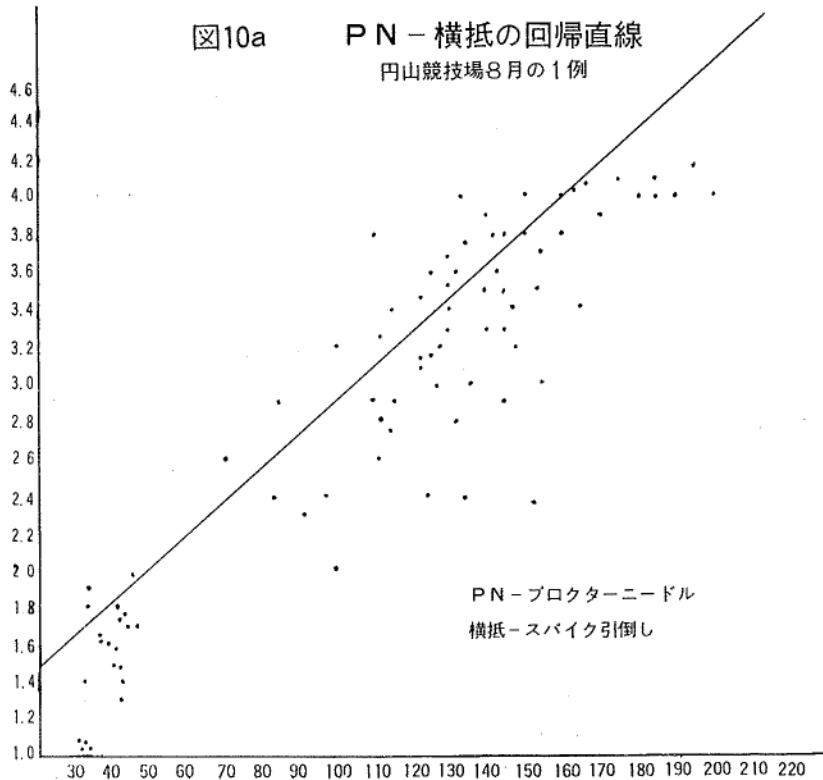
2. 三種の試験の関係と適当な硬さの範囲

三種の試験値は、1点5ヶ所の平均をとり、各3,000の標本からなる。それぞれの相関係数はPN—球体落下 0.8712, PN—横抵抗 0.8584, 球体落下—横抵抗 0.835である。この事から見て円山運動場では、どの試験法を用いても、硬さ試験の値にあまり変化がなく、有効であるといえる。今、図9の例を示せば、図10の如くなる。

この図から考えられることは、三種の試験のうち1種を行なえば、大体他の試験値が推測できるわけで、次に述べる。適当硬さを判定するような場合に役立つものと考えられる。次に競技場の適当な硬さを調べるために、プロクターニードルを使用して、競技場を測定し、選手の感覚調査を行つて適当な硬さを算出してみた。

選手の感覚調査は、陸上競技場では、国立競技場走路試験と、第3回アジア大会に於いて、硬き試験と、マラヤ、フィリピン、インド、日本の各選手に対して行つたアンケートによる新田氏の発表によれば $150 \sim 120 \text{ kg/cm}^2$ の範囲であるという。筆者は36年8月札幌円山運動場で開催された、北海道選手権第2日目及び、8月30日に行つた選手の感覚調査によれば、ほぼこれに近い。

