

優駿牧場の設計と施工および施工管理方法の検討

Study on Design and Construction of YUSHUN TRAINING FARM

足立 哲治*
Tetsuji Adachi

要 約

北海道日高地方の待兼牧場は競走馬の育成を目的として、ダートコースとパークコースの坂路を持つトレーニングコースとして設計された。本論文では、全国でも珍しいパークコースの設計施工を中心に述べた。施工管理方法として従来の方法に加え、衝撃落下試験装置を用いた機械的な施工管理方法についても検討し報告した。検討の結果、機械的な管理方法でも条件によっては可能であることがわかった。

また、ダートコース、パークコースの温度を測定し温度の面からパークコースの利点を検討したほか、衝撃加速度を測定し衝撃力の点からもパークコースの利点を調べた。その結果、パークコースはダートコースより保温性がよく冬期にはダートコースより有利であること、衝撃力が芝生と同程度と緩衝性に富むことがわかった。土壌改良剤を使用した場合の温度変化も測定したが、冬期には効果が認められなかった。

目 次

- §1. はじめに
- §2. 工事概要
- §3. 設 計
- §4. 施工方法の検討
- §5. 計測からみたパークコースとダートコースの特徴
- §6. おわりに

§1. はじめに

サラブレッドの約9割は北海道の日高地方で生産されている。その一部を担う待兼牧場（オーナーの交替で名称変更）トレーニングセンターは、西松建設の施工で日高地方の太平洋を一望できる自然豊かな丘陵地帯に、平

成4年6月に竣工した。

待兼牧場は、若駒の育成、競走馬の治療・リハビリテーションを目的として作られたトレーニングセンターである。このトレーニングセンターの特徴は、従来のダートコースの砂の代わりに、落葉樹（カツラ主体）の樹皮を敷き詰めた「パーク走路」にある。

パークコースはクッションがきくので、脚部に慢性的な不安を抱え、ダートコースでのハードトレーニングを消化できない馬にとって最も適しているといわれている。実際にこのパークコースが完成したことにより、故障発生率が低下して、魔法のトレーニングコースと地元では注目されている。

本論文では、ダートコース、パークコースの設計施工について述べた。特に施工例がまだ少ないパークコースについては、試験施工を含めて述べた。また、従来人間の勘に頼っていたパークコースの施工管理を、機械的な方法で置き換えられないかを検討し、その結果について

*札幌(支)門別(作)作業主任

も述べた。

§ 2. 工事概要

工事名：優駿牧場造成工事（現在 待兼牧場）

発注者：細川 益男

設計監理：(株)北海道日建設計

工期：自 平成3年4月1日
至 平成4年6月30日

工事内容：主要工事数量（Table 1 に示す。）

Fig. 1 に全体平面図，Table 1 に主要工事数量を示す。Fig. 1 に見られるように種々の付帯工事があったが，本論文では Table 1 に示す工事内容のみを説明する。

Table 1 主要工事数量一覧表

（土工事・付帯工事を除く）

	工種	仕様	単位	数量
農地造成	ダートコース	幅8m 砂	m	1400.0
	パークコース	幅8m 樹皮	m	800.0
	馬場柵	馬場柵(鋼管)	m	4400.0
		放牧柵(鋼管)	m	2300.0
		放牧柵(角杭)	m	2300.0
放牧地	改造及び播種	ha	22.0	

