

A 鋪面評估與維修簡介

A.1 剛性路面損壞與維修

資料來源：

李英豪、李英明，“剛性路面損壞與維修：損壞型態與原因、損壞維修，” 道路工程設計與維修實務班講義，台灣省建築師公會建築研修中心，民國八十四年一月十四日。

A.1 剛性路面損壞與維修

道路工程設計施工與維修實務班 講義 一

『剛性路面損壞與維修：損壞 型態與原因、損壞維修』

主講人：淡江大學土木系李英豪副教授

時間：民國八十四年一月十四日

委訓單位：行政院勞委會職訓局公訓組

承辦單位：台灣省建築師公會建築研修中心

剛性路面損壞與維修：剛性鋪面損壞型態與原因、損壞維修

波特蘭水泥混凝土鋪面又稱為剛性鋪面，主要可以分成三大類型：接縫式無筋混凝土鋪面（JPCP）、接縫式鋼筋混凝土鋪面（JRCP）與連續式鋼筋混凝土鋪面（CRCP）。接縫式無筋混凝土鋪面與接縫式鋼筋混凝土鋪面之破壞種類相近似，因此本講義將破壞之類型分成接縫式混凝土鋪面（JCP）與連續式鋼筋混凝土鋪面兩大類型來加以討論。

本講義取材自國內外之相關研究資料彙編而成，各種破壞程度的定義、分類與說明示意圖則是依據美國正進行的長期鋪面績效研究（SHRP/LTPP）「鋪面調查手冊」。在損壞維修部份主要參考美國聯邦公路總署（FHWA）之「鋪面維修技術」訓練教材與國內交通技術標準規範之「公路養護手冊」。

1.0 接縫式混凝土鋪面損壞型態與原因

接縫式混凝土鋪面損壞形態的種類主要可分類為以下四大類型：

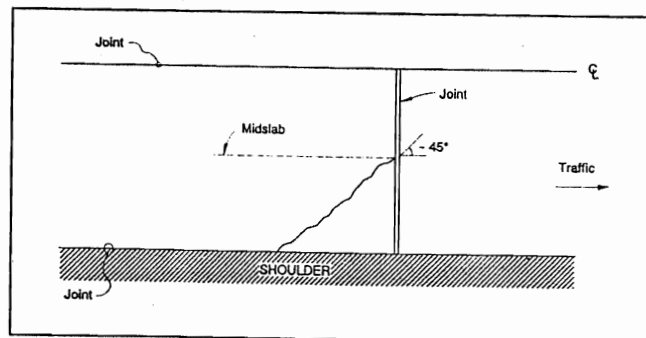
- a. 裂縫：包含角隅斷裂、縱向裂縫、橫向裂縫與耐久性("D")裂縫。
 - b. 接縫破壞：包含接縫填充料破壞、縱向接縫剝落與橫向接縫剝落。
 - c. 表面破壞：包含龜裂、表面剝落與鬆散、粒料磨損與脫落。
 - d. 其它：包含隆起(或擠破)、接縫斷層(或高差)、車道與路肩高差、車道與路肩分離、修補/修補損壞與唧水或噴泥現象等。
- 以下即針對接縫式混凝土鋪面損壞型態與原因分別加以介紹：

1.1 角隅斷裂(Corner Break)

角隅斷裂是剛性鋪面版在角隅部份產生了貫穿鄰近橫向與縱向接縫的斷裂，此斷裂與行車方向約呈45度的交角，可能發生在版的任一角隅。角隅斷裂在角隅兩邊的長度一般從0.3公尺至版寬的一半，產生的原因主要是由於交通重覆荷重結合路基承载力喪失 (loss of support) 與溫度應力 (curling stresses) 等因素而引起。(如圖一所示)

角隅斷裂若不及時維修，會因交通載重重覆作用而產生鬆散，水分亦會經裂縫滲入基底層使損害範圍擴大。

角隅斷裂與角隅剝落 (corner spalling) 是兩種不同的破壞型態，其主要的差異在於角隅斷裂的破壞垂直貫穿整個剛性鋪面版，而角隅剝落則是因為鄰近接縫邊緣部份的鋪面混凝土分離而引起。



