

競馬場の練習用砂馬場（阪神競馬場）

1. ま え が き

わが国の中央競馬は、従来はほとんど表層に芝を植えたいわゆる芝馬場で行われてきたが、東京・中山・阪神・京都といった大きな競馬場では、最近では年間40日というように競走回数が増加し、また冬期にもトラックを使用するようになって、芝の損傷がはなはだしく、これを本格的に修復するためには時間的余裕がない上、応急的な穴埋め修理だけでは表層の均一性を保つことが全く困難となってきた。一方米国等では、競走用にも砂馬場の使用が普通であり、競馬界の国際性を保つためにもまた広大なトラックの維持に機械力を導入するためにもこの際競走用砂馬場の建設を真剣に考慮する段階となった。そこでこの新しい型の馬場を中央競馬会が建設するに先立ち、その構造に土質工学的な考察を加える必要性が認識され、これをわれわれの研究室でお手伝いすることになったのである。そこでわれわれは、まず従来の馬場の構造を調べた上でその力学的な特性を知ること努め、これに代わる砂馬場断面を考案して、その実物模型について室内実験を重ね、その結果からテストコースの断面を選んで実際に築造し、これについての土質工学的な調査結果を騎乗性の調査結果とも対照して最終的な考察を行なうという手順をふんだ。

以下にはこのような一連の調査結果について簡単に報告するが、この調査は中央競馬会の依頼によって行なったものであり、その東京競馬場ダートコース新設委員会をはじめ、各地の競馬場担当者のご協力におうところが大きいことを最初に記して謝意を表する。

2. 従来の馬場の構造と新しい型の砂馬場の構想

馬場の構造を機能的に考えると、表層には芝またはゆるい砂の層において、衝撃的に着地する馬脚のクッション層としており、その下の基層にはかなりの程度に締め

土質工学的に考えた 新しい型の砂馬場の建設

三木五三郎・今村芳徳

固めた土層において表層の支持層としている。基層の下の路盤は、従来は地山のままの場合が多いがこれは基層を支持して全体的な弾性を保持する機能を有する。



第1図 雨が降るとたちまち水がたまる馬場——左が芝馬場、右が砂馬場——（新潟競馬場）

ところで、従来の馬場の大きな欠点の一つは、降雨に対してほとんど無防備なことで、透水性が極めて悪い基層の表面に道路のようにわずかの横断傾度がつけられている程度であるから、表層中にたまった水は排出されにくく、表層がたちまち泥ネイ化している原因となっている（第1図参照）。

これに対処する方法としては、たとえば全く平坦に仕上げるのが要求される陸上競技場のトラックが採用しているように、基層を垂直方向に通してその下の路盤に排水する構造が考えられる。すなわち十分に締めて荷重の支持層としての役目は立派に果たしながら、しかも排水性のよい土層を考えなければならない。このためにわれわれは後述するようにアンツーカー基層を提案した。

そこでいま従来の芝馬場と新しい構想による砂馬場の断面を比較すると、第1表のようになる。

3. 土質工学的な調査方法

上述のような理由から、われわれは馬場の性質の土質工学的な調査方法として、特にその表層のクッション作

第 1 表 新旧馬場の断面の比較

土 層	従来の芝馬場	新しい型の砂馬場
クッション層	芝	ゆるく置いた砂
基 層	締め固めた粘性土	透水性のある締め固め土
路 盤	締め固めた地山	弾性と排水性を持つ粗粒土
路 床地	山	締め固めた地山