§ 3. 設計

3-1 ダートコース

コース内の現地盤の高低差が20mあり，現地盤に沿ったコースレイアウトとなっている。Fig. 2 に示すように

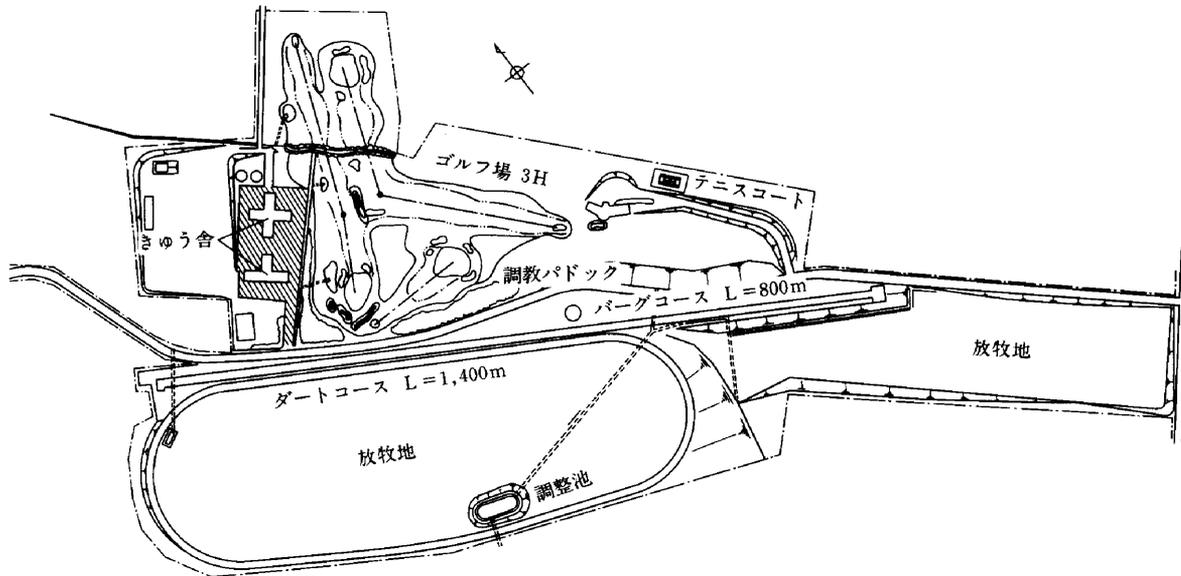


Fig.1 全体平面図

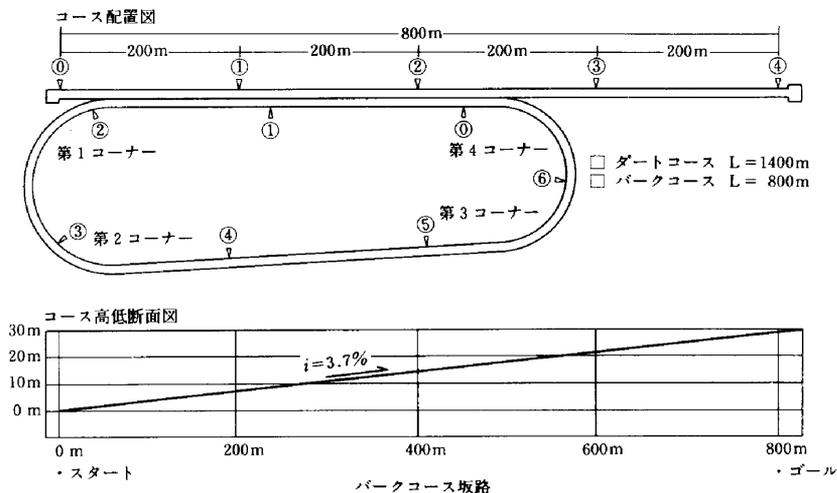


Fig.2 コース概要図

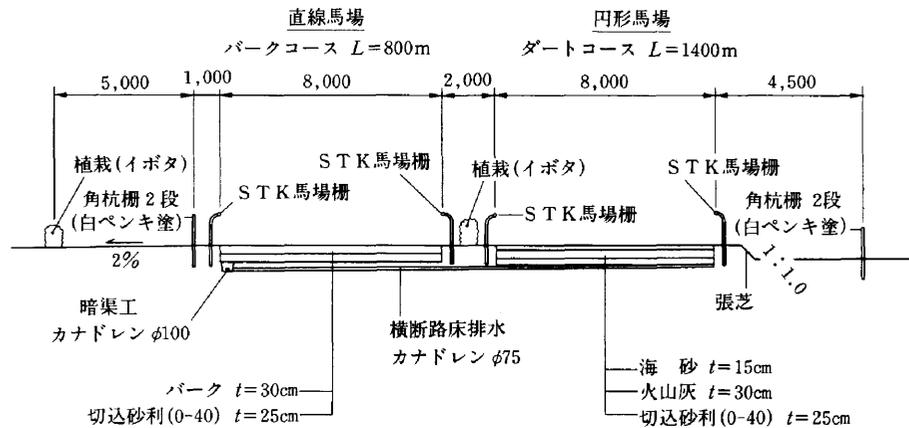


Fig.3 標準定規図

コーナー形状は1コーナーから2コーナーにかけて半径90m、3コーナーから4コーナーにかけて半径82mで直線コースにすり付けている。コーナー部は片勾配3% (コース外側に行くほど高い)とし、調教馬の走行時の安定化を図っている。

