

公園用舗装におけるH I Cの算定に関する研究

A study of estimation on HIC in the playing ground pavement

北海学園大学工学部土木工学科 ○学生員 大石裕樹 (Hiroki Oishi)

北海学園大学工学部土木工学科 正 員 上浦正樹 (Masaki Kamiura)

1. まえがき

公園の遊具の下や周囲の地盤にゴムチップなどを敷き詰めることによって、遊具からの落下時、頭部にかかる衝撃を緩和することができる。このゴムチップとしては、車の廃タイヤを使用する廃棄物利用がさかんに行われている。だが、日本において、これらのゴムチップを評価する方法や指標が作られていない。

現在、米国にはH I C (Head Injury Criteria 頭部損傷基準) のプログラムが開発され、その試験方法とともに米国国内の遊戯施設の安全性を確保するために用いられている。具体的な方法としてH F W D (Handy Falling Weight Deflectometer 非破壊試験装置) を使用した独自のプログラムを製作することにある。

また、コンクリートとゴムチップとのH I Cを比較検討することとした。

2. 研究目的

衝撃吸収性床材に弾力性のあるゴムチップを用いて、衝撃緩和を目指す規格を作成する必要なデータおよび試験方法の研究を行うことを目的とする。

3. H I Cの定義

H I Cとは、遊具から落下した際、地面に頭部が叩きつけられる。そのとき、地盤が頭部への衝撃を緩和するといった安全性を有しているか判断するための値である。H I Cの定義は式(1)である。

$$HIC = \left[(t_2 - t_1) \left(\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} a dt \right)^{2.5} \right]_{\max} \quad (1)$$

a : 加速度 t₁、t₂ : 時間変数

4. 使用したゴムチップの種類

使用したゴムチップは30mm*30mm*厚さのゴム材で廃タイヤをリサイクルしたものである。(表-1)

表-1 使用したゴムチップの種類

種類	厚さ(mm)	重さ(kg)	種類	厚さ(mm)	重さ(kg)
1A	50	3.28	1B	50	3.34
2A	70	4.8	2B	70	4.8
3A	90	6.4	3B	90	6.2
4A	120	8.0	4B	120	8.1
5A	150	9.8	5B	150	9.7
6A	200	12.8	6B	200	13.3

5. 研究方法

5. 1 手順

- ① H F W Dを使用してゴムチップ(床はコンクリートとする)、コンクリートの加速度を計測する。
- ② 計測した加速度をグラフ化し、原点を定める。(図-1)
- ③ 波形を確定する。(図-2)
 - i) そのグラフの第1波を抽出する。
 - ii) 第1波を20分割に分ける。
 - iii) 第1波が欠けているので復元する。
 - iv) 復元の方法としてグラフは頂点で左右対称とし、相似法を用いる。
- ④ H I Cを算出する。(表-2)
 - i) 2分割を1つの台形とし台形積分法を用いて各H I Cを算出する。
 - ii) 最大値をその時のH I Cとする。
- ⑥ コンクリート、各ゴムチップ共に3回の平均をそのH I Cとする。
- ⑦ 同様に2種類6厚さのゴムチップについてもH I Cを算出する。
- ⑧ コンクリートと各ゴムチップのH I Cをグラフ化し、比較検討する。(表-3、図-3)

5. 2 実験

H F W Dを用いて衝撃荷重を3KNに設定して実験を行った。その時、H F W Dの下には、載荷板を使用した。落下回数については、コンクリート、各ゴムチップ共に3回とした。