用と、その下の基層の支持力および透水性に注目して、これらを定量的に比較することを試みた。



第 2 図 直径 5 cm の円柱に載荷する静荷試験

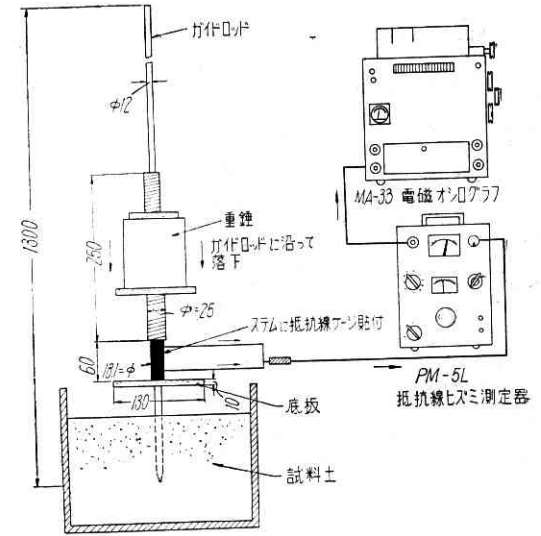
後には衝撃反力測定装置を試作して実測することにした(第 3 図参照)。

これは第 4 図に示すように底面が 13 cm 径(馬のひずめの接地面の平均径)の円板にステムをかいして重錘をとりつけた落錘を作り、これを任意の高さからガイドロッドに沿って土層上に落下させたときの衝撃反力を、ステム部分に装着したストレインゲージのヒズミ量から求めようという装置である。実測は同図に示すように電気



第 3 図 衝撃反力測定装置を用いた模型断面に関する室内実験

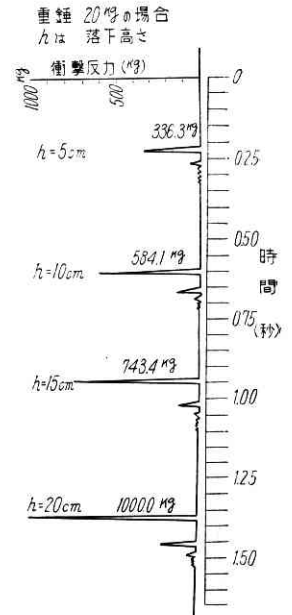
表層のクッション性を定量的に求めることはなかなか困難な問題である。当初は静的に現場 CBR を求めるのに似た载荷試験(第 2 図参照)を行なったり、土層上に置いた载荷板に衝撃荷重を加えた場合の上下方向の変位量を記録して比較する衝撃式地耐力試験機を用いたりしたが、



第 4 図 衝撃反力の測定方法 (単位 = mm)

的に行ない、オシログラフを用いてオシロペーパーに自記させた。記録の 1 例は第 5 図に示すようなものである。

クッション作用の比較にこのような装置を考へて使用したのは、馬脚が着地する際の衝撃反力の大小が最も直接的な比較の対象となると考えたからで、ただ実験装置の落錘重量が 20 kg 程度であるのに対して、馬の重量は 300 kg をこえることなど、実際問題との比較には、多くの問題があるかも知れない。



第 5 図 衝撃反力測定記録例

透水性の実測には現場では第 6 図に示すように底なしのドラムカンを土層上にたてて中に水をはり、水位の降下状態をはかって、大略の透水係数を求めた。実験室内でドラムカン内に作製した模型断面については、直接表層上に水を入れて下層から排水させ、定水位法および変水位法の両者によって透水係数を求めた。

基層その他の支持力を知るためには、数多くの実測を簡便に行なう目的で、直径 3 cm の 60° コーンを一定エネルギー(5 kg の落錘を 50 cm 落下させる)で一定深さだけたたきこむのに要する打撃回数を実測する動貫入試験法を採用した(第 7 図参照)。最初はこのほかにスエーデン式サウンディング法等も試用したが、土層の変化



