

中華民國國家標準	遊戲場鋪面材料衝擊吸收性能 試驗法	總號	1 2 6 4 3
CNS		類號	A 1 0 4 4

Method of test for impact attenuation of surfacing materials of playground

1. 適用範圍：本標準規定遊戲場設備使用區域鋪面材料之衝擊吸收性能試驗方法。

備考 1. 本標準對遊戲場鋪面材料建立衝擊吸收性能準則，以臨界墜落高度表示。

2. 本標準對在實驗室條件下測定遊戲場鋪面材料之臨界墜落高度建立步驟。實驗室之鋪面試驗須符合本標準規定。

3. 本標準規定實驗室試驗為乾鋪面材料之性能。

4. 在實驗室條件下測定遊戲場鋪面材料之臨界落下高度，並未考慮可能影響安裝完成鋪面材料實際性能之重要因素。已知影響鋪面材料性能，包括但不限於老化、潮濕、維護、暴露於嚴苛氣候（例如：凍結）、暴露於紫外光線、其他物質污染、夯壓、厚度減少、收縮、浸入水中等。

5. 本標準亦對安裝完成之鋪面材料建立測試步驟，以測定安裝完成之鋪面材料是否符合特定性能準則。

6. 對於安裝完成遊戲場鋪面材料之實地試驗結果，測定須符合本標準之準則，其試驗為在周遭條件下執行。

7. 本標準所建立之衝擊吸收性能準則及測試方法，特定於頭部傷害之風險。對於符合本標準之規定，僅有有限之證據減少其他類嚴重傷害之風險（例如：長骨斷裂）。

8. 本標準僅與遊戲場鋪面材料之衝擊吸收性能相關，並未述及其他對墜落相關傷害之造成因素。惟確信符合本標準規定可減少因墜落造成傷害及死亡之風險。

2. 用語釋義

(1) 臨界墜落高度(critical fall height)：一種遊戲場鋪面或鋪面材料之衝擊吸收性能，定義為符合本標準規定之衝擊吸收性能準則最大落下高度。即不預期會發生致命性頭部傷害之最大墜落高度。

(2) 加速度(acceleration)：速度於時間內之變化率，單位為 m/s^2 。

(3) 落下高度(drop height)：衝擊試驗中之投射物掉落高度，為架高投射物之最低點與受測鋪面間垂直量測距離。

(4) 重力加速度(g)：地心引力在海平面造成之加速度，標準值為 $9.80665 m/s^2$ 。

(5) 最大重力加速度(g -max)(以下簡稱 g -max)：投射物於衝擊期間之最大加速度，單位為 g 。

(6) 頭部傷害指數(head injury criterion, HIC)(以下簡稱 HIC)：一種明確規定之衝擊加速度曲線積分值，用以判斷頭部傷害之相對風險。

(7) 頭部傷害指數間隔時間(HIC interval)：用於計算 HIC 之衝擊加速度波之時間間隔。

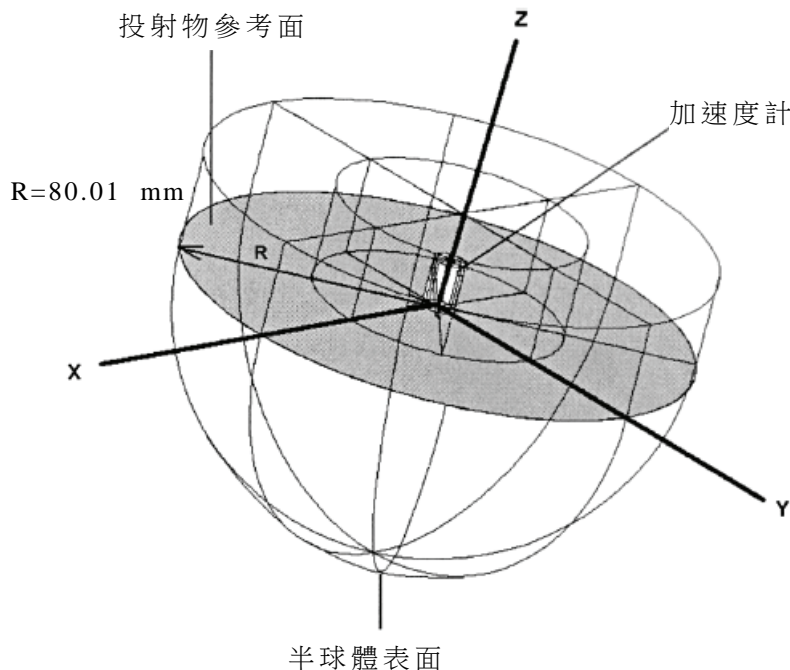
確認日期：104 年 6 月

(共 15 頁)

公布日期 78 年 12 月 13 日	經濟部標準檢驗局印行	修訂公布日期 97 年 1 月 31 日
------------------------	-------------------	-------------------------

- (8) 衝擊(impact)：移動中之物體(如衝擊試驗用之投射物)撞到另一物體(如鋪面)而形成之接觸情形，此時一方或雙方均承受到高加速度值。
- (9) 衝擊吸收性能(impact attenuation)：意指遊戲場鋪面之屬性，能透過局部變形或移位，以吸收衝擊產生之能量，進而降低最高衝擊力與加速度之強度。
- (10) 衝擊試驗(impact test)：藉由量測投射物掉落鋪面之加速度，以判斷遊戲場鋪面或鋪面材料衝擊吸收性能之步驟。
- (10.1) 自由落體衝擊試驗(free-fall impact test)：投射物軌跡不受各種導軌、鋼線、裝置或結構物所限制之衝擊試驗。
- (10.2) 導向衝擊試驗(guided impact test)：投射物軌跡受到各種導軌、鋼線、裝置或結構物所限制之衝擊試驗。
- (10.3) 衝擊試驗結果(impact test results)：一次或多次衝擊試驗量測、或一次以上量測之計算值，藉此界定遊戲場鋪面或鋪面材料之衝擊吸收性能。
- (11) 衝擊試驗位置(impact test site)：遊戲場鋪面上被選定為衝擊試驗之撞擊點。
- (12) 衝擊速度(impact velocity)：落下物體(如投射物)在衝擊瞬間之速度(V_0)。
- (13) 投射物(missile)：具規定質量及規定半徑半球體表面之剛性物；做為衝擊遊戲場鋪面之用(參照圖 1)。