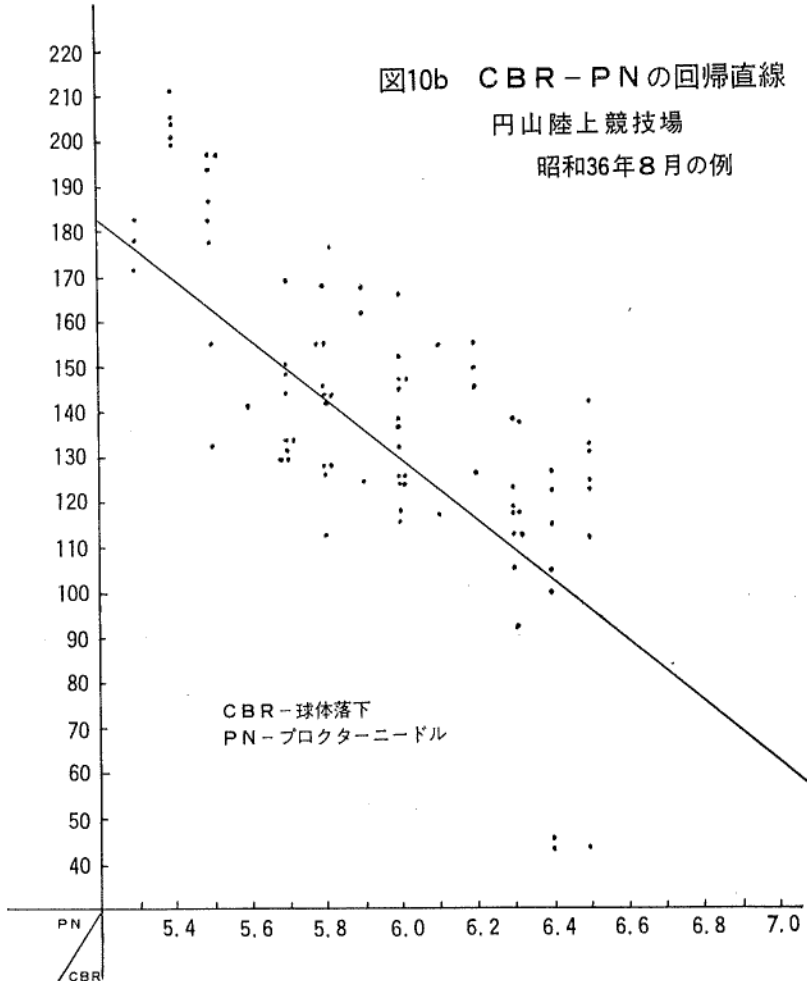
以上のことから陸上競技場の適当硬きの範囲は、大約 $\text{PN } 120 \sim 150 \text{ kg/cm}^2$ 球体落下 $5.7 \sim 6.5 \text{ cm}$ スパイク引倒し試験 $2.8 \sim 3.8 \text{ kg}$ の範囲であると推察されるので、陸上競技の試合にはこの程度に輾圧、調整すれば良好なコンディションがえられると考える。