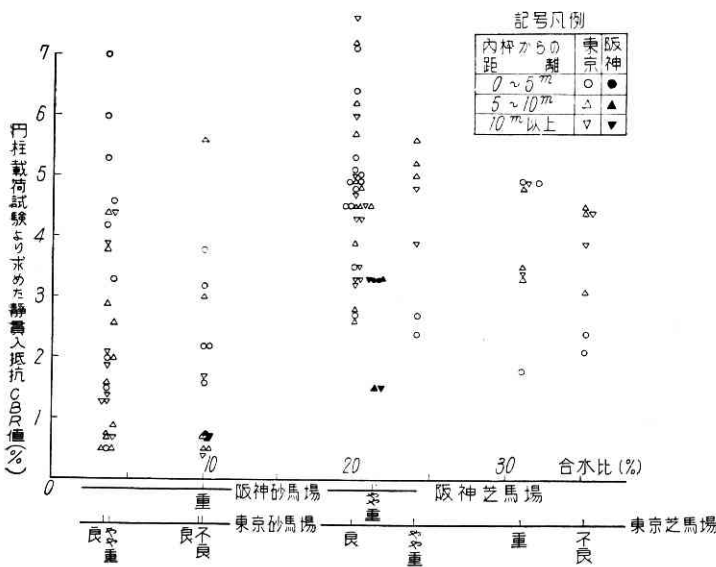
第6図 現場透水試験の実施が多いので良い結果が得られなかった、

その他現場土層の密度や含水量の測定、土層材料の粒度等の一般的な土性の測定は、普通の土質工学的な方法で実施したことはもちろんである。

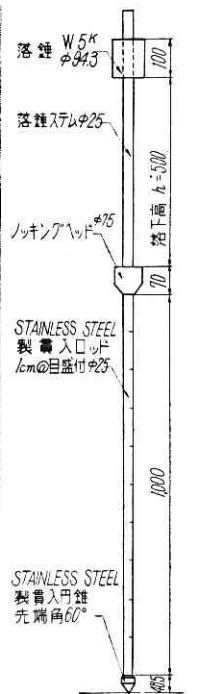
4. 調査の実施と得られた結果

現用されている競走馬場は前述のとおりほとんど芝馬場であるが、各競馬場ともその内側に練習用の砂馬場を持っている（カット参照）。そこで新しく競走用の砂馬場を考えるに当たり、既存の芝馬場のほかに、これらの練習用砂馬場の実態についても調査を行なった。

第8図にはまず各種の馬場がいろいろの天候状況のもの



第8図 馬場の状態と静貫入抵抗値との関係



第7図 動貫入試験機 (単位=mm)

とで示す静貫入抵抗値を示す。横軸には馬場の土の含水量をとってあり、これが従来から唱えられている、「重」とか「良」とかの馬場の状況のカンによる表現法とムジュンしていないこともおもしろい。芝馬場が含水状態の広い変化に対して比較的安定した抵抗を示すこともうかがえる。

調査のつぎの段階としては実際馬場の実情調査の結果を勘案して第9図に示すような模型断面を考え、これらを垂直方向には実物大に実際の材料を用いてドラムカン内に作り、衝撃反力、透水性、支持力等について試験した。これから透水性のよい点でアンツーカー基層の実用性を確かめ、路盤に弾力性を与える構造も試験する価値のあることを知り、またこの試験ではじめて表層のクッション作用の比較検討に衝撃反力測定装置が有用であることを確かめた(第3図参照)。

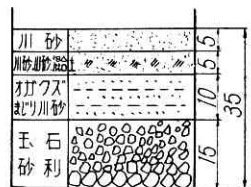
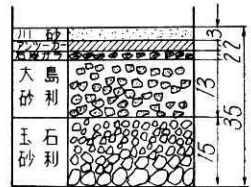
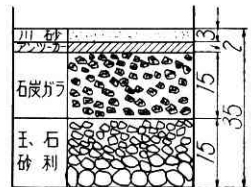
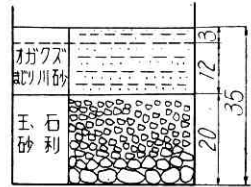
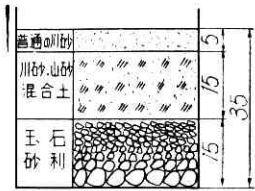
砂馬場の表層材料の粒度は馬場ごとにかなりまちまちであり、