路盤厚および路盤材料の決定については地域特性を考慮した。下層路盤に切込み砂利(40~0)、上層路盤に透水性の良い火山礫・火山灰を選んだ。その結果、最上層の砂の含水比の低下を促進し、良馬場の状態を確保する構造となっている。

最上層のダート砂の深さは、競馬場では平均7~9cmが標準であるが、育成牧場では筋力トレーニングが目的であるため、15~20cm程度を確保している。標準定規図を Fig. 3 に示す。

砂の粒度についても日本中央競馬会 (JRA) 等の統一した基準はない。粒度分布が片寄らず (つまり、特定の粒径が多くない)、最大粒径が5mm、シルト分が1%未満が最適とされている。しかし、競馬場で使用されている砂の分布を見る限り、どのような粒度の砂がよいかは一概に判断できないようである。参考までに待兼牧場と函館競馬場のダート砂の粒度分布を Fig. 4 に示す。

3-2 パークコース

JRA 栗東トレーニングセンターのウッドチップ坂路コースを参考に設計した。採用にあたっては、Table 2 に記す検討を行った。

ダートコースに比べると、トレーニング上の理由でウッドチップコースとパークコースに利点がある。パークコースとウッドチップコースの比較は、特性があまり異なるので材料費の比較がウェイトを占めると考えられる。

パーク材の短所としては、木材加工の副産物なので均一な材料の供給に難点があることなどが挙げられる。

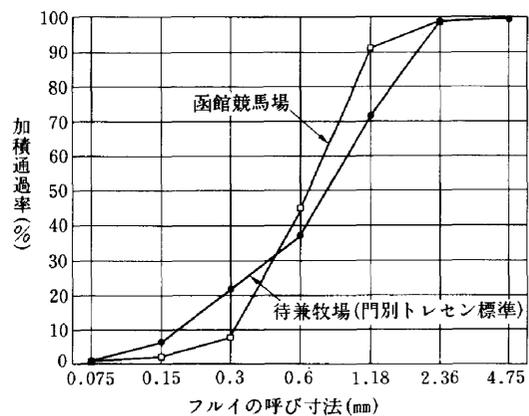


Fig.4 砂の粒度分布図

§4. 施工方法の検討

坂路のパーク材走路の施工管理方法を検討し、材料の特性を把握するためにモデル施工を行った。施工手順の確立が主目的であるが、仕上がり後のパーク材が持つ弾力性の確認も行った。

4-1 従来方法の検討

パークおよびウッドチップを使用した走路の施工は当社にとって初めての経験だったので、モデル施工を実施して施工手順を検討した。

(1) モデル施工

最終的な仕上がり厚は300mmであるが、Fig. 5, Fig. 6 に示すように表層の下を1層にした場合と、2層にした場合の施工手順を検討した。

1層仕上げの場合には、厚320mmで撒き出し、散水後ローラー転圧して仕上がり厚250mmにするものである。表層は厚80mmで撒き出し、転圧して50mmに仕上げた。

2層仕上げでは、1層目は厚さ200mmに、2層目は150mmに撒き出し、それぞれ150mm、100mmに仕上げるもので

Table 2 馬場比較表

		パークコース	ウッドチップコース	ダートコース
概念図		<p>待兼牧場</p>	<p>日高牧場 JRAトレセン</p>	<p>待兼牧場 JRAトレセン</p>
材料	製造方法	材料-落葉樹(カツラ)の樹皮、 製造-製材所、木材加工の副産物。	材料-落葉樹(カラマツ)、 製造-製材所、製紙会社に納める チップ材を二次加工したもの。	材料-海砂と川砂のブレンド(7 :3)、 製造-骨材プラント。
特長	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・天候に左右されない。 ・クッション性が高い。 ・降雨で流されない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・天候に左右されない。 ・クッション性がよい。 ・チップ材敷均し、メンテナンスに時間がかからない。 ・降雨で流されにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料の入手が比較的容易。 ・材料の入れ替えが不要。
	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・均一な材料の供給に難がある。 ・走行後のメンテに多少の時間がかかる。 ・定期的に材料の交換が必要。(5年サイクル) 	<ul style="list-style-type: none"> ・チップ材が新しい内は、走行中不安が残る(足の裏に木片がささり易い)。 ・定期的に材料の交換が必要。(3年サイクル) 	<ul style="list-style-type: none"> ・多量の降雨後には、馬場が使いにくい。 ・クッション性が少ない。
概算工費		低	高	中
総合評価		○	△	△
備考		<ul style="list-style-type: none"> ・怪我が少ない。 ・故障明けの馬のトレーニングも可。 ・材料費がウッドチップ材の1/5以下である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コース内のチップ材が風化すると、最良なコースとなる。 ・JRA栗東、美浦トレセンで使用済み。 	特性 粗粒率 2.63 max 4mm シルト分 1%未満

