

# 天然橡膠跑道面層之老化效應分析

郭 婷 陳億成

臺北市立體育學院

ycchen@tpec.edu.tw

## 摘要

跑道面層隨著天候、環境及人為等因素而造成損壞，其中影響室外跑道面層最主要為氣候因素，室外運動場經過不斷的日曬雨淋，跑道面層會產生相關的物性變化，進而造成運動者之運動傷害。本研究目的在探討不同天然橡膠跑道面層的抗老化性之差異。研究方法係自市面購買三種不同規格之天然橡膠跑道面層，利用QUV耐候試驗機以不同紫外線照射量來模擬台灣二、四、六及八年之日照量。研究結果顯示紫外線照射時間愈長，力量吸收及垂直形變數值會愈來愈小，面層硬化的現象愈明顯，運動面層較硬會影響運動者的表現甚至造成傷害，因此定期更換運動場地地面層是必須，本研究可提供相關單位做為天然橡膠跑道面層運動場地的更新參考。

關鍵字：天然橡膠跑道面層、紫外線、力量吸收、垂直形變

## 壹、緒論

近年國人對於休閒運動愈來愈盛行，對於運動場地的需求也愈來愈高，政府也積極的興建各地區的運動中心，提供較佳的運動環境給國人。慢跑為國人最常從事的運動，一般多在住家附近的國中、小學的田徑場等進行，有研究指出運動場館表面的好壞影響運動的表現、運動傷害的發生及使用者滿意度的高低（詹迪光、相子元，民87）。田徑場地鋪設材分為天然及人造橡膠兩種，以鋪設材材料添加EPDM(三元乙丙膠)顆粒的多寡做區分，EPDM的添加量小於60%的為天然橡膠面層，添加的EPDM愈多，面層的耐老化、抗燃性及力學性能較佳，但EPDM成本較高，故天然橡膠跑道面層多設於室內，人造橡膠多以室外為主。

近年環保意識漸強，使用天然橡膠跑道面層也愈來愈多，一般國中、小學等田徑場鋪面更新多以學校等相關單位依田徑場現況來自行評估做更新，但運動面層會隨著天候、環境及人為等因素而造成損壞，進而影響運動者。影響室外運動面層最主要的為氣候因素，台灣屬於高溫、多雨的氣候，戶外運動場經過不斷的日曬雨淋，運動面層會產生物性變化，因為物性的不同有可能會影響運動者的表現，甚至會造成傷害，因此運動面層的耐候性便顯得更為重要。日光中分為紫外線、紅外線及可見光三種，其中又以紫外線的能量最高影響最大，因此本研究使用QUV耐候試驗機，以紫外線照射量來模擬台灣二、四、六及八年後天然橡膠跑道面層的變化為何，進而提供學校等單位做為運動場地更新的參考。

## 貳、研究方法

實驗對象：三種天然橡膠跑道面層，每種面層四片，共十二片。試片為配合QUV耐候試驗機的置放空間，裁切為長32cm寬25cm的大小。

實驗地點：臺北市立體育學院運動面層檢測實驗室。

實驗儀器：本研究在實驗室中進行測試，實驗室的溫濕度控制在 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相對溼度 $50\pm 5\%$ 範圍之間，以維持實驗進行中環境條件的一致。本研究所使用的QUV耐候試驗機是依據國際標準組織ISO4892的規定，耐候機內的溫度為 $60^{\circ}\text{C}$ ，紫外線燈管輻射量為 $0.71\text{W}/\text{m}^2$ 。以台灣一年日照總能量( $609190.4\text{J}/\text{m}^2$ )計算出QUV耐候試驗機模擬年份與照射試片所需的時間，如表一所示。

表一 耐候試驗機模擬年份與照射試片所需時間表

模擬年份	日照總能量( $\text{J}/\text{m}^2$ )	照射時間(hr)
2年	1218380	112
4年	2436760	224
6年	3655140	336
8年	4264330	448

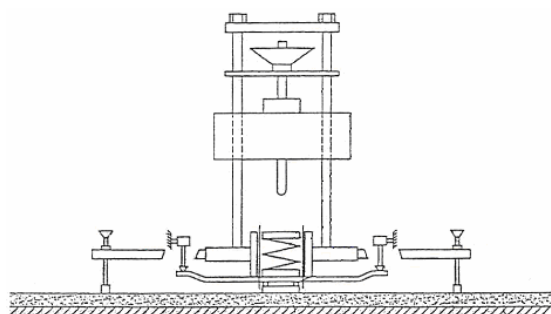
本研究除了使用QUV耐候試驗機外，另使用符合國際田徑總會(IAAF)規範之柏林人造運動員(Berlin Artificial Athlete，如圖一)進行測試跑道面層力量吸收(Force Reduction)與垂直形變(Vertical Deformation)兩項數值，其差異在於力量吸收測試時無需搭配兩支變位感測器。力量吸收為運動面層與剛性地面(在此為水泥地)相互比較時，當力作用於運動面層時，其力量被運動面層所吸收之比例。運動面層是需要一定的力量吸收特性，將部分的足部反作用力吸收，並將部分的力量回饋給運動員。柏林人造運動