米国ではダートコースの呼称が示すように、砂にわずかの有機物を混入してやわらかみを持たせているようである。

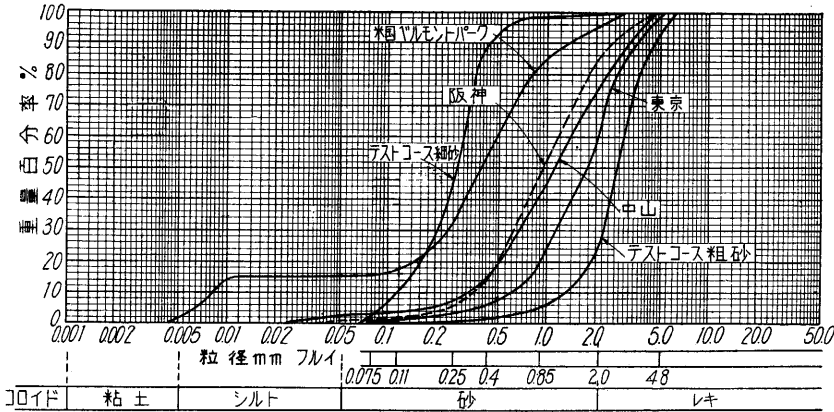
第10図には粒度加積曲線の二、三の実例を描いてあるが、同時に後述するテストコースに用いた粗粒砂と細粒砂の粒度をも記入してある。

5. テストコースの新設

以上のような調査結果をとりまとめていよいよテストコースを築造することになった。場所は東京世田ヶ谷の馬事公苑内に選び、幅8m、長さ50mのものを3本造って(第11図(a)参照)、土質工学的な性質はもとより、実際の騎乗性の比較



第9図 模型断面図 (単位=cm)



第10図 砂馬場表層材料の粒径加積曲線

をも行なうというものである。

考えられた断面は第11図(b)に示すようなもので、5cm厚のアンツーカー基層を用いたAコースだけは、路盤構造によりさらに3種に細分される。Bコースは路盤にオガクズ(クレオソートを吸収させて比重を大きくする工夫をしたもの)まじりの砂を用いて弾性を付与したものであり、Cコースは雨量の多いプエルトリコの例を模して材料に土分を用いず、透水性を極めて大きくすることをねらった特種な構造である。