(注) 概算工費については最上層のみとし、タイプは日高仕様とした。

ある。表層に関しては1層仕上げの場合と同様である。

(2) 変形特性試験

施工管理方法を検討するためにパーク材の変形特性を測定した。ここで採用した方法は、馬の蹄の接地圧を想定した荷重として、静的荷重1 kgf/cm² (0.1 Pa) を一定時間かけ、撤去後のリバウンド、最大たわみ量を測定するものである。

計測方法を Fig. 7 に、代表的な計測結果を Fig. 8 と Table 3 に示す。Table 3 に示されるように、10cm×10cmの支圧板に荷重100 kgf (9.8 kN) をかけて3分後に変形したたわみ量の合計が、撤去後のたわみ量とリバウンド量の合計である。撤去後のたわみ量が少なく、リバウンド量が大きいものがよいといえる。

なお、路盤は標準定規図にあるような構成なので、1 kgf/cm² (0.1 Pa) の荷重ではほとんど変形を生じないと

考えられた。

(3) 結果

(2)の結果とは別に、顧問調教師に実際に馬をモデルコース上で走らせてもらい、仕上がりが具合を検討した。

その結果、1層仕上げについてはパーク材の締固め程度に不安があり、馬を駆けさせたときに、ストライド、ピッチが安定しないことがわかった。2層仕上げについては、クッションの程度、パーク材を敷均し転圧した後の均一な締り具合が、育成馬の走路として適度であると評価された。したがって、2層仕上がりで10cm×10cmの支圧板に荷重100 kgf (9.8 kN) で静的に荷重を載荷したときに25mm程度たわみ、荷重を撤去した後にリバウンド量が12mmで残留変形量が13mm残る程度の仕上がりが適当ということになった。

4-2 機械的な管理方法の検討

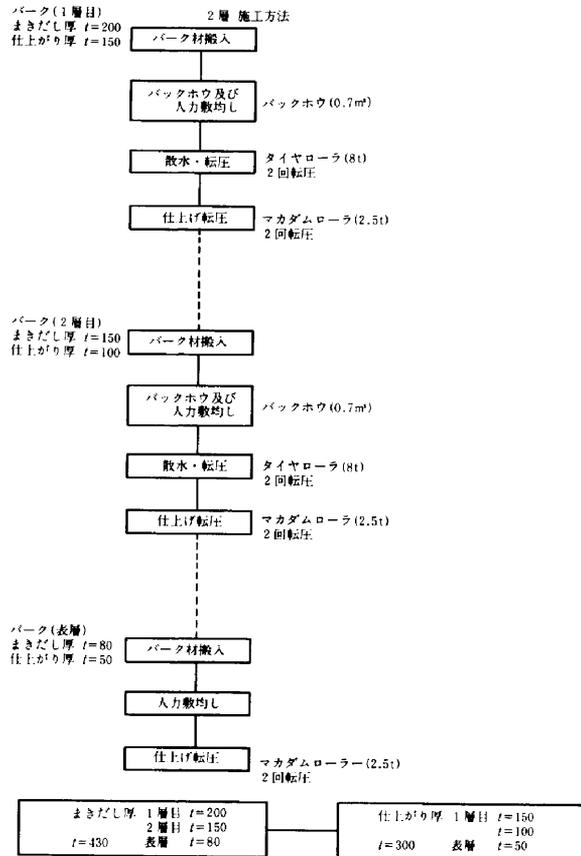


Fig.5 バーク走路施工手順フローチャート(1層の場合)