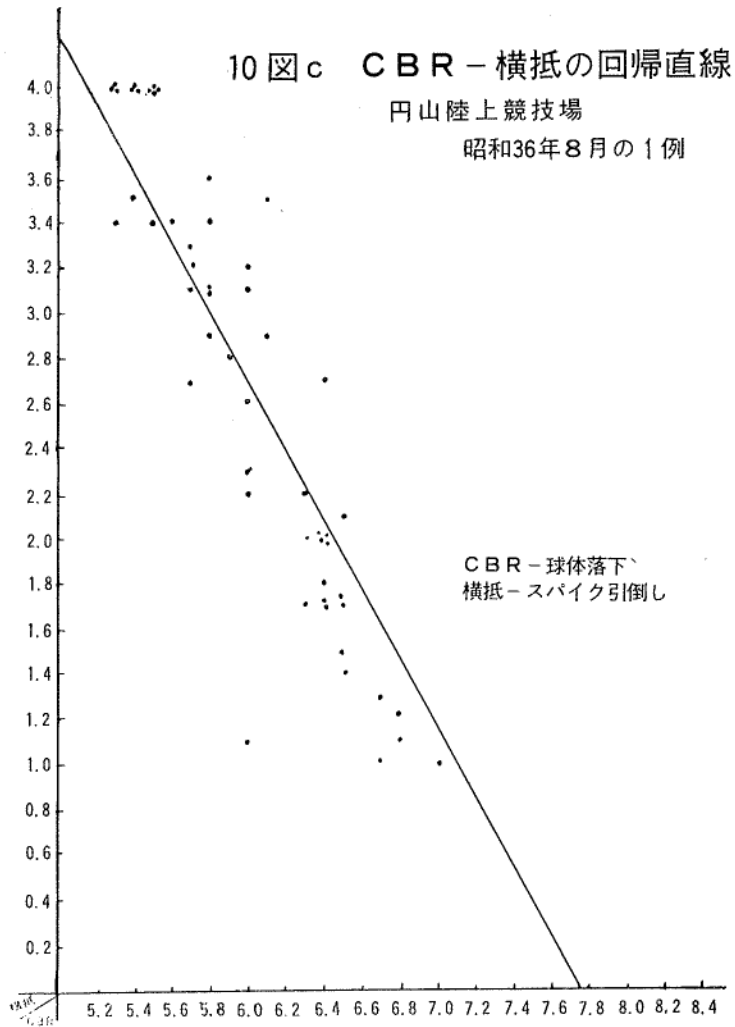


運動場の改良に関する研究 第(1)報

表8 北海道選手権(第2日目) 感覚調査

氏名	種目	スパイクのさき具合			硬さ			氏名	種目	スパイクのさき具合			硬さ		
		さらさない	適当	きかない	かたい	適当	軟かい			さらさない	適当	きかない	かたい	適当	軟かい
石黒	Hj; 110HH		○	○		○	○	沢田	110 HH		○			○	
浜田	100; 200		○			○		羽根	Bj		○			○	
志賀	〃		○			○		田中	Hj			○			○
三高	〃		○	○			○	宮崎	〃			○			○
杉野	400					○		竹田	〃			○			○
笹岡	〃		○			○		渡部	H. S. j.		○			○	
佐伯	800		○			○		熊谷	j. TH			○			○
秋場	〃		○			○		小西	〃			○			○
西前	1500		○			○		五十嵐	4×100		○			○	
松並	5000		○			○		松崎	Hj; 80 H		○	○		○	





野球場は、直接練習にきていた選手（阪急，東映，巨人の職業野球）甲子園の春の選抜高技大会出場者等一部の人々及び，グランドキーパーの経験を聞きつつ測定した結果によれば，プロクターニードルのポイント1/20で，40—60 LB/□''であつた。

庭球場は主として管理者及び測定当日，練習に参加している選手（硬式）に聞いて判定すればプロクター1/20で80—100 LB/□''である。

以上をまとめるならば表9の如くなる。

表9 適当硬さ範囲（プロクターニードルポイント 1/20）

競技場名	種 類	プロクター 1/20	球 体 落 下	スパイク引倒し試験
陸 上 競 技 場		90—110 LB/□'' (120 150kg)	5.7—6.5cm	2.8—3.8kg
野 球 場		40—60 LB/□'' (55—85kg)	6.5—7.0cm	2.0—2.5kg
庭 球 場		80—100 LB/□'' (110—140kg)	5.9—6.5cm	2.6—3.5kg

3. 各種運動場の硬さ測定について

運動場の硬さは、含水比や密度によつて異なつてくるが、競技別によつて表土の輾圧や締め具合に工夫を要する。前述した適当範囲に表層を維持する事は、天候や輾圧条件によつても異なつてくる。37年2月室内実験による硬化速度の結果からみれば、円山競技場の表土は、含水比21%にすれば、横抵抗は1.0 kg となり、気温15°C、湿度60%位に保持して、12時間後2.0 kg、18時間後3.35 kg、含水比18%に下がつて硬化している。勿論、現在研究中で発表の段階ではないけれども、この一例をみても硬度変化は著しい。

このような事から考へて、測定期日や時間などによつて測定値が変化していくわけであるから、固定的に判断は出来ないが、今一応の測定成績を得たので報告する。

(1) 円山陸上競技場

競技場の硬さを図11表10 a b c d に示した。これを見ると、バックストレッチよりも、ホームストレッチが硬いのは、各種行事や、練習の場合に使用回数が多くなるので当然の結果である。各大学や、特定競技場にみられるようなアウトコースより、インコース、同じコース内における、内中外による明瞭な硬さの変化はみられなかつた。第3コーナ附近が軟かいのは、この地点は地下水が湧出し、その流れの方向にあたるためである。

フキールドについては走高跳の助走路では、助走方向によつて硬さがわかる事がうかがわれる。また踏切地点から離れる程、極端に近い程、軟かくなつてゐる事は粒度分析にそれ程の差が認められなかつたので、助走路の輾圧がこの地点に及ばなかつた事を示すものであり、各地の競技場でも同様な傾向が認められるので、今後助走路全域の輾圧と、踏切地点が遠い部位にも配慮する必要がある。走巾跳の助走路では、右側踏切地点が硬い。これは練習に多く使用されるためであると考えられる。槍投助走路は、踵につけたスパイクで、クロスステップをする関係上特にひどく荒れるから今すこしの輾圧が必要である。