員進行力量吸收時，其重錘重量為 $20\pm 0.1\text{kg}$ ；重錘落下高度為 $55\pm 0.25\text{mm}$ ；力量感測器範圍為 $0\text{ KN}\sim 10\text{KN}$ ，誤差範圍在1%內；螺旋彈簧的彈簧係數在 $2000\pm 60\text{N/mm}$ 。利用測試台的力量感測器，可記錄重錘落下撞擊跑道面層衝擊過程中的最大力量值，傳送到訊號放大器進行濾波，再經由力量吸收分析軟體，計算出跑道面層力量吸收的百分比。力量吸收計算公式為：

$$\text{力量吸收 (\%)} = (1 - F_s/F_c) \times 100$$

$F_s$  = 在跑道面層上測得最大力量 (單位：牛頓(N))

$F_c$  = 在水泥地測得最大力量 (單位：牛頓(N))



圖一 柏林人造運動員示意圖

垂直形變測試為當力作用於運動面層時，以撞擊點為圓心半徑 $150\text{mm}$ 範圍的變形量。如圖一所示，以柏林人造運動員進行垂直形變測試時，其重錘重量為 $20\pm 0.1\text{kg}$ ，重錘落下高度為 $120\pm 0.25\text{mm}$ ，力量感測器範圍為 $0\text{ KN}\sim 10\text{KN}$ ，誤差範圍在1%內，螺旋彈簧的彈簧係數在 $40\pm 2.5\text{N/mm}$ ，兩支變位感測器測量範圍 $\geq 20\text{mm}$ 。利用兩支變位感測器，可記錄重錘落下撞擊跑道面層時的變形量，傳送到訊號放大器進行濾波，再經由垂直形變分析軟體，計算出跑道面層垂直形變的數值。垂直形變計算公式為：

$$\text{垂直形變 (mm)} = (1500/F_{\max}) \times d_{\max}$$

$F_{\max}$  = 最大力量。(單位：牛頓(N))

$d_{\max}$  = 撞擊面最大變形量。(單位：毫米(mm))；此值為兩支變位感測器計算而得。

實驗步驟：將跑道面層試片裁切靜置於試驗室中24小時後，首先使用柏林人造運動員進行跑道面層力量吸收及垂直形變的測試，記錄其數值。再將試片置放於QUV耐候試驗機中，依據所計算出的紫外線照射時間進行測試，待試片完成紫外線照射所需的時間後，便取出進行力量吸收及垂直形變的測試，將紫外線照射前後所測得的數據進行比較。

## 參、結果與討論

以紫外線照射量不同所測得的數據進行比較如表二所示，跑道面層力量吸收的數值會隨著照射量增加，數值愈小。當力量吸收數值愈小時，代表跑道面層所能吸收的力量愈小，跑道面層的硬度愈大。

表二 紫外線照射前後跑道面層力量吸收比較表

	照射前	二年	四年	六年	八年
A	22.23	20.85	19.71	19.98	17.37
B	22.13	21.70	21.08	20.15	14.66
C	17.68	17.44	17.33	17.09	10.52

此外，跑道面層的垂直形變數值隨著紫外線照射時間愈久，數值也愈來愈小，如表三所示。垂直形變數值愈低，代表變形量也愈小，跑道面層也愈硬。

表三 紫外線照射前後跑道面層垂直形變比較表

	照射前	二年	四年	六年	八年
A	1.41	1.36	1.26	1.26	1.03
B	1.48	1.41	1.40	1.37	1.27
C	1.17	1.25	1.14	1.04	0.92

## 肆、結論與建議

依實驗結果得知，隨著QUV耐候試驗機進行紫外線照射時間愈長，天然橡膠跑道面層的力量吸收及垂直形變數值會愈小，硬化的現象愈明顯，尤其第八年後老化程度明顯加大，這代表鋪設於室外的天然橡膠跑道面層隨著時間及氣候變化，漸漸產生物性變化，有學者針對慢跑選手研究，在兩種不同硬度跑道下跑步，在較硬跑道跑步的選手下肢較常有阿基里斯腱發炎、膝蓋肌腱炎等相關足部傷害問題發生(Hess & Hort, 1973)，因此較硬的跑道面層會影響運動員的表現及發生運動傷害，所以運動面層是有必要定期更換的。對於使用年限方面的建議，本研究僅為初步探討，未來可將樣本數增加，模擬年限可增加至10年，除力量吸收及垂直形變數值外，可增加摩擦力及抗拉力等測試數值相互比較，研究出天然橡膠跑道面層的最佳使用年限，提供給相關使用單位做為運動面層更新的參考。

## 伍、參考文獻

詹迪光、相子元 (民87)。籃球運動面層功能測試分析。大專體育。40期。93-100。

Hess, H. & Hort, W. (1973). Increased changes of injuries during practicing track and field on artificial surfaces. *Sportarztund Sportmedizin*, 12, 282-285.