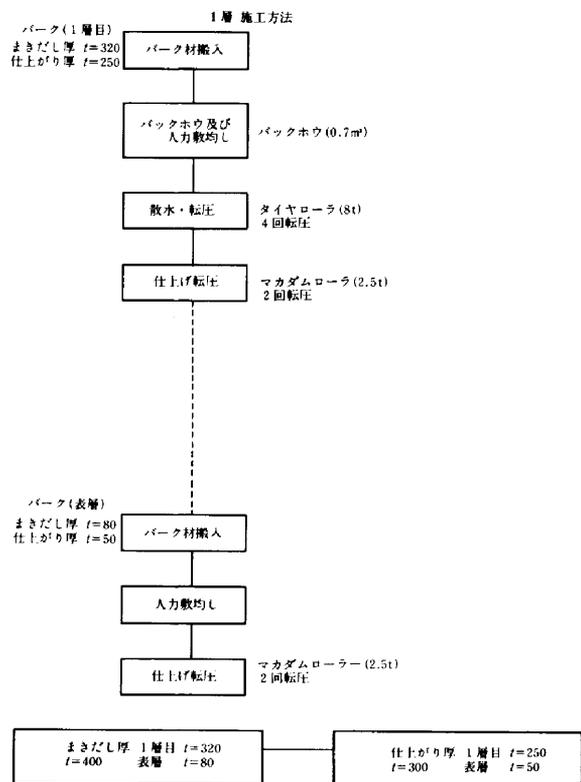


Fig.6 バーク走路施工手順フローチャート(2層の場合)

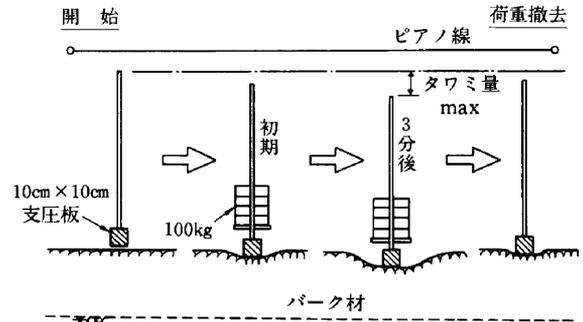


Fig.7 変形特性試験の方法

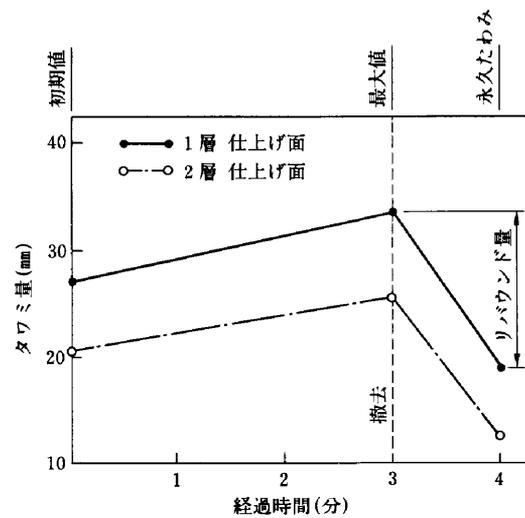


Fig.8 変形特性試験の結果

Table 3 変形特性試験結果

	たわみ量 (mm)				
	0kg	100kg		撤去後	リバウンド量
		初期値	3分後		
1層仕上げ	0	27	34	19	15
2層仕上げ	0	20	25	13	12

モデル施工の結果、Fig.6に示した2層仕上げで発注先の要請に応えられることがわかった。しかし、4-1で実施した方法は静的な荷重方法であり、実際には馬の蹄の衝撃的な荷重が載荷される。ここでは衝撃的な荷重を考慮した施工管理方法を検討した。

なお、今回、以下に述べる方法以外の管理方法も試みたが、ここでは割愛する。

(1) 試験方法

今回は、Fig.9に示す衝撃落下試験装置を用いた。検出演算装置の代わりに、ここではストレージ・オシロを接続して現場で波形を記録した。ランマーはJIS A1210に相当する荷重で4.5kgf (44.1N)あり、45cm自由落

下させた。ランマー内にはインパクトセンサー（加速度センサー）が組み込んである。

測定は施工手順にしたがって工程毎に測定した。

(2) 計測結果

Fig. 10 に代表的な測定結果を示す。2層目撒き出し後に測定した結果は、前回測定した結果と同様の値を示している。最大で約2 G(19.6 m/s²)を示した。これに対して、撒き出し後、無転圧の場合には最大値が約1 G(9.8 m/s²)でピークもなだらかとなっている。

これに対して、撒き出し厚200mmで転圧後の最大値は3.5 G(34.3 m/s²)程度となっており、2層目撒き出し・転圧後の値に比べて著しく大きな値になっている。

結局、4-1のリバウンド12mm、残留変形13mmに対応する衝撃加速度は約2 G(19.6 m/s²)だとわかった。撒き出し厚200mmで転圧した場合は、(e)と比べたらわかるように、路盤の影響を受けている。したがって、撒き出し厚200mmではパーク材の厚さが不十分であることがわかる。