全般的に北海道選手権第2日目のグランドコンディションは、アジア大会より、僅かに柔かかつたが、まずは良好なコンディションにあつたといえよう。

(2) 庭球場

円山庭球場は、塩分残留測定、塩と塩化カルシウムの比較試験の試験コートとして専売公社の委託で実験のため、コート4面を、表土5 cm の深さで掘返したが輾圧の終つた1週間後(8月12日)球体落下で、6.5~8.0 cm の値を示した。8月24日には、プロクターニードル 20/1 で70~90LB/□'' を示し、9月1日では、球体落下6.0~6.2 cm スパイク引倒し試験で2.8~3.6 kg を示している。この点から考へて、掘返し後、2週間で絶好のコンディションを示すようになってきている。また場所による差はこの場合特定の差が認められなかつた。

37年4月2日、甲子園庭球場では20/1で110LB/□''を示し芦屋コートで、80~70LB/□''であつたが、アンツーカー、クレイともに適当な硬さを示した。然し、住友銀行甲子園庭球場では、ネオ・アンツーカーの締め固めの不完全さから40LB/□''以下であつた。また、東京久我山、朝日生命コートでも50以下の値を示している事から、ネオ・アンツーカーに対して疑問をもたざるを得なかつた。この際に、仙川第1銀行コートや、朝日生命コートのクレイのコートが80LB/□''を示した事から考へ、特に輾圧について工夫が必要になつてきているのでタイヤローラーの使用がよいとおもわれる。一般に守備位置が硬いといわれているが、この度の調査では、年度当初でもあり、掘返し後などの関係もあつて、地域的硬さに特に差が認められなかつた。

(3) 野球場

野球場の適当な硬さは、プロクターニードルポイント 1/20 で、40~60LB/□'' ぐらいである。

円山球場及び中島球場における昭和36年8月15日、8月24日午前10時—12時まで測定した結果は表11, 12の通りである。

中島, 円山両球場を比較すれば, ホームプレート左側12以外は, すべて中島球場が硬かつた。特に1塁, 2塁, 3塁にかけて(6, 7, 8, 9, 10)は, 中島が圧倒的に硬い。これは野球関係者が, 今まで球場が硬すぎて球速が早いといっていた事がうなづけるわけである。中島では, 野手の守備位置及び比較的ボールの飛ぶコースが硬いのもこの批判を正当ならしめる要素になつている。

しかし, 円山球場にしても, 最大の硬さを示した8月24, 25日頃の陸上競技場, ホームストレッチと同じ位の硬さである事, 9月中旬頃で, 陸上競技場より硬かつた事などからして, 両球場とも土を入換えるか, さもなければ掘返し散水などの手入が必要であらう。

この事について競技場管理について, 全国的な名キーパーとして定評ある内田新作氏は(札幌市保健体育課勤務)“一般に, 円山は, 10月末の日米野球や各種の催しなどのため, 降雨後の手入を考えて固めたし, この時期は大きな大会がなく, 8月末に中島, 円山ともに手入をする予定であつたためである”といつているが, 当面の責任者, 中島球場志田, 円山球場亀垣, 両主任キーパーに測定前に聞いた場合にも, 内田氏と同意見であつたので, この測定は両球場の最も悪いコンディション時に測定した事になるが, 中島球場の場合, 内野部分の粒度配合に問題があるので, 直接調査した結果, 部分的に粘土を補強し, その部分がひび割れしており, 不規則バウンドや, イレギュランの原因になつている事が判明した。

筆者の昭和37年, 4月上旬に調査した結果によれば後楽園球場(セリーグ開幕前日)では30—50 LB/□" 神宮球場(パリーグ開幕前日)30—70 LB/□"であつた。また, 甲子園では選抜高校大会時には降雨時であつたが20—30 LB/□"であつた。川崎, 西宮, 両球場でも40~60 LB/□"であつた事から考えて, 両球場が20/1で90~150 LB/□"であつた事はコンディション維持について根本から考え直す必要があると思われる。