土質工学的な調査としては、各コースについて、衝撃反力測定装置による表層および基層のクッション作用ないしは衝撃反力の実測、現場透水試験装置による基層の

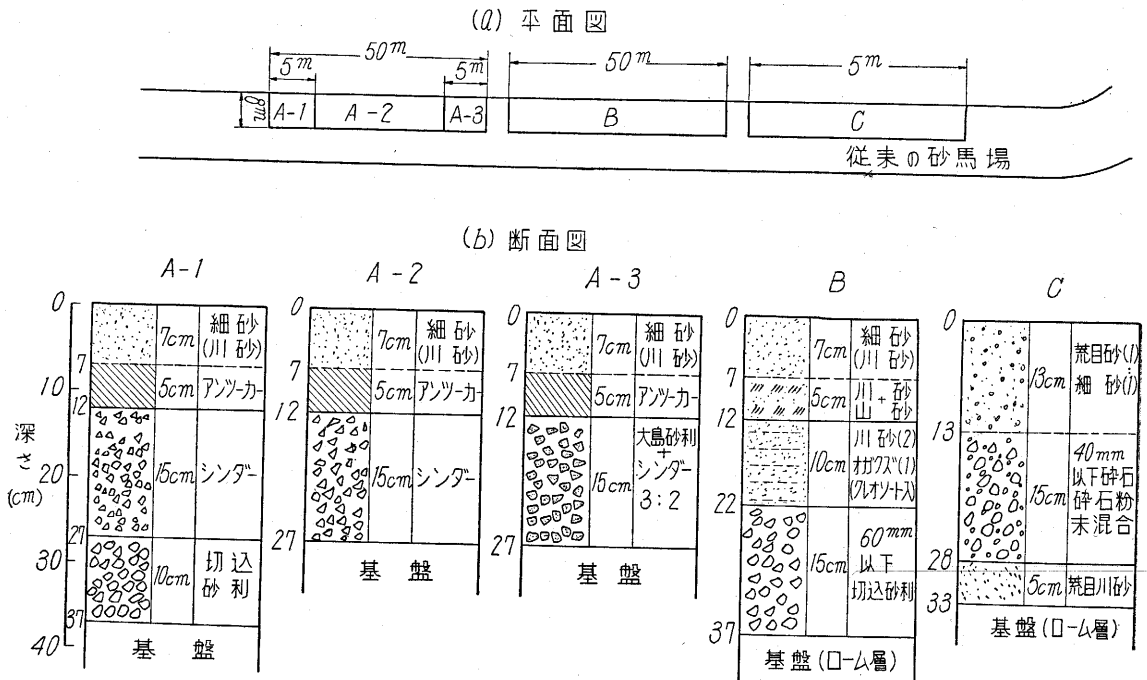
透水性の実測、および動貫入試験機による全断面の貫入抵抗の実測を行なった。

なおこれらの新しいテストコースの性質をはっきりと知るため、ほとんど同じ時期に完成した従来のままの断面をもつ東京競馬場の新設練習用砂馬場と、さらには同競馬場の既設の芝馬場および砂馬場についても同様の実測を行なって結果を比較検討した。

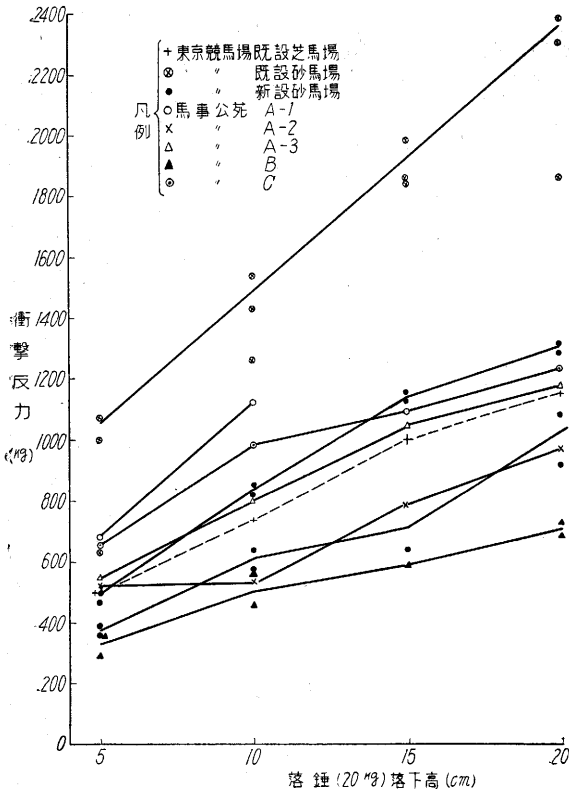
第12図および第13図には、まず基層面および表層面上お

ける衝撃反力の測定結果を示す。これらは重さ20kgの落錘の落下高を変えた場合の衝撃反力との関係を図示したものであるが、基層面についてみると、東京競馬場既設砂馬場のものがきわだって大きく、路盤にオガクズを入れたBコースは弾力が大きいために衝撃反力としては最も小さくなって所期の効果を発揮している。その他の基層はこれらの間にあって大差はないようである。

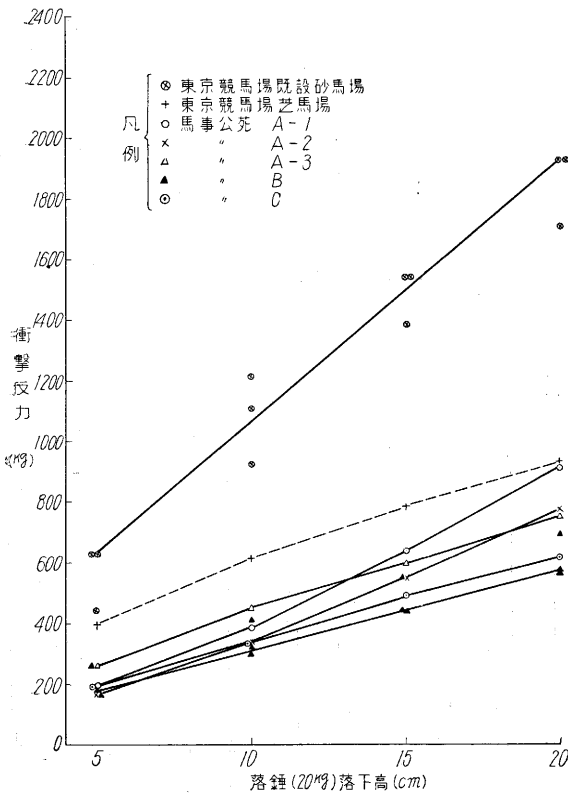
基層の上に6~7cm厚の砂を置いた表層面上での衝撃反力は第13図に示すとおりであるが、この大きさは表層厚が一定の場合でも、一つには基層面の堅さにより、また一つには表層材料の性質(粒度や含水量等)によって支配されると思われる。これらの関係をよく示している