ダートコースの例を(f)に示す。砂質土表面よりやや値が小さく時間が長いことがわかる。同じく、(g)には芝生の結果を示す。この芝生は良好なものではなかったため値が少々大きいですが、通常パーク材とはほぼ同様の傾向を示す。

(3) 機械的な管理方法のまとめ

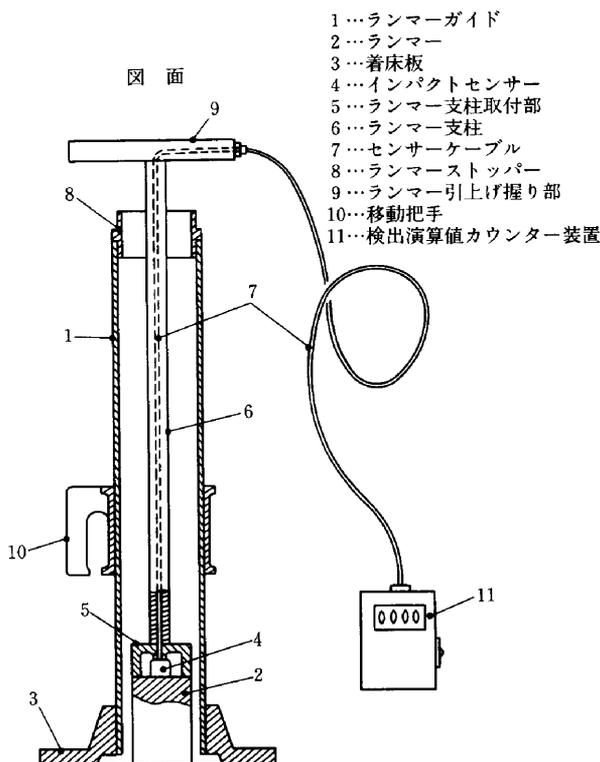


Fig.9 衝撃落下試験装置

Fig. 10からはよくわからないが、衝撃落下試験装置の測定値の変動はかなり大きく、施工手順の影響を受けた小さな差異は測定値に現れない。静的な載荷試験と同じく、管理の目安としては使用できると考えられる。部分的に締固め不良箇所を検査するには簡便で有効な方法と考えられる。

4-3 管理方法のまとめ

4-1, 4-2から施工管理は、モデル施工をした上で、締固め回数による管理で十分であると考えられる。

路盤の施工完了後の管理としては、支持力・単位体積重量・含水比を測定することが多い。パーク材では単位体積重量・含水比による管理が困難である。路盤の場合でもここで用いた、インパクトランマーを用いた管理が一部で行われている。