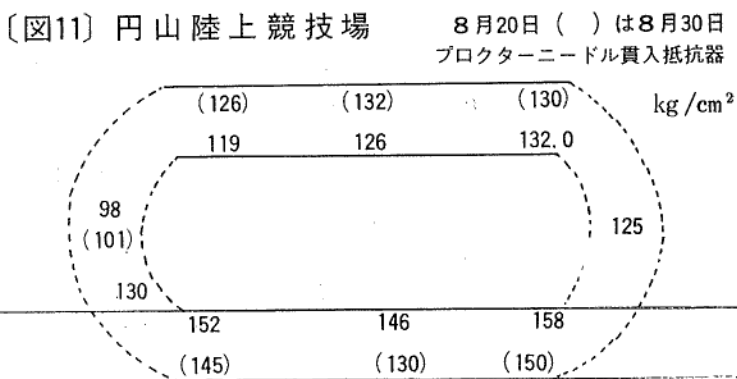


表10a 走高跳助走路 8月20日 ()は8月30日

砂場から	左45度	右45度	正面	球体 (cm)		
1 m	163.92 (183.92)	143.3 (155.84)	149.14 (176.9)	5.4	5.6	5.6
2 m	168.48	149.14	149.14	5.7	5.6	
5 m	102.49	99.68 (144.61)	75.47 (164.26)	6.1	6.7	6.4
10m	67.26 (99.68)	75.47 (75.47)	50.89 (70.20)		6.7	7.0

表10b 槍投 8月19日 ()は8月30日
球体落下

円弧から	西	東	西 (cm)	東 (cm)
2 m	56.65 (115.12)	(102.49)	6.2	6.5
9 m	60.24 (127.76)	(99.68)	6.5	6.2
15m	56.26 (96.47)	(75.47)	6.4	6.7

運動場の改良に関する研究 第(1)報

表10c スパイク試験 8月30日

走 巾 跳 踏 切	3.0 Kg
走 高 跳 踏 切	3.9~4.0以上
走高跳踏切から10m	1.16~1.3
槍 投 2 m	1.7
槍 投 12 m	1.5

表10d 走巾跳 8月20日 ()は8月19日

踏切板 よ り	左	右	球 体 (cm)	
			左	右
0.2m	158 (115.49)	190	5.8	5.4
3 m	150	186	6.0	5.7
7 m	150 (42.12)	162	6.0	5.9
11m	150 (41.06)	150	6.0	5.9
15m	155	158	5.9	5.8

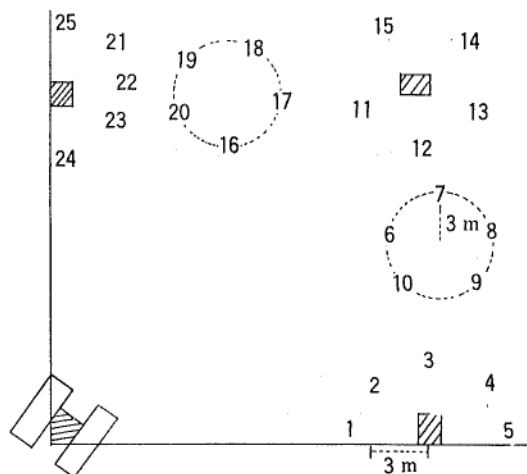
表11 円山野球場の球体落下 8月15日

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5.5	6.0	5.9	6.0	5.8	5.1	5.9	6.0	5.4	5.7	5.5	5.7	5.4	5.5	5.1	6.0	5.7	5.8	5.7	5.8	5.3	6.0	5.4	5.5	6.2

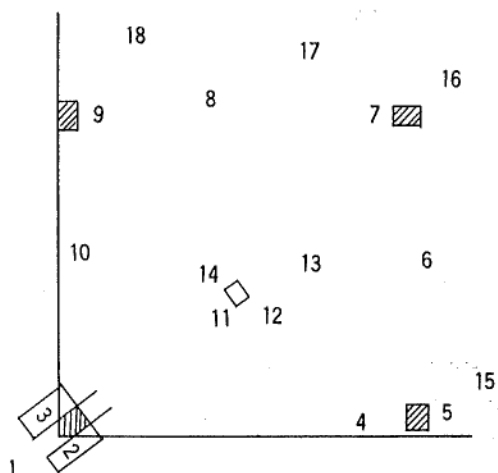
表12 円山, 中島両球場の硬さ比較試験 8月24日 AM 10~12時
気温 22。湿度 70% procter's needle 7号