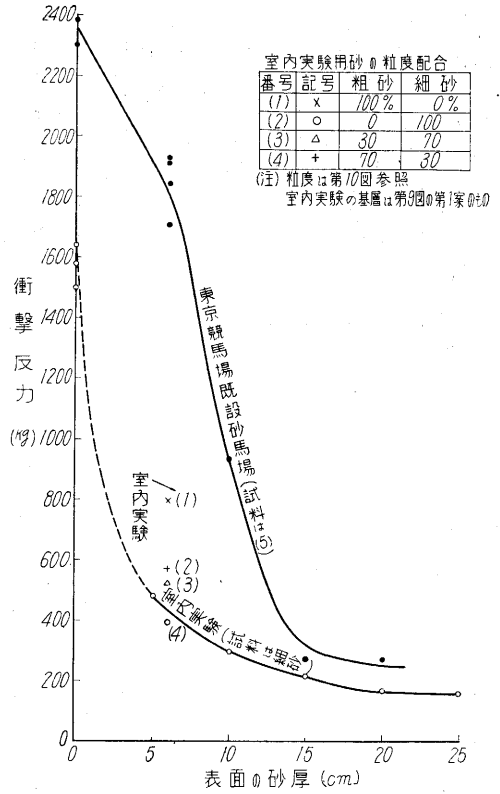
第11図 馬事公苑内に造られたテストコース



第12図 基層面の衝撃反力の比較



第13図 表層(厚さ6~7cm)の衝撃反力の比較



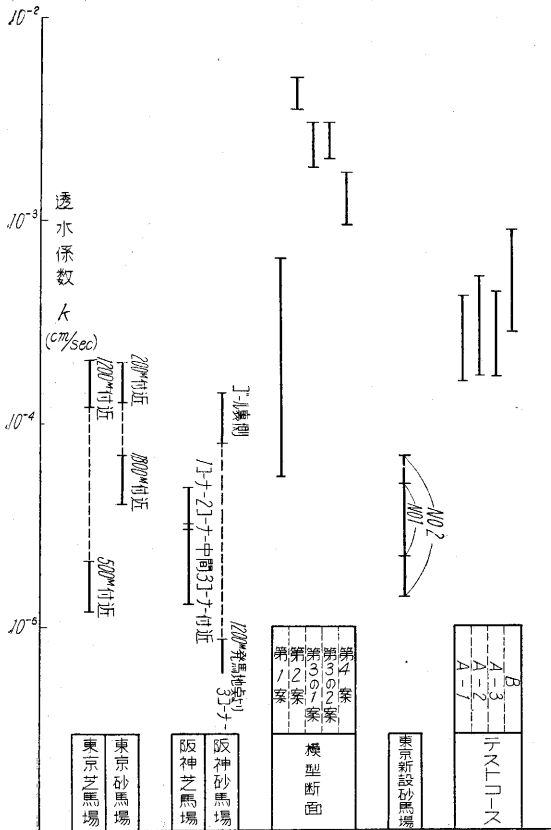
第14図 表層材料の厚さおよび粒度を変えた場合の衝撃反力の比較図(落下エネルギーが20kg・20cmの場合)