また、加速度計は、H F W Dの重錘上部に取り付け加速度データを収集した。

加速度と時間の関係(第1波) コンクリート①

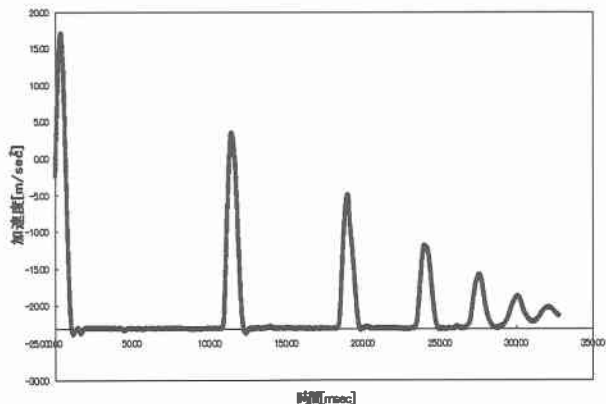


図-1 加速度と時間の関係のグラフ

加速度と時間の関係(第1波) コンクリート①

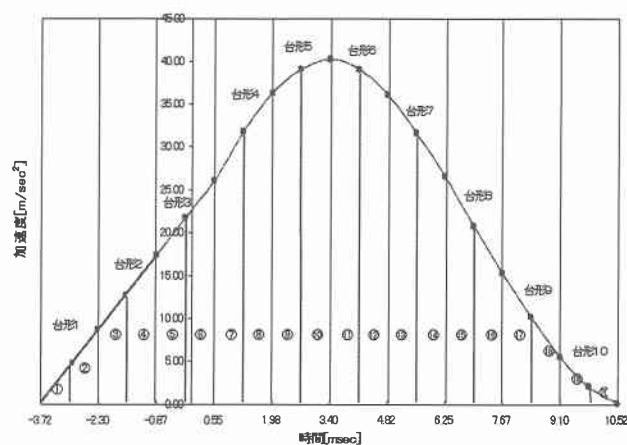


図-2 第1波の台形積分

ゴムチップのH I Cの比較

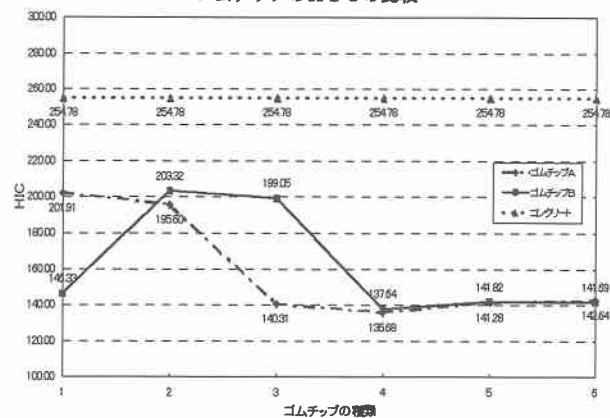


図-3 コンクリートと各ゴムチップのH I C比較のグラフ

表-2 時間変数 $t_1 \cdot t_2$ による H I C

t_1 [sec]	t_2 [sec]	0.01052	0.00910	0.00767	0.00625	0.00482	0.00340	0.00198	0.00055	-0.00087	-0.00230
-0.00372	168.063	191.299	201.404	186.931	145.419	89.628	41.961	14.755	3.570	0.316	
-0.00230	186.957	216.679	232.946	221.564	177.437	113.183	55.117	20.193	4.918		
-0.00087	189.873	224.879	247.156	240.059	195.500	125.098	58.550	17.638			
0.00055	172.863	210.340	236.884	124.073	191.022	117.150	44.605				
0.00198	132.241	166.553	192.342	191.078	149.535	74.886					
0.00340	78.650	103.622	122.069	116.999	74.649						
0.00482	34.235	47.946	56.245	44.650							
0.00625	10.078	15.357	15.942								
0.00767	1.632	2.724									
0.00910	0.073										

表-3 コンクリートと各ゴムチップのH I C

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	1B	2B	3B	4B	5B	6B	コンクリート
①	218.11	196.17	141.11	135.64	141.68	140.44	142.37	195.04	186.34	139.15	141.48	142.68	247.16
②	184.35	190.77	143.66	138.48	144.01	143.50	150.51	209.58	186.25	133.08	140.61	136.19	251.75
③	203.27	199.85	136.14	132.93	138.15	143.98	146.11	205.35	224.55	140.70	143.37	146.19	251.86
平均	201.91	195.60	140.31	135.68	141.28	142.64	146.33	203.32	199.05	137.64	141.82	141.69	254.78

6. 研究結果と考察

表-3に結果を示す。H I Cは、1000以下と基準されている。

図-5より、ゴムチップ材は公園内の床には地盤材料として適しているといえる。(H I Cは、小さいほど衝撃緩和能力がある。) 衝撃緩和率は、ゴムチップ3Aを基準にするとコンクリートに比べ約1.88倍、3Bを基準とすると約1.85倍衝撃を緩和すると考えられる。

又、ゴムチップAとゴムチップBを比較すると、全体的にゴムチップAの方がH I Cの値は小さい。これより、ゴムチップAの方が衝撃緩和、すなわちゴムチップがやわらかいと判断される。1Bに関しては、データの加速度が1Aに比べ約5g程小さい値だったので、今回の考察からは除くものとする。

次に、ゴムチップA、ゴムチップB共にある厚さに達すると、H I Cが急に減少し、その後はその値に収束する傾向が見られる。(ゴムチップAは3Aが収束点、ゴムチップBは3Bが収束点と考えられる。) これにより、ゴ

ムチップがある程度の厚さを持たなければ、ゴムチップの下地の影響を受けることが推定される。

7. まとめ

これらの実験データより、コストの面も考慮すると、ゴムチップの厚さは種類4の120mmがおおよそ適切と考えられる。

なお今後は、以下の事に取り組んでいく。

- ①芝、土、砂など一般的によく使われているもののH I Cを算出してゴムチップと比較する。
- ②ゴムチップの下地、土、砂などの地盤ごとにH I Cを算出し、コンクリートのものと比較する。
- ③H FWDの衝撃荷重を変えH I Cの変位を調べる。

参考文献

- 1) A S T M : プレイグラウンド遊具の下及び周囲の路床系の衝撃減衰に関する基準仕様書、1999。