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
円	×	×	×	142	157	158	163	151	155	138	177	159	122	122	140	203	189	204
中	×	210	200	174	157	172	×	×	×	175	173	174	170	163	×	×	×	×

〔図12〕 表11の測定場所



〔図13〕 表12の測定場所



要 約

各地の運動場の表層材と構造の実態を調査し、そのうちで円山、中島両運動場の表土について土質試験を行つた。また、硬さ試験の方法を提案し、3種の関係と運動場の適当な硬さの範囲を算出した。

1. 表層材について

- 1) 野球場の表土は、腐殖土6、砂4ぐらいの割合になるが、場所によつては、腐殖土3、砂7の割合にまでひろがり、これを水で調整する。
- 2) 陸上競技場では、シンダー、混合土を表層に用いる場合には、4mm以下の粒径のものを、粘土及びシルトは、20—30%をふくむものがよいようである。アン、ツーカーでは、10—20%位を含むのがよいとおもわれる。
- 3) 庭球コートは、クレイを用いる場合が多く、人工材料が使用され始めているけれども、クレイの価値が改めてみ直されはじめて、クレイに切換えているところがあらわれている。
- 4) 円山総合運動場の土は、比重2.90で特に重い

2. 運動場の構造について

- 1) 運動場の構造断面は、3—4層のものが大部分で表層5cm、中層15cm、下層15cm位になつている。但し野球場では、表層は20cmぐらいにする必要がある。
- 2) 給排水施設は、一般に地方球場が劣り、特に給水施設の完備が早急にのぞまれる。

3. 硬さについて

- 1) プロクターニードル、球体落下、スパイク引倒しの各試験を、試験器を2者について作成して実施した。
- 2) 三種の試験の関係は、円山運動場においては相関係数、PN-球体落下0.8712、PN-スパイク0.8584、球体落下スパイク0.835で、どの験試法を用いても硬さ試験に適合できる。
- 3) 運動場の適当硬さの範囲は次の通りである。

	プロクター	球体落下	スパイク引倒し
陸上競技場	1800—2200 LB/□" (120—150 kg/cm ₂) 20/1 90—110	5.7—6.5 cm	2.8—3.8 kg
野 球 場	800—1200 LB/□" (55—85 kg/cm ₂) 20/1 40—60	6.5—7.0 cm	2.0—2.5 kg
庭 球 場	1600—2000 LB/□" 110—140 kg/cm ₂ 20/ 110—140	5.9—6.5 cm	2.6—3.5 kg

- 4) 庭球場は、表土5cm掘返した後は、2週間後に使用可能である。
- 5) 円山、中島両球場は硬すぎるので、硬さ調整に工夫する必要があるらう。

本研究を実施するにあたり、球体落下試験の御指導を賜りました、北海道大学工学部北郷助教授、土質試験の御指導を賜つた同大学工学部土木学、四方哲夫教官、終始御指導激励を賜りました、北海道学芸大学教授、原崎正氏、札幌市保健体育課長、河村隆盛氏、同課内田新作氏に厚く御礼を申し上げる次第であります。

運動場の改良に関する研究 第(1)報

また、実験に終始御協力を賜りました、札幌市総合運動場亀垣、沢口、岩崎、速見の諸氏ならびに北海道学芸大学札幌分校学生、安藤長人、佐藤光義、沢田義盛、羽根忠男、並びに陸上競技部部長のかたに心から謝意を表します。

グラウンド調査に御協力を載せた次の方がたに記して謝意を表します。

川崎スタジアム、取締役 山本健氏、国立競技場 係長 岡崎太郎氏、明治神宮 外苑部 野球場長 源川学治氏、第一生命 仙川コート 伊丹安広氏、後樂園スタジアム 管材課 永田藤雄氏、住友銀行甲子園運動場 西岡公平氏、朝日生命久我山コート庶務部 平井安蔵氏、甲子園テニス倶楽部 吉田修氏 奥アン、ツーカー代表取締役社長 奥庚子彦氏、奥アン、ツーカー大阪支店 坂上紀元氏、神戸市役所体育課主事 畑岡瑞夫氏、兵庫県教委 吉武勝之氏、明治神宮球場 佐藤正三氏、川崎球場 神佐氏、小野製作所社長 小野吉日児氏。

