

学校屋外運動場の表面かたさに関する実験的研究(その1)
—主としてモデル実験結果のまとめ—

正会員 ○山本俊雄*1 正会員 川崎浩司*2

I) まえがき: 1977年以来本研究室と他の数機関と共同で、学校屋外運動場の土ぼこり制御法、並びに表面かたさに関する実験的研究がおこなわれてきた。ここでは特に東京工業大学の小野研究室と共同して、ここ数年間行ってきた表面かたさに関する基礎実験の主要な結果について記す。

II) 測定装置、方法: 本実験装置は東京工業大学小野研究室によって開発され、改良された床の弾力性測定装置である。この装置は、人間が運動時に床に与える荷重と対応する荷重を重錘を落下させることにより床に作用させ、その時に得られる床の動的変形曲線から床の緩衝作用並びに反発作用による物理量を算出し、両者を複合させて床の弾力性を測定評価しようとするものである。(図-1)

III) 対象別測定結果

(1) 既存屋外運動場のかたさの測定: 測定対象として横浜市内の7つの学校の運動場を選定した。それらの運動場の表層材料は土、ウレタン、アスファルトに分類される。これらの材料は我が国の屋外運動場に用いられている一般的なものであり、それらの測定結果は表-1に示す。それによると変形エネルギー(U_F)の値は1.23kg・cm~17.69kg・cmであるが、一般的に良好とみなされている体育館の床のU_F値は30kg・cm~50kg・cmであり、上記の屋外運動場は全般的にかためと言えそうである。

(2) 現場での試作試料のかたさの測定: 文献2で作製された試料8体についてのU_F値は21.28kg・cm~92.80kg・cmの範囲内であり、(1)で測定した運動場の最大値より大きい。これは快適性の観点からみて「ぶよぶよする」、「ぬめる感じがする」などの言葉で表現されるようなやわらかすぎる試料であると思われる。(表-2)

(3) 本大学での試作試料のかたさの測定

1) モデル実験(その1): 試料土は豊浦標準砂を用い、Aモデル実験(アルミ底板を持つ内径286mm、深さ286mmの硬質塩化ビニール管の中に含水比が均等になるように調整された砂を3層にわけ、12.3kgのランマーで30cmの高さから13回づつ落下させて締め固めた供試体を平均含水比2.44%から15.58%までの14段階にわけて作製) Bモデル実験(80×80×38cm³の内容積のコンクリートブロックにビニールシートを敷き、含水比を8段階に変えて供試体を作製)の二つの実験が行なわれた。そのU_F値とかたさ感覚と対応する物理量(U_F)とその土の含水比や湿潤密度との相関性を調べてみた結果、含水比が同じであればBモデルのU_F値がAモデルよりかなり大きいこと、Bモデルの場合含水比15%付近でU_F値が急激に変化すること、Aモデルにおいて湿潤密度が大きくなるとU_F値は低くなる傾向があることなどが求められた。(図-2) ii) モデル実験(その2): モデル地盤作製のための締め固め方法としての締め固め機の作製検討を行ない、それによって標準砂モデル地盤、関東ロームモデル地盤において表面の強度・変形特性とその含水比・密度との相関性を検討した。締め固め機についてはエネルギーを均一に地盤に与え、しかも、その量が機械的に測定可能であることを条件に全負荷打撃回数3000回/分の市販の振動ハンマーにゴムを