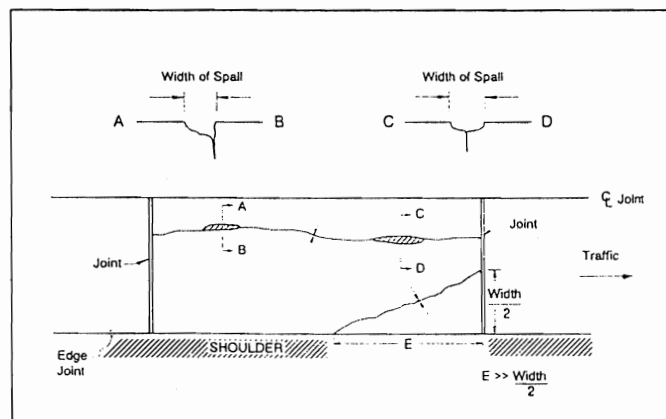
圖一 角隅斷裂之示意圖

角隅斷裂的破壞程度可區分為輕度 (low)、中度 (moderate) 與重度 (high) 三種，量測的方式是記錄各破壞程度下的角隅裂縫數量。其破壞程度為：1.輕度：斷裂發生剝落的長度在10%以下，無可量測的斷層發生，且角隅未斷裂為兩塊或兩塊以上。2.中度：斷裂發生輕度剝落的長度在10%以上，接縫或裂縫斷層在13公釐以下，且角隅未斷裂為兩塊或兩塊以上。3.重度：斷裂發生中度或重度剝落的長度在10%以上，接縫或裂縫斷層大於13公釐，且角隅斷裂為兩塊或兩塊以上。

1.2a 縱向裂縫(Longitudinal Cracking)

縱向裂縫大部份與鋪面中心線平行，產生的原因通常是因為重載交通荷重重覆作用結合基層承载力喪失或版中溫、濕度應力所引起，縱向接縫施工不良亦是產生縱向裂縫的原因之一。(如圖二所示)

縱向裂縫的破壞程度可區分為輕度、中度與重度三種，量測的方式是記錄各破壞程度下的縱向裂縫長度，並記錄各破壞程度經填充完整後的縱向裂縫長度。其破壞程度為：1.輕度：裂縫寬度小於3公釐，無剝落與無可量測之斷層者；有裂縫但填充良好者亦屬輕度。2.中度：裂縫寬度在大於等於3公釐、小於13公釐，剝落小於75公釐或斷層者小於13公釐以下者屬之。3.重度：裂縫寬度大於等於13公釐，剝落大於等於75公釐或斷層者大於等於13公釐以下者屬之。



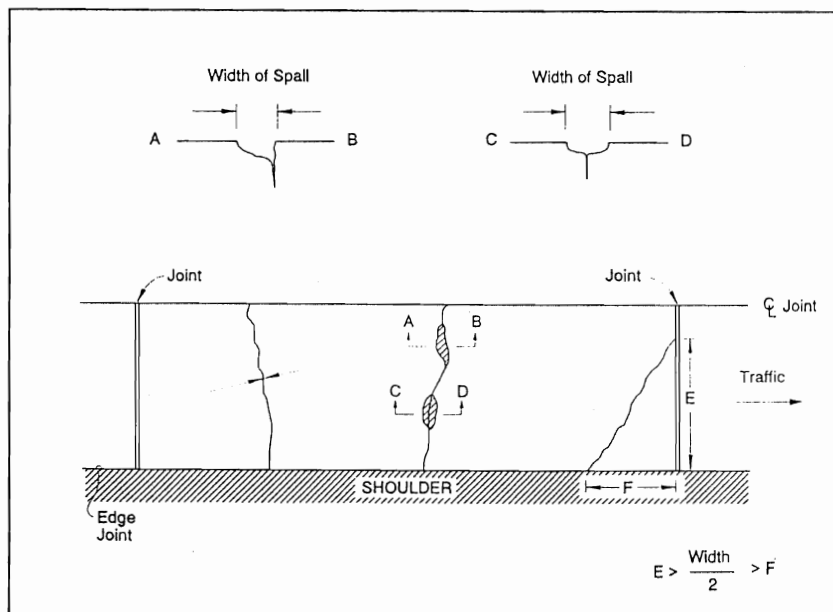
圖二 縱向裂縫之示意圖

1.2b 橫向裂縫(Transverse Cracking)

橫向裂縫大部份與鋪面中心線垂直，產生的原因通常是因為重載交通荷重重覆作用結合基層承载力喪失或溫、濕度應力而引起。（如圖三所示）

橫向裂縫的破壞程度可區分為輕度、中度與重度三種，量測的方式是記錄各破壞程度下的橫向裂縫數量與長度，並記錄各破壞程度經填充完整後的橫向裂縫數量與長度。其破壞程度為：1.輕度：裂縫寬度小於3公釐，無剝落與無可量測之斷層者；有裂縫但填充良好者亦屬輕度。2.中度：裂縫寬度在大於等於3公釐、小於6公釐，剝落小於75公釐或斷層者小於6公釐以下者屬之。3.重度：裂縫寬度大於6公釐，剝落大於等於75公釐或斷層者大於等於6公釐者屬之。

對於縱向與橫向裂縫而言，將剛性鋪面版分割為2~3塊者，通常是由於交通荷重、溫度應力與收縮應力而起；而輕度的裂縫破壞一般由版內含水量變化或摩擦因素而起，對JRCP而言輕度的裂縫破壞並不認定為主要的結構破壞；但中度與重度裂縫破壞則認定為主要的結構破壞。