圖 1 投射物參考面與主軸



- (14) 投射物參考面(missile reference plane)：半球體投射物之圓形平面。
- (15) 性能準則(performance criterion)：一至多項衝擊試驗結果之限制值，旨在規定最低之衝擊吸收性能。
- (16) 參考落下高度(reference drop height)：衝擊試驗之理論落下高度標準。

- (17) MEP 參考用墊(reference MEP pad)：一種標準彈性墊(modular elastomer programmer pad)，具備一已知、且一致性之衝擊吸收性能，用以確認衝擊試驗設備是否妥善運作。
- (18) 參考溫度(reference temperature)：進行衝擊試驗時鋪面材料之控溫標準。
- (19) 取樣試驗點(sample test point)：選為衝擊試驗目標之取樣表面位置。
- (20) 理論落下高度(theoretical drop height)：標準條件下之衝擊速度等於實際量測之投射物衝擊速度(V_0)時之落下高度(h)。標準條件假設摩擦力及空氣阻力，均不影響投射物之加速度，重力加速度則等於海平面標準值 g 。在自由落體衝擊試驗中，實際落下高度約等於理論落下高度。在導軌式衝擊試驗中，基於導軌裝置之摩擦力效應，理論落下高度會少於實際落下高度。
- (21) 加速度計(accelerometer)：量測加速度用之換能器。
- (21.1) 換能器(transducer)：數據通道上之第一項裝置，可將欲量測之物理量，轉換成另一種物理量(如電壓)，而此物理量可供數據通道上其他儀器之處理。
- (21.2) 三軸加速度計(triaxial accelerometer)：一種換能器或換能器組合，用以量測加速度向量對應於三個正交空間軸之加速度分量。
- (21.3) 單軸加速度計(uniaxial accelerometer)：量測對應單一空間軸之加速度向量。
- (22) 加速度計數據通道(accelerometer data channel)：將加速度物理量之資訊由發端傳送至顯示端之所有儀器及步驟。數據通道包括傳訊用之所有換能器、訊號調節器、放大器、濾波器、數位轉換器、紀錄裝置、電纜及連接器，以及轉換數據頻率、振幅或時間之分析軟體或步驟。

3. 性能

- 3.1 鋪面性能參數(surface performance parameters)：從連續三次衝擊試驗中之最後兩次試驗結果，分別算出 g -max 與 HIC 之平均值，做為鋪面性能之量測標準。
- 3.2 性能準則(performance criterion)：符合本標準規定之性能準則為： g -max 不得超過 200 g ，HIC 不超過 1000。
- 3.3 遊戲場鋪面之臨界墜落高度：臨界墜落高度之實驗室試驗，依第 11~14 節之規定進行試驗。
- 3.3.1 裝於遊具使用區域之鋪面，其臨界墜落高度不得低於設備之墜落高度。除非有規定較高之墜落高度，否則墜落高度應依 CNS 12642〔公共兒童遊戲場設備〕對特定遊具之規定。
- 3.3.2 遊戲場鋪面之臨界墜落高度，應依第 12 節之規定，運用 -6°C 、 23°C 與 49°C 之參考溫度、鋪面性能參數及性能準則決定。
- 備考 1. 指定溫度涵蓋大多數遊戲場所經歷之溫度範圍。使用遊戲場時，鋪面材質若長時間處於較高或較低溫度時，得指定以較高或較低溫度另行測試。
2. 潮濕或結凍試驗：主管機關得要求測試鋪面材料，以決定表面潮濕、結凍或兩者兼具時之臨界墜落高度。

3.3.3 決定臨界墜落高度之實驗室試驗，使用試樣應在設計、材料、組件、厚度及製造上，完全與設置於遊戲場之鋪面材料相同。

3.4 遊戲場鋪面性能：鋪面性能實地試驗，依第 15~18 節之規定進行試驗。

3.4.1 在參考落下高度處，依第 15~18 節規定，測試裝設於遊戲使用區域之鋪面時，每處使用區域受測位置之鋪面性能參數，應符合本標準所列之性能準則。參考落下高度應大於：(1)所有權人及經營者在購買前所指定之高度，(2)裝設遊戲場鋪面時指定之臨界墜落高度，(3)設備墜落高度，或(4)裝設時之鋪面臨界高度。

4. 試驗方法概要

4.1 臨界墜落高度試驗：採用衝擊試驗以量測遊戲場鋪面或鋪面材料之衝擊吸收性能，該試驗係將投射物從事先指定之落下高度掉落至遊戲場鋪面。使用加速度計及相關之數據記錄設備，量測投射物於衝擊期間之加速度。分析加速度歷時以決定 $g\text{-max}$ 及 HIC。至於在各種參考溫度及落下高度之遊戲場鋪面試樣，將三次連續落下試驗中之第二次與第三次試驗值平均後，得出平均值。