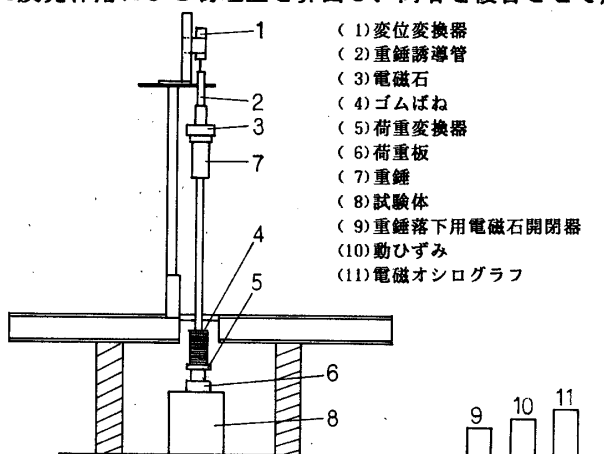


図-1 弾力性測定装置機構図

表-1 測定結果一覧

測定対象校	測定箇所	U _F (kg・cm)	絶対硬度 (kg/cm ³)	CBR (%)	備考
A 高校	No.1	8.32	535.2	36.69	土
	No.2	13.56	332.0	54.65	
B 小学校	No.1	7.74	120.8	37.14	盛土
	No.2	14.00	84.8	23.45	
C 小学校	No.1	10.57	166.4	31.77	切土
	No.2	17.37	22.4	35.43	
D 中学校	No.1	7.90	209.6	43.67	土
	No.2	10.24	186.4	26.69	
E 中学校	No.1	6.58			ウレタン系
	No.2	5.09			
F 小学校	No.1	9.42	217.6	37.13	土
	No.2	17.67	96.0	53.73	
G 小学校	No.1	2.53	460.8		アスファルト系
	No.2	1.23	508.8		
H 小学校	No.1	3.24			アスファルト系
	No.2	3.61			
最大値		17.67	535.2	54.65	
最小値		1.23	22.4	23.45	
平均値		8.69	245.1	38.04	

表-2 測定結果

供試体番号	U _F (kg・cm)	絶対硬度 (kg/cm ³)
1	21.28	363.0
4	33.04	186.2
5	38.24	36.7
6	30.98	84.8
7	27.62	193.5
8	58.00	41.7
10	86.95	15.8
11	92.80	11.6

接着し、最適含水比14%位の豊浦標準砂を3層に入れて、各層36点を一定時間締め固め、ゴムの種類、負荷荷重、締め固め時間と回数を変えてモデル地盤9体について U_F 値を測定した。実験の作業能率、正確さを考慮し、次の条件を満足するものを最良の締め固め機として採用することにした。a) 上下限曲線内に存在すること、b) U_F 値のばらつきが小さいこと、c) 締め固めに用する時間が長すぎないこと。この結果ゴムの厚さ20mm、負荷荷重は0kgf、時間×回数(秒×回数)は5×3のタイプが最良と決定された。標準砂と関東ローム土によるモデル地盤の U_F 値と含水比の関係はそれぞれの試料に徐々に加水し標準砂では含水比13.7%から20.2%で12種類、関東ローム土では18.3%から65.4%で18種類について締め固めを行ない U_F 値を測定した。その結果、 U_F 値と含水比の相関図を画くと標準砂モデル地盤では下に凸の二次回帰線が画かれ、含水比14.7%付近で最もかたく、関東ロームモデル地盤では上に凸の二次回帰曲線が画け含水比48%付近で最もやわらかいことがわかった。(図-3、図-4) iii) モデル実験(その3) ^{文献5} 関東ローム

モデル地盤の採取土の含水比、密度の測定値とRI測定器によるものとの相関性を検討し、モデル地盤内における弾力性測定装置の衝撃荷重の影響およびその範囲を把握することである。モデル地盤締め固めは上記ii)での方法による。実験は3モデルによって行なわれ、1Bモデルにおいては気乾の関東ロームの含水量を徐々に加水しモデル地盤を作製し、 U_F 値を測定したのち採取およびRI測定器により含水比密度を測定する。2Bモデルについては1Bモデルと同様に地盤を作製し、中心から65mm,135mmの点で U_F 値測定前後においてRI測定器により含水比・密度を測定し、1回の衝撃荷重の影響を把握する。3Bモデルにおいては作製は1B、2Bモデルと同様にし、測定も同様な手順で行ない、 U_F 測定は弾力性測定装置により3回衝撃を与え、3回目の U_F 値を測定した後に密度と含水比を測定する。これらの結果は、1Bモデルにおいて、含水比は実測による供試体上部の含水比(w_u) + 供試体中部の含水比(w_m) / 2とRI測定によるものが非常に相関が高い。密度については湿潤密度においては相関性が非常に高いが、乾燥密度においては相関性がやや低い。2B、3Bモデルについては距離と含水比の相関より、衝撃荷重の影響とその範囲を検討してみると一般的な含水比のモデル地盤が、1回、3回の衝撃荷重により各測定でばらついていることより影響があるといえるが、その具体的な点は明らかでない。湿潤密度と距離については中心点が65mm,135mmの点より高い値を示すが、乾燥密度に関してはその傾向がなくばらついている。(図-5) **IV) あとがき: 土が持っている性質が非常に複雑であるため、試料のばらつきが含水比、密度、 U_F 値の測定結果にあらわれていると考えられる。そして、現在までに用いられてきた測定装置は、屋内運動場の床の弾力性測定用のものであり、より変形の大きい土やモデル土用として用いるには問題がある。また、かたさの快適性、安全性の判定法についても、身体各部の医学的測定なども加味しながら、その判定法をよりよいものとしていきたいと考えている。**