パーク材の場合には上記した方法が困難なので、インパクトランマーでの検査が可能ではないかと考えられる。

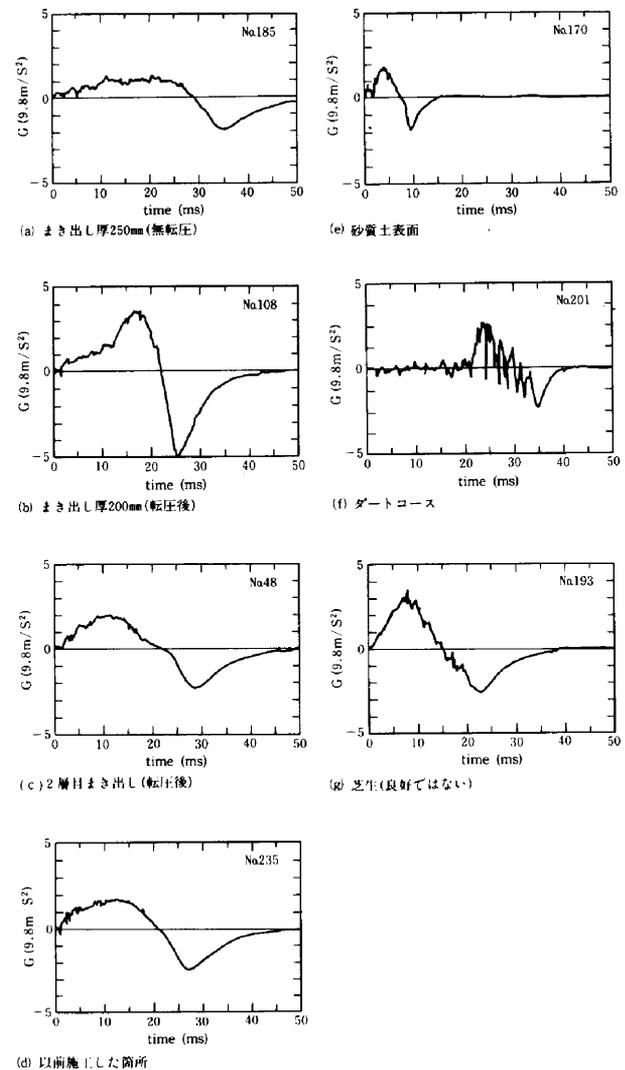


Fig.10 衝撃落下試験の結果

§ 5. 温度計測からみたパークコースとダートコースの相違

4-2で一部述べたが、パークコースの施工管理のために待兼牧場で各種の計測を行った。計測内容の一覧をTable 4に示す。データのサンプリング間隔は全て1時間である。ここでは、温度計測の結果について述べる。

パークおよびウッドチップコースの特徴の一つとして冬季の馬場内部の温度が挙げられる。つまり、外気温が零下になったとき、ダートコースは外気に接する表面からかなりの深さまで凍結する。これに対して、パークコースだと表面近くが凍結するだけにとどまり、コースを使用できる期間が長くなると考えられた。

5-1 通年の温度変化について

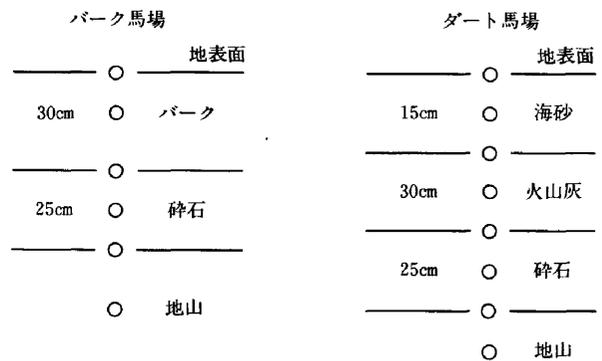
パークコースとダートコースに Fig. 11 に示すように温度センサーを設置した。紙面の都合から1991年12月と1992年1月の測定結果を Fig. 12 に示す。

Fig. 12によると、パークコースでは1月末でも全てのセンサーが0℃(273K)以上の温度を記録しているが、ダートコースでは12月末から深度15cmで0℃未満となり、1月末では深度30cmでも0℃に近くなっている。しかし、3月に入るまで温度は低下を続け、2月になるとパークコースでも深度15cmでは0℃未満を記録した。

以上の温度の測定結果から、パーク材が馬場の温度保持に効果的であることがわかったが、厳冬期には一部で零下になるのを免れないこともわかった。

5-2 土壌改良剤の散布による効果

先述の5-1でパーク材の温度保持に関する効果がわかった。静内などの寒冷地の育成牧場では、ダートコースの表面に土壌改良剤を散布して、温度保持を図っている。待兼牧場でも、ダートコースおよびパークコースで



注) ○は温度計を示す。
地山内の温度計の設置深度は地山境界から20cmとする。

Fig.11 馬場内部地盤の温度センサー配置

散布を計画していたので、効果を探る目的でモデル路盤を作り温度を計測した。

路盤の断面を Fig. 13 に示す。パークコースだけについて、土壌改良剤を散布した場合と散布しなかった場合の比較をした。温度センサーは各3個である。土壌改良剤の散布量は50~150g/m²程度が標準である。

測定結果は示さないが、今回の計測に関する限り効果は見られなかった。モデル路盤内の温度はパークコースで測定した温度より多少低いようだったが、これはモデル路盤を地表から15cm出したことが原因と考えられる。

§ 6. おわりに

育成トレーニング施設は全国で360カ所ある。全国の9割近くの競走馬を生産する北海道には、360カ所中、150カ所の施設がひしめいている。さらに、その中の126施設が、日高地方に集中している。

Table 4 計測内容一覧表

計測項目	対象	点数	計測方法	メーカー	備考
温度	ダートコース	24	BT-100B	共和電業	各コースとも地山の中まで計測する
	パークコース	18			
	土槽	3×2			
気象	雨量計		センサー 34-HT 変換器 M50-R	大田計器	
	風向・風速計		発信器 111-T 変換器 MVC-301	大田計器	
	温湿度計		センサー THP-B4T 変換器 THT-B120	神栄計器	
静的貫入量	パークコース		貫入試験器		
表面観察	パークコース ダートコース	不特定	目視		