4.2 鋪面材料之臨界墜落高度，採用落下高度範圍內之衝擊試驗代表性試樣決定。鋪面材料於 $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及 $49\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之溫度試驗。臨界墜落高度即為鋪面性能參數符合性能準則之最高理論落下高度。

4.3 裝設鋪面性能試驗：欲測試裝於遊具使用區域內之遊戲場鋪面，是否符合本標準指定之性能時，應依第 15 節~第 18 節規定，使用等於或高於遊具設備墜落高度之理論落下高度，進行衝擊試驗。此項試驗於環境條件下進行，並提報其結果。

5. 重要性及用途

5.1 本標準旨在建立遊戲場鋪面之最低衝擊吸收性能之規定，降低墜落造成頭部嚴重受創之風險。

5.2 本標準提供統一量化遊戲場鋪面衝擊吸收性能之方法，適用於比較不同遊戲場鋪面材料之相對性能。

5.3 本標準為指定遊戲場鋪面衝擊吸收性能時之依據。

5.4 本標準提供一致方法比較遊戲場鋪面之衝擊吸收性能及本標準所列性能準則，以及其他以落下高度表示之性能準則。因此，本標準適用於決定裝設之遊戲場鋪面，在使用環境條件下之實際衝擊吸收性能。

5.5 若搭配衝擊試驗值及頭部傷害之相關數據，套用本標準而產生之資訊，就能用以評估墜落導致頭部嚴重受創之相對風險。

6. 設備操作員資格：設備操作員應接受主管機關辦理或受權辦理之訓練，學習正確操作試驗設備。

7. 試驗儀器

7.1 測溫裝置：量測鋪面溫度用之溫度計、數位溫度計或其他感測器，其作用範圍至少為 $-7\sim +54\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，解析度為 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，準確度為 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。測溫器應能插入遊戲場鋪面至少 25 mm 處。

7.2 衝擊試驗系統：進行衝擊試驗用之裝置或系統，使裝設之投射物從事先指定之

落下高度，掉落至遊戲場鋪面或鋪面材料。

7.2.1 投射物

- (1) 投射物本體應以鋁合金 6061-T6 製成，表面粗糙度為 $25 \mu\text{m}$ 。
- (2) 投射物具有半球體衝擊表面，外徑為 $(160 \pm 2)\text{mm}$ 。投射物之水平位置定義為其參考面位於最上方並處於水平表面之時。
- (3) 投射物上得有孔洞或外接組件以裝上感測器或接上構件。此種孔洞或外接組件之形狀，一般約與水平投射物之 Z 軸對稱，則質量中心就在 Z 軸之 2 mm 內，任兩個水平軸之慣性力矩變化不得超過 5%。
- (4) 構件(如把手或球形臂)得接在投射物上，做為銜接外部導向系統之管道。掉落用組裝物之總質量，亦即投射物、加速度計及構件之合計質量，應為 $(4.6 \pm 0.02)\text{kg}$ 。構件本身之質量不得超過 1.4 kg 。
- (5) 投射物軸：貫穿投射物質量中心及投射物參考面垂直之軸，其朝上正向即為 Z 軸。該軸名義上與受測平面成垂直。兩個相互正交與投射物參考面成平行，並貫穿投射物質量中心之軸，則指定為 X 軸及 Y 軸(參照圖 1)。
備考：此參考架構中，重力加速度為負值，衝擊期間之頭模(headform)加速度為正值。

7.2.2 導向衝擊試驗用之導向裝置：供導向衝擊試驗使用，投射物得接至摩擦力低且使用從動件(follower)或其他導向裝置(如單軌、雙軌或導線)，將投射物之墜落軌跡限制在垂直向下之路徑。導向系統須使投射物在落下前呈水平狀態，掉落時之投射物亦須維持水平($\pm 5^\circ$)姿勢。導向裝置結構除了本身摩擦力造成之必要阻礙外，不得阻礙投射物於墜落期間或接觸受測鋪面時之軌跡。

7.2.3 自由落體衝擊試驗之支撐結構：自由落體衝擊試驗應使用支撐結構(如三腳架)以確保落下高度及位置能重複使用。支撐結構應十分堅固，足以支撐投射物重量而無目視可及之變形處。支撐結構豎立時，不得阻礙投射物於墜落期間或接觸受測鋪面時之軌跡。

7.2.4 落下高度控制裝置：第 7.2.2 節提及之導向裝置或第 7.2.3 節提及之支撐結構，應具備在事先指定之落下高度，重覆定位投射物之方法。

7.2.5 釋放裝置：為了使投射物落下，應設置手動或電動操縱之快速釋放裝置。釋放裝置之操作，不得影響釋放投射物後之墜落軌跡。

7.3 加速度量測系統：係指單一換能器或換能器與相關設備構成之系統，及在量測及記錄投射物於衝擊期間之加速度，準確度為真值 $\pm 1\%$ 。

7.3.1 加速度計：加速度計應固定在投射物之質量中心處。加速度計之感測軸，應貫穿投射物之質量中心。

- (1) 自由落體試驗應使用三軸加速度計。三軸加速度計之三個軸，應對正($\pm 5^\circ$)投射物之 Z 軸、X 軸及 Y 軸。
- (2) 導向試驗得使用一個單軸加速度計。加速度計應固定在投射物之質量中心，感測軸則對正($\pm 5^\circ$)投射物之 Z 軸，並貫穿投射物之質量中心。