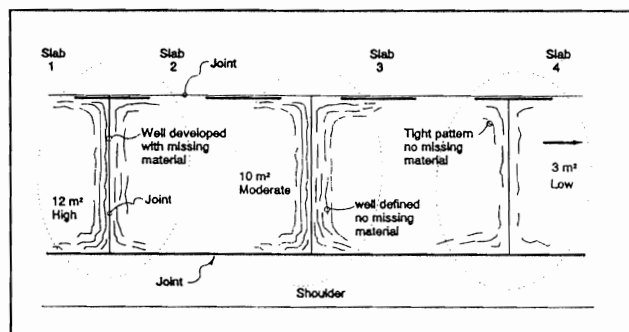
圖三 橫向裂縫之示意圖

1.3 耐久性("D")裂縫(Durability or "D" Cracking)

耐久性裂縫產生的原因是因為鋪面混凝土無法承受環境因素（如：凍融作用）的反覆作用而由角隅開始向接縫或裂縫處延伸形

成密集的新月形細微裂縫。耐久性裂縫一般與接縫或裂縫呈平行，通常在裂縫周圍附近顏色較深。(如圖四所示)

其破壞程度可區分為輕度、中度與重度三種，量測的方式是記錄產生耐久性裂縫之版的數量，並記錄各破壞程度下的面積。其破壞程度為：1.輕度：耐久性裂縫輕微，沒有碎裂塊產生，且在耐久性裂縫區域內未曾修補。2.中度：耐久性裂縫區域內有一些小碎塊產生。3.重度：耐久性裂縫十分明顯，區域內有大量小碎塊產生。



圖四 耐久性("D")裂縫之示意圖

1.4 接縫填充料破壞(Joint Seal Damage)

接縫填充料破壞是指不可壓縮物質(如：石子、土壤)或水可從表面滲入接縫之中。常見的接縫填充料破壞有以下幾種類型：接縫填充料被擠出接縫、接縫填充料硬化、斷裂或分離、或接縫填充料完全喪失等。接縫填充料破壞通常可由接縫處有外物填積或接縫處雜草衍生判斷。

橫向接縫填充料破壞的破壞程度可區分為輕度、中度與重度三種，量測的方式是判斷橫向接縫是否曾經用填充料填充。若是曾經用填充料填充，記錄其各破壞程度下橫向接縫填充料破壞的數量。其破壞程度為：1.輕度：小於10%長度之接縫產生破壞。2.中度：10~50%長度之接縫產生破壞。3.重度：大於50%長度之接縫產生破壞。

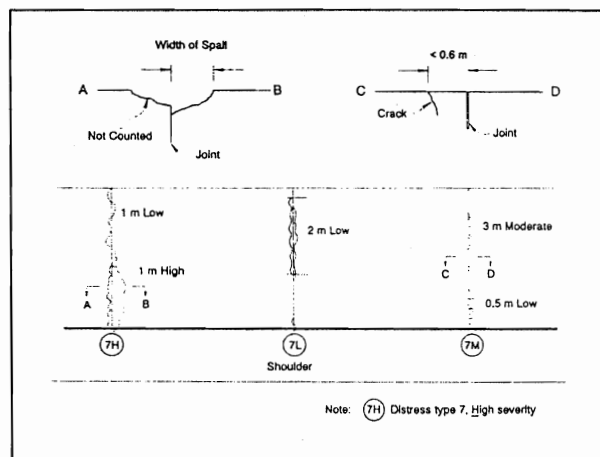
縱向接縫填充料破壞不須判斷其破壞程度。量測時記錄曾經用填充料填充者的縱向裂縫數量，並記錄其總長度。若單獨之縱向接縫填充料破壞長度在1公尺者以上可另外標註。接縫或裂縫被石子或土壤填塞可能會導致版無膨脹的空間而產生翹屈、鬆散或剝落等現象。此外，接縫或裂縫填充不良，亦會讓水滲入，使得基底層軟化而降低承载力。

1.5 接縫剝落 (Joints Spalling)

接縫剝落是指接縫0.6公尺內之鋪面版產生裂縫、斷裂或碎裂成小塊狀之情況。又分成縱向接縫剝落與橫向接縫剝落二種。

接縫剝落是由於接縫或裂縫處因為累積不可壓縮物質（如：石子或土壤等）使鋪面版伸縮時產生超額應力結合交通載重作用；或是接縫處混凝土因工作過度使得混凝土強度降低結合交通載重作用均是引起剝落的因素。接縫剝落通常不會垂直貫穿整個鋪面版。（如圖五所示）

接縫剝落的破壞程度可區分為輕度、中度與重度三種，量測的方式是記錄其各破壞程度下接縫剝落的長度。其破壞程度為：1.輕度：剝落的區域的寬度（從接縫中心線算起）在7.5公釐以內，且未曾修補者。2.中度：剝落的區域的寬度（從接縫中心線算起）在7.5公釐至15公釐以內，其鋪面材質有散失。3.重度：剝落的區域的寬度（從接縫中心線算起）在15公釐以上，其鋪面材質有散失。



圖五 橫向接縫剝落之示意圖

1.6 龜裂 (Map Cracking)、表面剝落 (Scaling) 與鬆散 (Raveling)