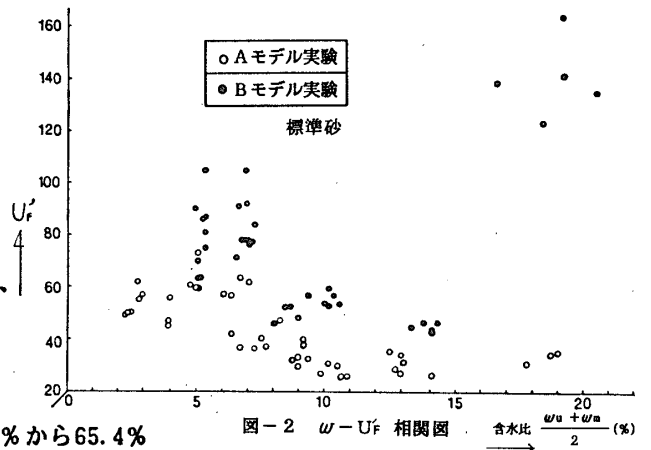


図-2 $w-U_F$ 相関図

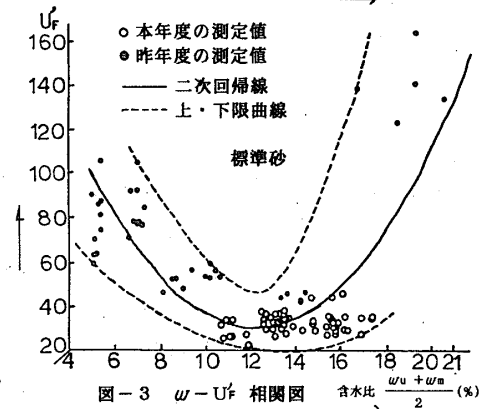


図-3 $w-U_F$ 相関図

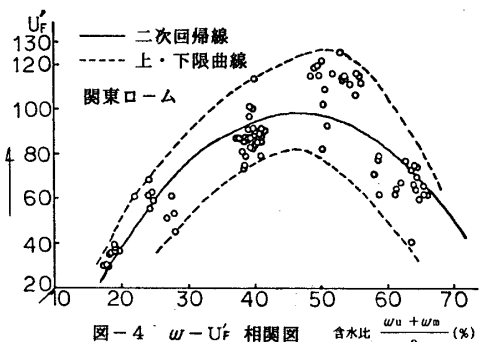


図-4 $w-U_F$ 相関図

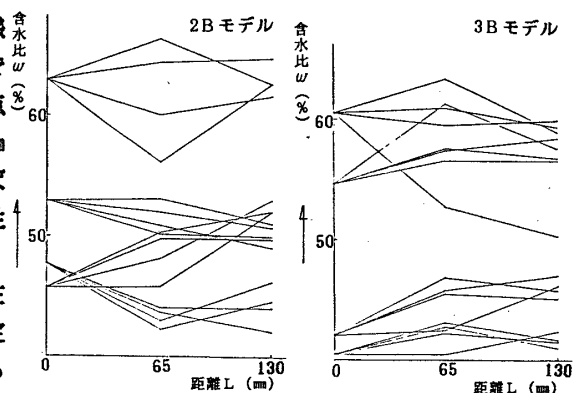


図-5 L-w 相関図

<参考文献> 1)小野英哲他: 体育館の床の弾力性に関する研究(その1~その5) 日本建築学会論文報告集181,187,188,226,227号
2)川崎浩司・山本俊雄他: 屋外運動場の飛砂じんの実態調査およびその軽減法に関する基礎的研究(その1~その11) 日本建築学会大会学術講演梗概集1978~1980 3)川崎浩司・山本俊雄他: 学校屋外運動場の表面かたさに関するモデル実験 第17回土質工学研究発表会1982 4)山本俊雄・川崎浩司他: 学校屋外運動場の表面かたさに関するモデル実験(その2) 第18回土質工学研究発表会1983 5)山本俊雄・川崎浩司他: 学校屋外運動場の表面かたさに関するモデル実験(その3) 第19回土質工学研究発表会1984

*1: 神奈川大学 助手 *2: 同 助教授