- 7.3.2 加速度計之最低感測範圍為 ± 500 g，任一軸向容許加速度至少為 1000 g。
- 7.3.3 校正加速度計：校正加速度計應參考國家度量衡實驗室(NML)追溯標準，利用震動器表格引用加速度計製造廠商認定適用之頻率及振幅範圍校正。校正程序至少應涵蓋 2~2000 Hz 之頻率範圍。
- 7.3.4 加速度計校正週期應以設備製造廠商建議之時間間隔或每隔兩年（兩者以時間較短者為準），執行再校正。
- 7.3.5 加速度計之連接：加速度計之電力與訊號連接線（如電纜），應以連接裝置不影響投射物於衝擊試驗之前及期間之軌跡建構。
- 7.3.6 調節加速度計訊號：基於妥善操作加速度計所需之電力放大訊號調節裝置，應採用加速度計製造廠商推薦之型號，其阻抗與頻率響應特徵，應與加速度計相容。
- 7.3.7 過濾加速度計訊號
- (1) 反假像濾波器(Anti-aliasing Filter)：為了避免假之數位化加速度數據，應在數位化之前，先以類比低通濾波器過濾加速度訊號。反假像濾波器之角頻率為 (5000 ± 500) Hz，或最高為單頻抽樣率之 0.25 倍。
 - (2) 數據通道濾波器(Data Channel Filter)：使用適合第 7.3.14(2)節所規定數據通道規格之 4 階巴特沃斯濾波器(Butterworth Filter)，以過濾數位化數據。得採用具備四極特徵且符合數據通道規格之類比濾波器取代。
- 7.3.8 紀錄裝置：使用數位紀錄裝置以擷取衝擊期間之加速度時間訊號，此類裝置如數位儲存示波器、電腦上之專用波形分析器，並搭配類比至數位轉換器。不得使用類比示波器及其他類比紀錄裝置。
- 7.3.9 解析度：使用數位轉換器將加速度計之類比訊號轉換成數位數據時，該數位轉換器之解析度至少為 12 位元，延伸範圍為 ± 500 g。
- 7.3.10 抽樣率：紀錄裝置之最低抽樣率為每道加速度計通道 20.0 kHz。使用三軸加速度計時，建議三個數位轉換器(每個加速計軸使用一個)之最低抽樣率為 20.0 kHz。此外，每個加速計軸若能提供同步追蹤及保持放大器，則得採用 60.0 kHz 做為最低抽樣率。
- 7.3.11 容量：數位轉換器最少能連續記錄及儲存 50 ms 之時間，從開始衝擊前 5 ms 開始，並於衝擊結束後 5 ms 內結束。
- 7.3.12 顯示螢幕：紀錄系統應能顯示記載之加速度－時間數據，以便操作員檢查。建議採用圖像式顯示，亦得接受列印成書面表格或其他顯示方式。從螢幕上能檢查衝擊開始前 5 ms 至衝擊結束後 5 ms 內之數據紀錄點。螢幕顯示加速度資料之方式，便於檢查 -10 g 起至最高紀錄加速度值範圍內之所有資料點。
- 7.3.13 加速度計數據通道
- 7.3.14 準確度：每道數據通道之準確度，為衝擊期間記錄之最高加速度介於真值 ± 1 % 以內。
- (1) 頻率響應：進行訊號過濾之前，所有加速度數據通道之頻率響應值，均為平坦之 ± 0.1 dB，其範圍為上限 1.0 Hz，下限 2000 Hz。

(2) 通道頻率等級：所有加速度數據通道，包括訊號過濾在內，應符合通道頻率等級 1000 數據通道之規定及 1~1000 Hz 增加準確度之額外要求。

7.4 量測落下高度：此為重覆判斷投射物落下高度之方法，解析度為 25 mm，準確度為真值 $\pm 1\%$ 。

7.4.1 自由落體衝擊試驗應於釋放投射物之前，先使用量測桿、鋼捲尺或其他適用工具，直接測出落下高度。亦得使用間接方式決定出理論落下高度，此種間接方式包括第 7.4.2 節所規定之測速系統，或為量測釋放投射物至開始衝擊之時間間隔(墜落時間)，此時之時間間隔，應有 1.0 ms 之解析度及準確度以測定。測得之落下高度及理論落下高度，應一併報告。

7.4.2 導向衝擊試驗欲決定出理論落下高度，須在投射物開始衝擊前隨即測速；投射物軌跡上之測速位置，須在投射物與受測鋪面間之第一接觸點上方 51 mm 內。測速系統得由量測不透明擋光板遮斷光線感測器時間之光閘裝置或其他適用方法構成。測速裝置不得干擾或阻礙投射物軌跡，並以 0.03 m/s 之解析度及 $\pm 1\%$ 真值之準確度記錄衝擊速度。

備考：由於理論落下速度與衝擊速度平方值成比例，落下高度量測值 $\pm 2\%$ 許可值，相當於測速數值 $\pm 1\%$ 許可值。對於準確度達到 $\pm 1\%$ 之標準擋光板及光閘設計測速計，擋光板寬度之準確度為 $\pm 0.5\%$ ，並以 ± 20 ms 之準確度量測切換時間(換言之，測時裝置之時脈至少為 50 kHz)。