龜裂是鋪面版表面產生一系列淺而細如毛髮狀、網狀的裂縫，且這些裂縫只裂至鋪面版表面。一般較大的裂縫產生於縱向，而橫向裂縫則將縱向的裂縫加以連結。其引起的原因是鋪面版表面整飾

過度，龜裂可能進而引起表面剝落。龜裂量測時不需判定其破壞程度，記錄發生龜裂區域的數量與受影響的面積。

表面剝落是鋪面版面層細如毛髮狀的裂縫損壞，面層損壞通常產生於0.3公分至1.3公分深的面層。版的各處皆可能發生表面剝落。表面剝落引起的原因是建造不良、級配不良或凍融作用。冬季鋪面撒鹽，鹽水結冰後融解亦是原因之一。表面剝落量測時不需判定其破壞程度，記錄發生表面剝落區域的面積即可。

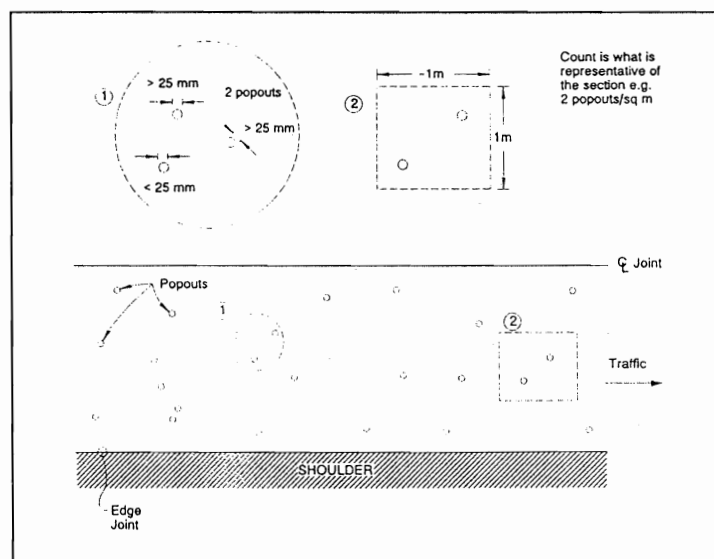
鬆散為細粒料自組織中移失，與表面剝落是不同的破壞形式。其分辨的方法是表面剝落一般為點狀，而鬆散則為連續發生於受影響的鋪面上，在輪跡位置最為嚴重。鬆散發生的原因可能為細粒料品質不良、粗骨材與水泥砂漿間結合不良或因車輪（如：釘輪）所造成。

1.7 粒料磨損(Polished Aggregate)

粒料磨損是鋪面版表面水泥砂漿或紋路磨損使得粒料暴露，使車輪與鋪面間抗滑力降低。粒料磨損量測時不需判定其破壞程度（但表面磨損也反應了表面摩擦力的降低），記錄發生粒料磨損區域的面積即可。

1.8 脫落 (Popouts)

脫落是因為凍融作用與骨材的膨脹而使鋪面表面破碎成小碎塊而鬆脫。脫出的小碎塊大小一般為2.5~10公分，發生的深度一般為1.3~5公分。脫落量測時不需判定其破壞程度，記錄每平方公尺內發生脫落的數量。（如圖六所示）

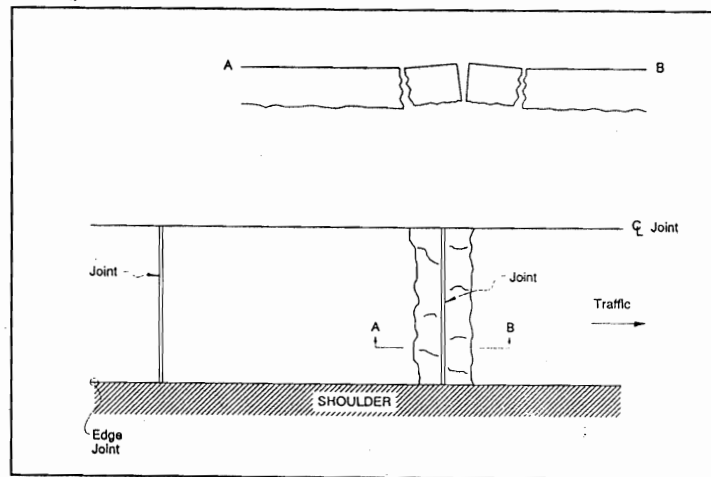


圖六 脫落之示意圖

1.9 隆起(或擠破) (Blowups)

隆起是鋪面版在接縫或裂縫處產生局部性的翹起，在隆起的區域一般皆會伴隨著混凝土碎塊。隆起一般發生於氣溫較高時，產生的原因是橫向接縫或橫向裂縫處因為石子或土壤填積而沒有足夠的空間吸納混凝土版的擴張，由於內在應力產生了翹屈現象，於是在接縫或裂縫附近產生隆起。在公用管線切割後之修補處與排水入水口處亦容易產生隆起。(如圖七所示)