後樂園球場、甲子園球場、川崎球場、神宮球場、西宮球場の各グラウンドキーパの諸氏

文 献

- 野口源三郎： 体育管理 講義ノート。昭23。
新田 伸三： 西京極陸上競技場の舗装に関する研究。陸連時報，No. 34，昭31。9。
新田 伸三： 国立競技場第二次試験走路土質試験報告。陸連時報，No. 45，昭32。8。
新田 伸三： アジア大会当日の国立競技場走路コンディションとそれに関するアンケート調査報告。陸連時報，No. 56，昭33。7。
村山二郎也： 道路のたわみ性舗装の厚さを決めるために用いられている CBR 値の簡易地力試験法。土と基礎土質工学会，昭33。
三木五三郎・山内 豊聡： 土質安定の理論と実際。昭34。
河上 房義： 土質力学。森北出版，昭36。
栗本義彦 他17名： グラウンド改良に関する研究。体育学会，昭33。
土質試験法解説第一集。土質工学会，昭36。7。
新田 伸三： 運動場走路の構造に関する研究。京都大学農学部演習林報告，32号，昭36。7。
Don cash seaton construction of a Rubber-Asphalt Truck Athletic Journal Vol XLII No. 4 1961.

SUMMARY

On some play grounds, I surveyed their surface materials, and examined that structure. Above all, I carried out, some agronomical test of the surface materials both Maruyama and Nakajima play grounds. At the results of my own test, I also tried to estimate the scope of reasonable hardness for the play grounds.

1. On the surface materials.

a. In general, the surface materials of baseball ground consist of 6/10, fumas and 4/10 sand, but sometimes they consist of 3/10 fumas and 7/10 sand, and their hardness controled by water.

b. In the case of athletic field, when cinder soil is covered its surface, it is necessary to adjust uniformly with proper grain having under 4 mm in diametre, moreover amounts of clay and silt that contain 20 to 30 percent of surface materials, or 10 to 20 percent of en-tout-cas make good condition.

c. Common lawn tennis courts are covered mainly by clay soil, but sometimes we can see other artificial materials. Recently the latter are returned to the former for the reason of clay soil is suitable for games.

d. Specific grovity of soil in Maruyama Composite Play ground is meanly 2.90, that is counted to heavy class field.

2. On the structure of running truck and field.

a. The structure of many running track and field of 3 or 4 layers; each has thickness of 5 cm, 15 cm, 15 cm in upper, middle and lower layer. But in the baseball ground, it has 20 cm of only upper layer.

b. Generally equipments for water supply and drainage in local baseball ground are poor, especially for water supply must be improved in a near future.

3. On the hardness of surface materials.

a. I examined three kinds of test with proctors-needle (P. N.) ball-falling and spike-pulling down.

b. The results of this test in Maruyama Running Track of Athletic Field is following: a correlation coefficient of P. N. to ball-falling, P. N. to spike and ball-falling to spike are respectively 0.8584 and 0.835. It means that we may examine with any way one of three kinds of test as show above.

c. The scope of reasonable hardness in some sort of field is following: Proctors-needle Ball-falling

	Proctors-needle	Ball-falling	Spike-pulling down
Running Track of Athletic field	1800—2200 lb/in ² (120—150 kg/cm ²) 1/20...90—110	5.7—6.5 cm	2.8—3.8 kg
Baseball ground	800—1200 lb/in ² (55—85 kg/cm ²) 1/20...40—60	6.5—7.0 cm	2.0—2.5 kg
Lawn tennis court	1600—2000 lb/in ² (110—140 kg/cm ²) 1/20...80—100	5.9—6.5 cm	2.6—3.5 kg

d. When at a lawn tennis court, 5 cm of upper layer is diged up, we can use it again two weeks after.

e. The soil layers both Maruyama and Nakajima Baseball Ground are too head that we must consider some proper way adjusted them.