7.5 電池式設備：電池式設備應有監督電池電力之方法(如電壓計或指示器)。

7.6 系統完整性檢查：每次使用前後，應檢查試驗儀器是否運作正常。系統完整性檢查至少涵蓋下列步驟：

7.6.1 檢查每項電池式設備之電力狀態，確保現有電力及電壓水平正常。

7.6.2 進行第 9 節規定之儀器檢查，試驗儀器是否正常運作。

7.7 確認設備性能：依本標準之規定，測試機構應取得下列文件妥善保管以供檢查之用：

7.7.1 每件加速度計

(1) 製造廠商保證書：顯示加速度計之頻率響應值，符合第 7.3.5 節之規定。

(2) 合格機構出具之校正證明書：顯示加速度計之感測範圍及校正係數精度至三位有效數字。

7.7.2 每項訊號調節裝置：製造廠商證明書：顯示裝置之頻率響應符合第 7.3.14 節之規定。

7.7.3 對於加速度量測系統：由加速度量測系統製造廠商出具文件，證明每道加速度數據通道均符合本標準之規定。

7.7.4 對於落下高度量測系統：由落下高度或衝擊速度量測系統製造廠商出具文件，證明符合本標準之規定。

8. 計算方法

8.1 理論落下高度

8.1.1 理論落下高度(h)應從量測衝擊速度(v)，再套用公式 $h = \frac{v^2}{2g}$ 算出，此處之 g

為重力加速度。

8.1.2 此外，在自由落體試驗中之理論落下高度(h)，得透過量測墜落時間(t)，再套用公式 $h = \frac{1}{2}g \cdot t^2$ 算出。

8.1.3 合成加速度(Resultant Acceleration)：若使用三軸加速度計，衝擊歷時各點之合成加速度，應利用下列公式算出： $A_R = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$ ，此處之 A_R 為合成加速度， A_x 、 A_y 及 A_z 為對齊 X 、 Y 及 Z 投射物軸之加速度計所記下之加速度。

8.2 g -max： g -max 為衝擊期間所記下之最高加速度。若使用三軸加速度計， g -max 應為合成加速度之最大值。

8.3 平均 g -max：將連續三次衝擊試驗中之第二次與第三次 g -max 值平均後，得平均 g -max。

8.4 投射物角度之決定：在自由落體衝擊試驗中，應計算投射物於開始衝擊時之角度及那一瞬間之最高加速度。為算出這些數值，開始衝擊時之數據試樣，為合成加速度首度等於或超出 $5g$ 開始值時之數據。投射物角度應從分量加速度算出，其餘弦值計算如下：

$$\cos(\theta_{headform}) = \frac{A_z}{A_R}$$

8.5 頭部傷害指數(HIC)：衝擊造成之 HIC 應計算如下。

8.5.1 在一次衝擊之加速度歷時中，找出開始衝擊隨後之時間點 T_0 ，及衝擊結束隨後之時間點 T_1 。

8.5.2 在每項時間間隔(t_1, t_2)中，若 $t_1 \geq T_0$ 、 $t_2 > t_1$ 且 $t_2 \leq T_1$ ，則評估紀錄試算 HIC 整數值：

$$HIC(t_1, t_2) = (t_2 - t_1) \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} a_t dt \right]^{2.5}$$

式中： a_t = 時間 t 之加速度，若使用三軸加速度計，則為合成加速度。

8.5.3 針對每項時間間隔(t_1, t_2)，計算並記下試算 HIC 間隔 $t_2 - t_1$ 。

8.5.4 該次衝擊之 HIC，即所有試算 HIC(t_1, t_2)之最大值。

8.5.5 計算 HIC 所用之程式，應提出準確度在真值 $\pm 1\%$ 以內之結果。

9. 儀器檢查

9.1 在 MEP 參考用墊上進行一系列衝擊試驗，以檢查試驗儀器是否正常運作。

9.2 MEP 參考用墊得由設備製造廠商提供，或由保證能重複提供相同參考用墊之其他廠商提供，並指定參考落下高度及標稱 g -max 值。

9.3 在 MEP 參考用墊上，從參考落下高度以每次衝擊相隔 (1.5 ± 0.5) min 之間隔，進行三次衝擊試驗。

9.4 將第二次與第三次墜落之 g -max 值平均，計算出平均 g -max 值。

9.5 比較平均 g -max 值與 MEP 參考用墊提供之標稱 g -max 值。

9.6 若測得出之 g -max 與標稱 g -max 間之差距，超過製造廠商指定之許可差，或是超過標稱 g -max 之 5%，該設備不符合本標準之規定而無法使用。

10. 衝擊試驗步驟

10.1 數據紀錄

10.1.1 決定調節後試樣之試驗點。

(1) 若試樣不具均質性(厚度不均、接縫、扣件或其他因素所致)，試驗點應位於預期衝擊吸收性能最差之試樣表面處，並位於與試樣邊緣相隔 75 mm 以上之範圍。

(2) 若試樣具均質屬性，試驗點則為試樣表層中央。

10.1.2 將受測試樣放在衝擊試驗系統下方之平坦堅固砧台或地板。

10.1.3 將試樣試驗點對齊投射物衝擊點，再將試樣妥善固定在砧台或地板上，固定方法不會改變試樣之衝擊吸收性能(如利用雙面膠固定)。

備考：利用單片式鋪面試樣進行測試時，若未將試樣固定在下方表面， g -max 及 HIC 值會出現增加四倍以上之變化。

10.1.4 進行連續衝擊試驗時，在首次落下投射物之前，先將投射物提高至參考落下高度。至於後續次數，仍應將投射物提高至同一點，即使受測鋪面因其他高度變化而形成凹陷亦然。

10.1.5 進行連續衝擊試驗時，先於首次投下投射物之前，量測及記錄落下高度。

10.1.6 鬆開投射物並記下加速度量測系統及落下高度量測系統之輸出值。投射物在衝擊之前及期間之軌跡，若遭到任何固定物、人為干擾或其他方式所阻礙，該次試投之數據資料應廢棄不用。