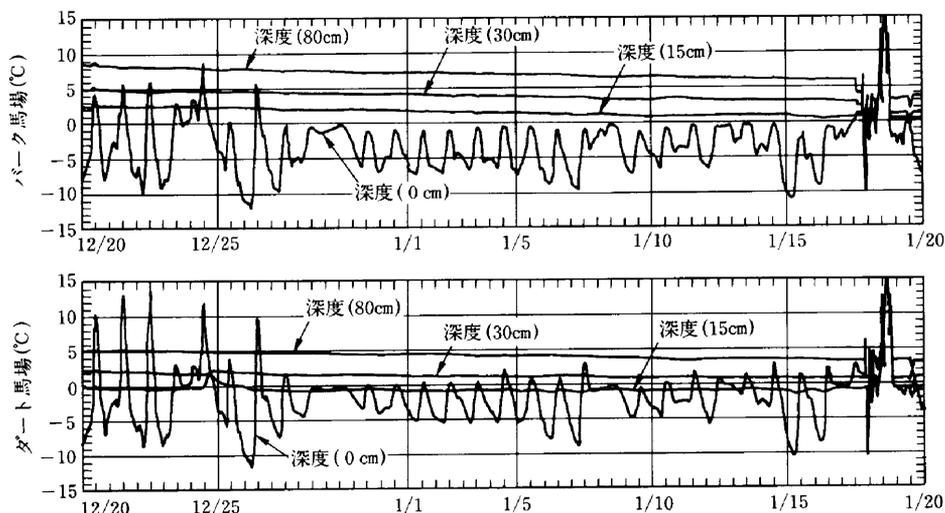


Fig.12 温度測定結果

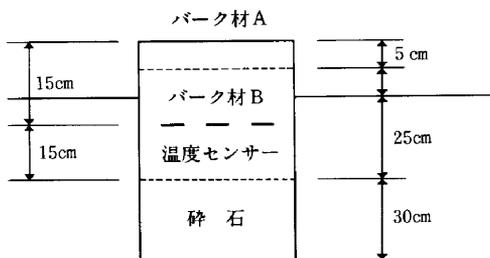


Fig. 13 土壤改良剤散布試験用モデル土槽

しかし、半年間冬季という悩みを抱える北国より、四季を通じてトレーニングができる本州での牧場開きが増えている。例えば、関東地方では JRA 美浦トレーニングセンター(茨城県)周辺で50カ所、関西では JRA 栗東トレーニングセンター(滋賀県)付近に15カ所、鹿児島県に24カ所、宮崎県に6カ所の施設がある。

冬季の使用可能期間が比較的長く、競走馬のトレーニングにも利点を持つパーク材を用いたトレーニングコースの建設は、今後とも増加する傾向にあると考えられる。特に北海道においては、使用可能期間が伸びる利点が大いなので有望な市場と考えられる。今後も検討を続けたい。

謝辞

本論文中の計測関係は、本社技術研究所「優駿プロジェクトチーム」と共同で行ったものである。計測器の設置・データの解析はプロジェクトチームで行った。チームの

メンバーに深謝します。メンバーは次のとおりである。

- 環境研究課—神谷課長, 牧野係長
- 先端技術研究課—吉川社員
- 地質研究課—平岡主任
- 土木技術課—稲葉副課長, 宮崎係長

参考文献

- 1) 長井 祥次：馬場の特性と問題点, 馬の科学, Vol. 27(2・3), pp. 42-49, 1990.
- 2) 小林 一敏：類似走路との力学的比較, 馬の科学, Vol.27(2・3), pp. 50-59, 1990.
- 3) 柴田 政人：使う側から見た馬場への提言, 馬の科学, Vol. 27(2・3), pp. 60-62, 1990.
- 4) 上田 八尋：馬にとって望ましい馬場, 馬の科学, Vol. 27(2・3), pp. 63-71, 1990.
- 5) 藤沢 彰：馬場の管理, 馬の科学, Vol.27(2・3), pp. 72-77, 1990.
- 6) 田中 奉之：将来の馬場, 馬の科学, Vol.27(2・3), pp. 78-86, 1990.
- 7) 二宮 清純：最新馬力養成法, Number 360, pp. 32-37, 1992.1.
- 8) 和田 晴ほか：OD ラバーペーパメントの工事報告 II, 大林道路株式会社技術報, No.19, pp. 69-72, 1988.
- 9) 大越 元司ほか：馬場築造材料の開発 I 室内実験について, 馬の科学, Vol.25(8), pp. 275-287, 1988.