隆起量測時不需判定其破壞程度(但隆起的程度可由行車舒適性與安全性來定義)，記錄隆起的數量即可。

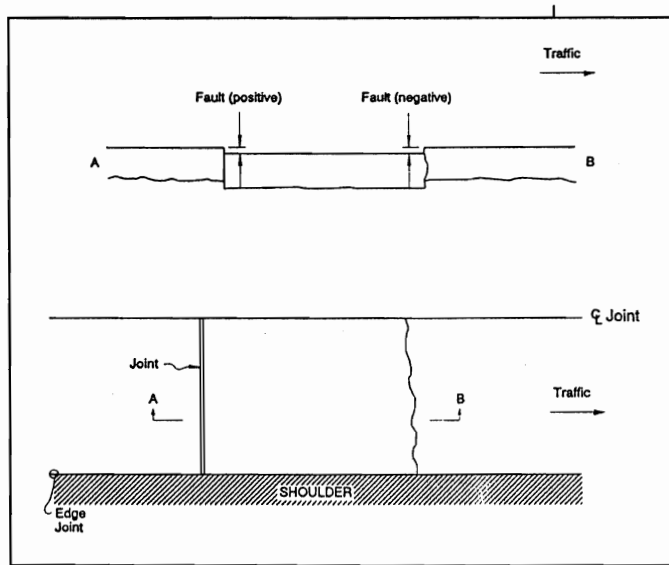


圖七 隆起(或擠破)之示意圖

1.10 接縫斷層(或高差)(Joint Faulting)

接縫斷層是接縫或裂縫兩側鋪面版產生不同高程的現象。在量測時不需判定其破壞程度，記錄時以公釐為單位，量測的位置位於從版外側邊緣算起各0.3與0.75公尺處，其值的正負判斷方式如圖八所示。

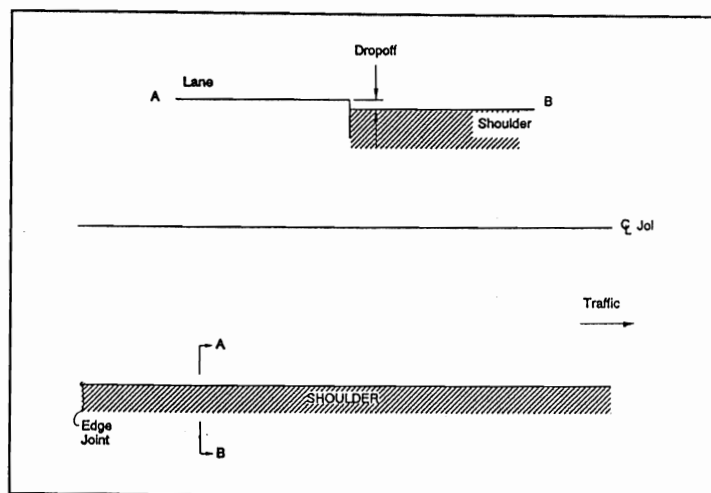
接縫斷層高差大於1~2公釐時，即可察覺因車胎衝擊所產生的噪音，大於3公釐時行車所產生的震動便會使乘車者感覺不適。



圖八 接縫斷層(或高差)之示意圖

1.11 車道與路肩高差(Lane-to-Shoulder Dropoff)

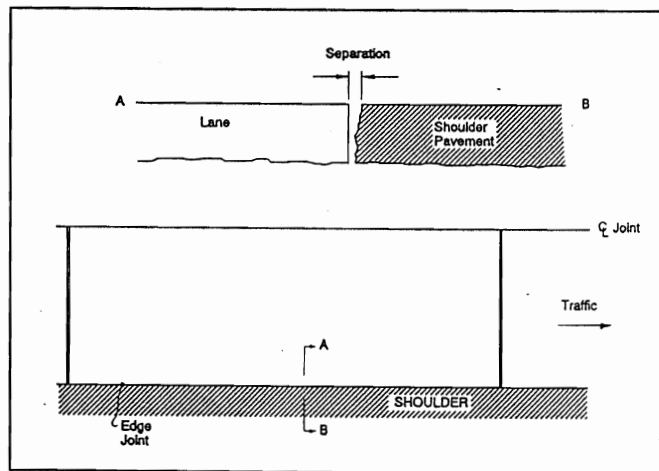
車道與路肩高差是版的邊緣與路肩產生不同高程的現象，典型的情況為路肩發生沉降 (settlement)。其量測時不需判定其破壞程度，記錄時以公釐為單位，記錄的位置為版與路肩之接縫處，每隔15公尺量測一次，其值的正負判斷方式為路肩低於車道為正，反之為負。(如圖九所示)



圖九 車道與路肩高差之示意圖

1.12 車道與路肩分離(Lane-to-Shoulder Separation)

車道與路肩分離是車道與路肩間的接縫變寬而分離的現象，量測時不需判定其破壞程度，記錄時以公釐為單位，記錄的位置為版與路肩之接縫處，記錄接縫分離的寬度，每隔15公尺量測一次，並標註每個接縫處是否曾經填充過。（如圖十所示）