10.1.7 記下該次衝擊在鋪面形成凹陷之深度。

備考：量測高舉投射物之最低點與受測鋪面之間距，就能輕鬆決定出深度。凹陷深度為此項量測數據與原先測出之落下高度之差值。

10.2 數據檢查

10.2.1 檢查螢幕顯示之加速度。紀錄之加速度脈波應符合下列規定：

- (1) 加速度脈波應由單一衝擊事件構成。
- (2) 開始衝擊前，紀錄之加速度值須為 $(0 \pm 2)g$ 。
- (3) 加速度波形應從最大值往下降至穩定值 $(0 \pm 2)g$ ，在零基線之過衝幅度不得超過 2 g。

備考：衝擊後之加速度訊號過衝情形，代表換能器或訊號處理發生錯誤。過衝常為加速度計數據通道出現不當低頻率響應之徵兆。

10.2.2 若記載之加速度脈波不符合第 10.2 節之標準，該項試驗應使用調節過之新試樣重新進行。

10.3 數據分析

10.3.1 計算並記錄 g -max 值及 HIC 值。

10.3.2 計算及記錄理論落下高度。算出之理論落下高度及實際量出之落下高度，若相差 ± 76 mm 以上，或超過 $\pm 2.5\%$ 量測落下高度，該次試投之數據應廢

棄不用。

備考：理論與實際落下高度之差距若超過規定值，可能表示衝擊測速時出錯、量測落下時間時出錯或投射物之落下速度因導向裝置之摩擦力過大而延誤。

10.3.3 採用自由落體衝擊試驗時，則依第 8.4 節規定，算出開始衝擊時及最大合成加速度瞬間之投射物角度。在任一點算出之投射物角度若超過 10° (換言之，投射物角度餘弦小於 0.966)，該次試投之數據應廢棄不用。

11. 溫度調節

11.1 遊戲場鋪面或鋪面材料之臨界墜落高度，應在實驗室條件之下，以 $(-6 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、 $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ 及 $(49 \pm 1)^\circ\text{C}$ 之參考溫度，進行一連串衝擊試驗決定。

11.2 溫度調節

11.2.1 試樣在開始測試前，應於 $(50 \pm 10)\%$ 之相對濕度與 $(23 \pm 3)^\circ\text{C}$ 之溫度下，至少調節 24 小時。

11.2.2 為在各項參考溫度下進行試驗，應於各項參考溫度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 下調節三件試樣 8 小時。從調節環境取出試樣後，須在 1 min 內開始測試，並於 7 min 內結束。未於指定時間內開始或完成試驗時，試樣須再調節 8 小時。

11.3 溫度穩定性規定

11.3.1 鋪面溫度應利用第 7.1 節指定之測溫裝置量測。進行連續衝擊試驗時，在第一次衝擊前及第三次衝擊後，均須在試樣試驗點測溫。測溫探針之插入深度至少 25 mm 深，或試樣厚度之 50%，兩者以較少者為準。以參考溫度 -6°C 進行測試時，試樣溫度不得超過 -1°C 。若溫度超過 -1°C ，試樣須再調節至參考溫度達 8 小時後，再繼續進行測試。

11.3.2 利用參考溫度 49°C 進行測試時，試樣溫度不得低於 46°C 。若溫度低於 46°C ，試樣須再調節試樣至參考溫度達 8 小時後，再繼續進行測試。

12. 單片式鋪面

12.1 試樣數：一種鋪面材料最少須送交九件試樣進行測試，每件試樣之表面積至少有 $460\text{ mm} \times 460\text{ mm}$ 。每件試樣代表預定用於遊戲場之鋪面軟質組件，包括接縫、隔板、角落、扣件、固定物或其他損及最佳衝擊特徵之其他特性。鋪面材料欲與其他材料(如磨損墊)一起裝設時，須測試一同裝設之項目。

備考：若涵蓋接縫與其他相關特性，試樣尺度得大於 $460\text{ mm} \times 460\text{ mm}$ 。

12.2 試樣準備：依第 10.1.3 節規定，將單片式鋪面試樣裝在衝擊試驗設備下方之凝土地面或平坦之鋼製砧台上。

12.3 性能參數：依第 10 節規定步驟，從相同之落下高度，針對同一試樣試驗點，進行三次衝擊試驗，決定每件試樣於各項參考溫度及高度下之性能。衝擊試驗之間隔時間為 $(1.5 \pm 0.5)\text{min}$ 。平均第二次與第三次衝擊試驗取得之結果後，分別算出平均 $g\text{-max}$ 及 HIC 值。

12.4 臨界墜落高度試驗：依第 14 節規定之步驟，決定臨界墜落高度。

13. 鬆填式鋪面

- 13.1 材料試樣數：鬆填式鋪面材料之送測試樣數，最少為覆蓋 460 mm×460 mm 區域至規定深度所需體積之兩倍。相同材料可能用以測試一種以上之落下高度或溫度，不過，在試驗之間得恢復至原本之寬鬆狀態並重新調節。
- 13.2 試樣準備：將鬆填式鋪面材料之試樣裝入內徑為(457±12) mm 之堅固容器，側壁高度足以將寬鬆材料維持在預定使用之厚度，使填充材料能在進行調節及試驗期間固定不動。依第 10.1.3 節所規定，將容器裝在衝擊試驗設備下方之剛性地面或平坦砧台上。該容器之結構使投射物衝擊試樣中央。將材料倒至容器並允許壓實至等於使用狀態之深度。
- 13.3 試樣調節：調節溫度前，先用壓實器均一以(21.1±0.7)kPa 施壓達(1.0±0.1)min，以調節填充試樣。對於 460 mm×460 mm 大小之容器，達到此壓力所需之施力為(455.4±14.5)kgf。無壓實及壓實材料之深度均應報告。若有規定壓實材料之深度，實驗室應決定並提報欲產生指定深度之壓實鋪面時，無壓實材料所需之深度。
- 13.4 性能參數：依第 10 節規定步驟，從相同之落下高度，針對同一試樣試驗點，進行三次衝擊試驗，以決定每件試樣於各項參考溫度及高度下之性能。衝擊試驗之間隔時間為(1.5±0.5)min。平均第二次與第三次衝擊試驗取得之結果，分別算出平均 $g\text{-max}$ 與 HIC 值。
- 13.5 臨界墜落高度：依第 14 節所規定步驟，決定臨界墜落高度。