のが第14図である。

この図は2種類の基層(堅いのが東京競馬場既設砂馬場であり、柔かいのが模型断面第1案—第9図参照—である)に対して、表層厚を変化させた場合の一定落下エネルギー(20kg・20cm)に対する衝撃反力の変化状況をプロットしたものであるが、表層厚が小さい間は表層衝撃反力が基層衝撃反力にいちじるしく影響されることが明らかである。なお同図中には表層材料の粒度だけが変化した場合の衝撃反力に与える影響を調べた結果をも記入してあるが、粒度が粗なほど衝撃反力が大きくなることわかる。含水量の影響は、粒度ほど大きくないようであるが、一般に静的な支持力が小さい材料ほど小さな衝撃的反力を示すと考えてよいと思われる。

第15図には、各種のコースの透水試験結果を一括して示した。透水性を重視して設計築造したテストコース基層は、従来の構造の基層に比して1ヶタ近く大きな 10^{-3} cm/sec程度の透水係数を持ち、したがって降雨後もすみやかに水がひいて好条件を保つことは現場でも実証された。

各種コースの基層の動貫入抵抗値は、場所によってもかなりのばらつきを示しているが、大略値で示すと既設芝馬場で30回/10cm、既設砂馬場で40~100回/10cm、



第15図 各種の透水試験結果の比較

新設練習用砂馬場で 10 回/10 cm, テストコースのアンツーカー層で 20回/10 cm 程度となっている。

6. 調査結果のとりまとめ

上述のような各種の調査結果から、新しい型の砂馬場の建設に関して、いろいろの指針をひき出すことができると思われるが、以下にはその二三について考察してみる。

まず従来の東京競馬場砂馬場のように基層として山砂を締め固めたものは、当初の堅さが次第に増してついには極めて堅いものとなり、表層材料を通して大きな衝撃反力を示すようになる。したがって適当な堅さを維持するためには平常からその上半部をゆるめて締め直すといった手入れを繰り返す必要がある。

上述の基層には透水性を期待することができないのに対し、アンツーカー基層には垂直方向の排水性を考えることができ、雨天の多いわが国では注目すべき工法だと思われる。ただし馬場に加えられる荷重は陸上競技場のトラック等に比してはるかに大きいので、アンツーカー層自身をより強くする工夫が必要であり、またその上に表層材料を置くため排水性が次第にそこなわれるようなことがあってはならない。

また材料費が高価な点も実用に当たっては大きな問題となっている。

基層の下に弾力性の大きな路盤を置くことは表層の衝撃反力を減殺する意味でも効果があるが、路盤および基層を締め固める施工法に問題が残りに、また耐久性が懸念される。

テスト用Cコースはわが国では初めての型の馬場断面であり、表層の粗粒砂の厚さが極めて大きいために騎乗性試験の結果からは走りにくいという意見が多くでている。いずれにしても砂質系の表層材料としてどのようなものがよいかは今後早急に解決しなければならない問題であろう。しかしやわらかみを与えるためにこれに有機材ないしは細粒土を加えることは、基層の目をつまらせて不透水性にしてしまう原因にもなるので、この解決は基層の透水性を考えるとなかなか困難な問題だと思われる。

結局現在の段階では、土質工学的な調査結果からだけでは新しい型の馬場断面を決めるまでにはいっていないが、もうしばらく騎乗性その他の面からの検討結果等も考え合わせて努力することにより、ほぼ所期の目的を達し得るものと確信している。(1960. 4. 27)

7 月号 予告

研究解説

デジタルサーボ方式による積分機の初期値設定装置	渡辺 勝 渡部 弘之
切削油の供給方法	竹中 規雄 鳴沢 勇平
ダイオード・コンデンサ記憶装置	五十嵐 良 野村 民也 河村 達雄
含ヨード天然鹹(かん)水の利用研究 一 沃度の酸化析出条件と遊離沃度の挙動一	野崎 弘 藤代 光雄

研究速報

板の加工における歪の解析	山田 嘉昭
軸受の熱抵抗	橋 藤雄 長島 義悟
ブドウ糖溶液の着色に対する5オキシメチルフルフラールの役割	吉弘 吉郎 黒岩 城雄 中村 亦夫