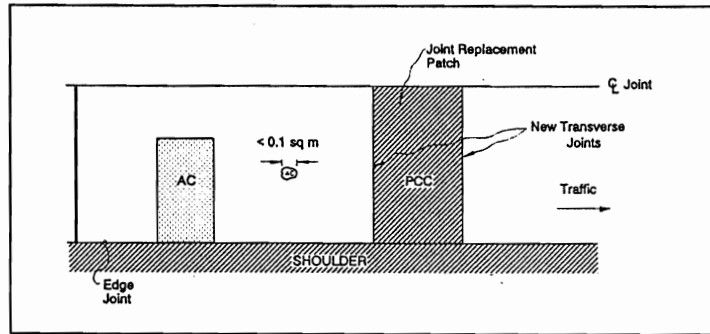
圖十 車道與路肩分離之示意圖

車道與路肩分離的產生主要是因為鄰近路肩的土壤壓實不良、土壤中含水量過高或排水不良等因素所引起。若車道與路肩分離產生而不加以維修，則水分會經由分離處滲入使得路基加速侵蝕。

1.13 修補/修補損壞(Patching / Patch Deterioration)

修補即是將原始之混凝土移除、置換，並以新的材料填補，而其面積大於0.1平方公尺者。修補損壞則為修補發生如剝落、裂縫等損壞。（如圖十一所示）

修補或修補損壞的破壞程度可區分為輕度、中度與重度三種，量測的方式是依修補的材料分別記錄其各破壞程度下修補或修補損壞的數量與面積。其破壞程度為：1.輕度：修補區域只有很輕微的破壞，沒有斷層或沉降。2.中度：修補區域有中度的破壞，斷層或沉降小於6公釐。3.重度：修補區域有重度的破壞，斷層或沉降大於等於6公釐。



圖十一 修補/修補損壞之示意圖

1.14 唧水或噴泥現象(Water Bleeding and Pumping)

唧水或噴泥現象為版在交通載重作用下變形，使基底層中水份挾帶細粒料經由接縫或裂縫而噴出。唧水或噴泥現象可由鋪面接縫或裂縫附近累積著細粒料或接縫斷層（或高差）而偵測得知，這些細粒料是從基底層滲出而累積在鋪面表面。唧水或噴泥現象亦表示接縫填充不良，會進而導致路基承载力喪失，並在交通載重重複作用下使鋪面版損壞。唧水或噴泥現象量測時不需判定其破壞程度，記錄其發生的數量與長度。

2.0 連續式鋼筋混凝土鋪面

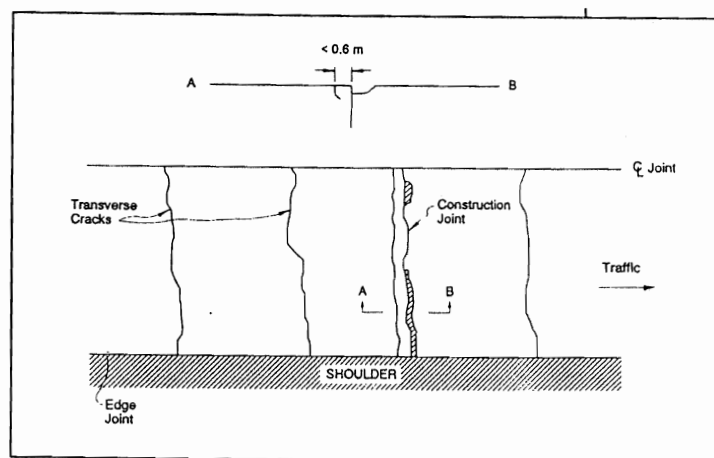
連續式鋼筋混凝土鋪面損壞形態的種類主要可分為以下三大類：

- a. 裂縫：縱向裂縫、橫向裂縫與耐久性("D")裂縫。
- b. 表面破壞：包含龜裂、表面剝落與鬆散、粒料磨損與脫落。
- c. 其它：包含隆起(或擠破)、車道與路肩高差、車道與路肩分離、修補/修補損壞、唧水或噴泥現象、縱向接縫填充料破壞、縱向接縫剝落、橫向建造接縫破壞與貫穿等。

由於連續式鋼筋混凝土鋪面損壞形態與接縫式無筋剛性鋪面損壞形態有許多類似相通之處，以下僅就其不同之破壞形態加以介紹：

2.1 橫向建造接縫破壞 (Transverse Construction Joint Deterioration)

連續式鋼筋混凝土鋪面是連續鋪築的，但每階段工作結束後（如每日收工時）仍會有建造接縫。橫向建造接縫破壞是指在橫向建造接縫附近產生許多密集相間的橫向裂縫或許多交錯的裂縫，其破壞程度可區分為輕度、中度與重度三種，量測的方式是記錄其各破壞程度下橫向建造接縫破壞的數量。其破壞程度為：1.輕度：在橫向建造接縫 0.6公尺內，無剝落或斷層發生。2.中度：在橫向建造接縫 0.6公尺內，有剝落發生，但剝落小於75公釐。3.重度：在橫向建造接縫 0.6公尺內，有剝落發生，且剝落大於等於75公釐並產生分離者。（如圖十二所示）