14. 臨界墜落高度試驗步驟

14.1 試驗步驟

- 14.1.1 依第 11 節規定，於指定參考溫度進行規定之衝擊試驗次數，以決定一連串參考落下高度之性能。每項參考溫度及落下高度組合所進行之衝擊試驗，應使用新試樣執行。
- 14.1.2 一系列之參考落下高度由相隔 0.3 m 之遞增高度構成。參考落下高度增加至衝擊試驗之結果無法達成第 3.2 節規定之性能準則為止。衝擊試驗至少得在理論落下高度之(0.30±0.15) m 以上及未滿(0.30±0.15)m 之範圍進行，此範圍內之衝擊試驗結果約等於性能準則限值。
- (1) 記錄每項參考溫度及落下高度組合之平均理論落下高度、平均 $g\text{-max}$ 與平均 HIC 值。

- 14.2 臨界墜落高度：遊戲場鋪面或鋪面材料之臨界墜落高度，應取決自所有參考溫度下，衝擊試驗結果符合性能準則之最高理論落下高度，並取等於或低於實際數值之最接近遞增高度(0.3 m)。

備考：臨界墜落高度試驗(潮濕及結凍鋪面)：在潮濕、結凍或兩者兼具之模擬條件下另行測試以決定臨界墜落高度。

15. 選擇試驗位置

- 15.1 為判斷裝設之遊戲場鋪面是否符合本標準，應採用第 18 節規定之衝擊試驗步驟，至少在各項遊具之使用區域，選擇三處不同之衝擊試驗位置測試。

15.2 對於使用遊戲場鋪面之各項遊具，至少應選擇三處衝擊試驗位置。遊具若與使用區域重疊，所有適用遊具應選用重疊區域內之試驗位置測試。若採用一種以上之鋪面材料系統，每種材料至少須選擇三處試驗位置測試。

15.2.1 每處衝擊試驗位置應在遊具之使用區域內。

15.2.2 選用之衝擊試驗位置，應包括預期衝擊吸收性能最低之地點。預期衝擊吸收性能較低(即是 $g\text{-max}$ 與 HIC 值較高)之區域，包括進出流量高之區域，遊戲場鋪面較薄或壓實之區域，設有隔板、角落、扣件或固定處之區域，以及混雜其他材料之區域。

備考：選擇試驗位置時，應一併考量周遭狀況可能對衝擊吸收性能之潛在影響。例如：不同顏色之鋪面材料，其吸熱與散熱率各有不同。在某些狀況下，溫度感測可能導致顏色不同之相同鋪面材料，產生相異之衝擊吸收性能。

16. 單片式鋪面

16.1 調節試驗位置：遊戲場鋪面應依原樣測試，無須事先調節或準備。

16.2 性能參數：依第 18 節所規定步驟，在同一試驗點進行三次衝擊試驗，藉此決定每處衝擊試驗位置之性能。衝擊試驗之間隔時間為 $(1.5 \pm 0.5)\text{min}$ 。平均第二次與第三次衝擊試驗取得之結果後，分別計算平均 $g\text{-max}$ 及 HIC 值。

17. 鬆填式鋪面

17.1 試驗位置調節：利用 $250\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ 方形及質量為 $(7 \pm 1.1)\text{kg}$ 之手搗棒，從 $(600 \pm 25)\text{ mm}$ 之高度，對每處受測位置衝擊四次以進行調節。手搗棒向下衝擊以使地面平坦，並在表面形成扁平且約為正方形之壓痕。

17.2 性能參數：依第 18 節所規定步驟，在同一試驗點進行三次衝擊試驗，決定每處衝擊試驗位置之性能。衝擊試驗之間隔時間為 $(1.5 \pm 0.5)\text{min}$ 。平均第二次與第三次衝擊試驗取得之結果，分別計算平均 $g\text{-max}$ 及 HIC 值。

18. 裝設鋪面之性能試驗步驟

18.1 在各試驗位置

18.1.1 鋪面溫度應利用第 7.1 節指定之測溫裝置量側。在連續試驗之第一次衝擊前及第三次衝擊後，均在試樣試驗點測溫。測溫探針之插入深度應至少 25 mm 深，或試樣厚度之 50%，兩者以較少者為準。

18.1.2 依第 15~18 節之規定，自參考落下高度測試裝設之遊戲場鋪面時，每處使用區域受測地點之鋪面性能參數，應符合本標準規定之性能。參考落下高度應大於：(1)所有權人及經營者於購買前指定或同意之高度，(2)裝設遊戲場鋪面時指定之臨界墜落高度，(3)設備墜落高度，或(4)裝設時之鋪面臨界高度。