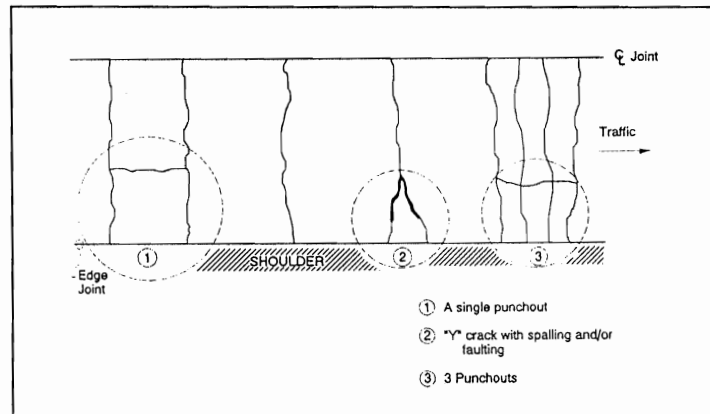


圖十二 CRCP橫向建造接縫破壞之示意圖

2.2 貫穿 (Punchout)

貫穿之形成為兩相近（通常在0.6公尺以內）之橫向裂縫、一條較短縱向裂縫與鋪面邊緣或縱向接縫包圍成一區域，此一區域會因為交通載重的作用而與鋪面版分離或產生剝落、斷層等現象。（如圖十三所示）

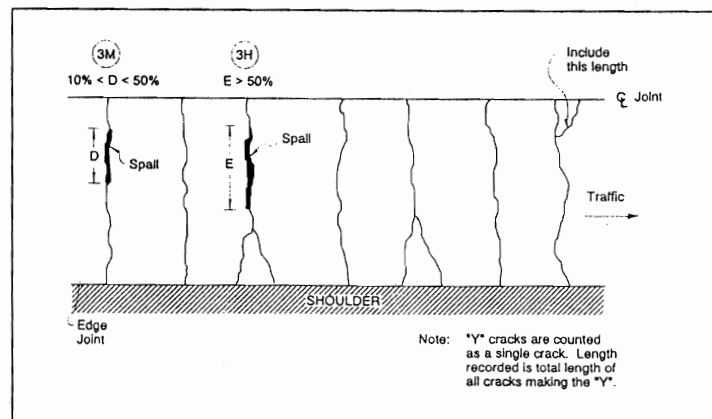
其破壞程度可區分為輕度、中度與重度三種，量測的方式是記錄其各破壞程度下貫穿破壞的數量。裂縫仍須記錄於橫向裂縫與縱向裂縫之中。破壞程度為：1.輕度：在橫向裂縫與縱向裂縫情況輕微，剝落小於75公釐或斷層小於6公釐。但不包含"Y"型的裂縫貫穿型式。2.中度：剝落大於等於75公釐但小於150公釐或斷層大於等於6公釐但小於13公釐。3.重度：剝落大於等於15公釐或斷層大於等於13公釐或在交通作用下已與鋪面版產生移動或分離者。