18.2 在進行試驗之前一天，進行第 7.6.2 節規定之系統完整性檢查。

18.3 在各選定試驗位置

18.3.1 對正試驗裝置，使投射物在選定之衝擊試驗地點，衝擊同一位置達規定次數。支撐投射物之裝置(如三腳架)，應確保投射物每次均從同一參考落下高

度落下。

18.3.2 使用第 10 節規定之衝擊試驗，進行規定次數之衝擊試驗。

18.3.3 分別決定每處衝擊試驗位置之平均 g -max 及 HIC 值。

18.3.4 依第 16.2 節或第 17.2 節所規定，記錄落下高度並分別算出 g -max 及 HIC 之平均值。

18.3.5 記錄測溫裝置所示之鋪面溫度。

19. 報告

19.1 所有報告應包括下列資訊

(1) 送測機構之資料

(1.1) 送測者或送測機構之名稱、地址及電話號碼。

(2) 測試機構之資料

(2.1) 測試機構之名稱、地址及電話號碼。

(2.2) 測試操作員之姓名及簽名。

(2.3) 試驗進行日期。

(2.4) 報告核發日期。

(3) 試驗儀器之資料

(3.1) 試驗設備機型及製造廠商。

(3.2) 最近一次校正加速度計之日期。

(4) 試驗結果：每次連續衝擊試驗應提出下列資料。

(4.1) 採用乾燥、潮濕或結凍試樣。

(4.2) 完成每次連續試驗之最後一次落下試驗後，周遭空氣溫度、參考溫度及鋪面溫度之量測值。

(4.3) 落下高度、衝擊速度或墜落時間及理論落下高度。

(4.4) 每次落下試驗之 g -max 及 HIC 值，以及每次連續試驗中，最後兩次落下試驗之平均 g -max 及平均 HIC 值。

19.2 決定臨界墜落高度之實驗室試驗：本報告亦應包括下列資訊。

(1) 試樣敘述

(1.1) 送測試樣數。

(1.2) 製造試樣之個人姓名或機構名稱。

(1.3) 遊戲場鋪面產品之商品名稱(若有)。

(1.4) 試樣製造日期。

(1.5) 測試機構接收試樣之日期。

(1.6) 試樣及製造廠商或送測者提供之敘述差異。

(2) 試樣材料及構造敘述：

(2.1) 試樣之敘述內容，應足以詳細分辨影響性能之結構及材料差異。此項敘述至少應包括每層試樣之構成，每層厚度之表示應準確至 0.25 cm。

(2.2) 對於含鬆填材料之鋪面，相關說明應放入各層顆粒材料(如砂、礫石、壓碎大理岩、緩衝橡膠、碎橡膠、木屑或樹皮)之類型、約略尺度或

尺度分布。

(2.3) 對於單片式鋪面材料，試樣說明應包括預製組件之設計及材料成分（如橡膠或塑膠片），以及製造廠商名稱。

(3) 試驗結果：即臨界墜落高度，以等於或低於實際量測數值之最接近遞增高度(0.3 m)表示。

(4) 特定聲明：報告中提出下列聲明：「本報告所呈現之結果，反映出上述試樣於試驗時間及提報溫度下之性能。此結果僅針對上述試樣。未契合上述試樣之鋪面材料試樣，性能有所差異。」

19.3 符合性能要求之實地試驗報告：本報告應包括下列資料。

(1) 遊戲場鋪面敘述：

(1.1) 試驗位置。

(1.2) 遊戲場鋪面產品之商品名稱(若有)。

(1.3) 說明鋪面材料類別及成分。

(1.4) 所知之遊戲場鋪面製造廠商、供應商與裝設商名稱、地址及電話號碼。

(1.5) 遊戲場鋪面涵蓋之面積範圍。

(2) 各使用區域敘述：

(2.1) 各受測使用區域之遊具說明。

(2.2) 各受測使用區域之遊具相關試驗位置。

備考：得使用妥善註釋之照片說明遊具及試驗位置。

(2.3) 若已知或可量測得，則提出任何鬆填式鋪面深度或單片式鋪面厚度。

(2.4) 若使用壓實步驟，應提出材料於壓實前後之深度。

(2.5) 遊戲場鋪面狀況，包括觀察到過度磨損之情形、含水量等。

(3) 試驗結果：聲明試驗地點是否符合本標準規定之性能。

(4) 特定聲明：提出下列聲明：「本報告所呈現之結果，反映出受測遊戲場鋪面於試驗時間、提報溫度及環境條件下之性能。此性能將隨著溫度、含水量及其他因素而異。」

19.4 摘要報告：得準備摘要報告，但送測機構與測試機構應妥善保管第 19.1~19.3 節所規定之完整報告。

(1) 所有摘要報告應包括送測機構〔參照第 19.1(1.1)節〕與測試機構之資料〔參照第 19.1(2)節〕。

(2) 實驗室試驗之摘要報告，尚須包括下列幾項：

(2.1) 受測鋪面之商品名稱及簡短敘述。

(2.2) 受測鋪面之平均厚度。

(2.3) 對於各項參考溫度、潮濕或結凍狀況，或兩者皆具，列出連續衝擊試驗之平均理論落下高度、平均 g -max 值、平均 HIC 值、以及最高合格值。

(2.4) 臨界墜落高度，以等於或低於實際量測數值之最接近遞增高度(0.3 m)表示。

(2.5) 特定聲明(參照第 19.3(4)節)。

19.5 實地試驗之摘要報告，尚須包括下列項目：

- (1) 第 19.3(1)節所規定之遊戲場鋪面敘述，惟得選擇排除第 19.3(1.4)節之規定。
- (2) 任何使用區域所記錄之最高平均 g -max 值及平均 HIC 值。
- (3) 試驗結果(參照第 19.3(4)節)。
- (4) 對於不符合本標準之使用區域：
 - (4.1) 使用區域之位置。
 - (4.2) 該使用區域所記錄分別之最高平均 g -max 值及平均 HIC 值。
- (5) 特定聲明〔參照第 19.3(4)節〕。

引用標準：CNS 12642 公共兒童遊戲場設備

修訂日期：第一次修訂：80 年 8 月 19 日

第二次修訂：94 年 1 月 10 日