圖十三 CRCP貫穿之示意圖

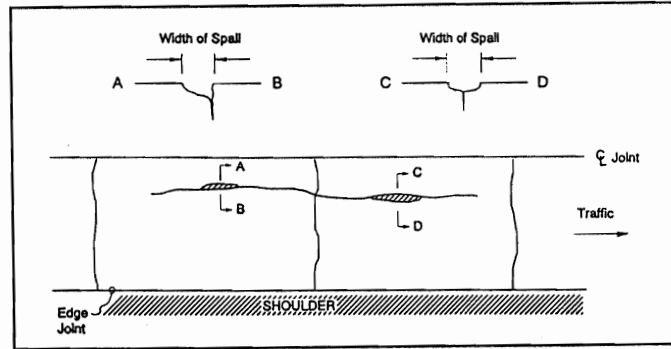
其他連續式鋼筋混凝土鋪面損壞形態之示意圖如下：

1. CRCP橫向裂縫



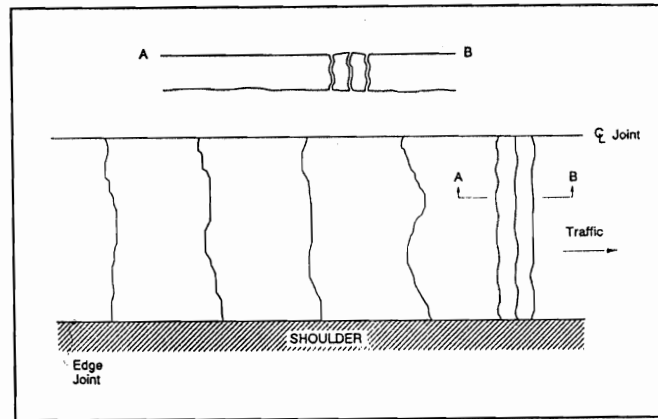
圖十四 CRCP橫向裂縫之示意圖

2. CRCP縱向裂縫



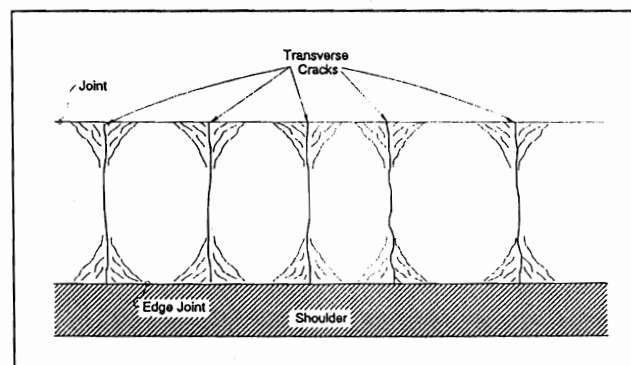
圖十五 CRCP縱向裂縫之示意圖

3. CRCP隆起 (或擠破)



圖十六 CRCP隆起(或擠破)之示意圖

4. CRCP耐久性 ("D") 裂縫



圖十七 CRCP耐久性("D")裂縫之示意圖

3.0 剛性鋪面損壞維修

剛性鋪面若發生損壞時，其維修方式一般以下列基本步驟決定：

1. 損壞狀況的調查。
2. 推斷引起破壞的原因。
3. 決定判斷是否維修，若需維修並訂定維修時間。
4. 維修方式與施工法的訂定與交通管制措施的擬定。
5. 實施維修。
6. 維修效果評估與追蹤調查。

維修方式可分為預防性與矯治破壞式的維修方式。在進行鋪面維修的工作時，許多的維修方法可被採用，端賴工程師的經驗與經費等相關因素來決定。本講義包含若干不同的維修方法與技術可供工程人員參考。其主要的養護的方式一般有：

1. 全厚度接縫式混凝土鋪面修補 (Full-Depth Repair of JCP)
2. 全厚度連續式混凝土鋪面修補 (Full-Depth Repair of CRCP)
3. 瀝青混凝土修補 (Patching with Bituminous Mixture)
4. 部分厚度的剝落修補 (Partial-Depth Spall Repair)
5. 版基底層的穩定與版的升高方法 (Slab stabilization and Slab Jacking)
6. 鋪面的打磨方法 (Diamond Grinding, Grooving, and Cold Milling)
7. 應力傳遞設施的修補 (Load transfer Restoration)
8. 接縫與裂縫的填封 (Joint and Crack Sealing)
9. 路肩改善方法 (Shoulder Improvement) 等。

對於維修的方法若能妥善加以選擇將可得到經濟而有效的結果。

3.1 全厚度接縫式混凝土鋪面修補

全厚度接縫式混凝土鋪面修補時所採用的材料為波特蘭混凝土，瀝青混凝土不建議採用，因為會使鋪面糙度值惡化且其維修成本並不見得較經濟。

可以採用全厚度接縫式混凝土鋪面修補方式的破壞形態有隆起、角隅斷裂、耐久性裂縫、剝落與曾經修補而再次破壞的鋪面等。在進行全厚度接縫式混凝土鋪面修補時主要考慮的要項如下：

1. 接縫的設計

接縫的設計對全厚度接縫式混凝土鋪面修補而言是十分重要的，因為全厚度修補可以想像為置換成一個新的剛性鋪面版，而版與版之間的應力傳遞應予維持，若應力傳遞不良會導致更嚴重的剝落、唧水作用、高差與角隅斷裂等破壞。

一般對剛性鋪面版的橫向接縫而言，可採用粗糙面與平滑面兩種切割方式。粗糙面是切割30%以下的深度，以骨材互鎖作用提供應力傳遞的效果；而平滑面則是切割深度在30%以上，但須提供應力傳遞的設施（如綴縫筋，dowel bar）。對於高載重交通量的鋪面建議採用平滑面的切割方式。綴縫筋的設計主要須考慮綴縫筋的直徑、數量和擺置間距、未來重車交通量與允許之鋪面高差等因素。

2. 修補位置與區域的訂定及修補區域的準備

鋪面表面完好並不代表鋪面內部無破壞產生，所以就鋪面版的結構狀況劃定修補的區域時，除依據經驗外，尚可利用鑽心試體得知鋪面的狀況，利用非破壞性檢測亦可。

修補區域訂定應該注意要能防止潛在性破壞發生，修補時最好能做鋪面車道全寬度的修補。修補區域的邊界應離現有的橫向接縫1.8公尺以上，否則將使臨接版產生額外的應力造成破壞。

修補區域劃定以後即進行版的切割，建議採用全厚度的切割方式。切割之後的剛性鋪面版可以打除或直接拉起，直接拉起的方式可以避免渣碎殘留而較易於清理。清理之後並修補基底層並安放綴縫筋。

3. 混凝土的澆置

澆置混凝土時應注意需充分搗實，使修補區域邊緣能與原有剛性鋪面版相互接合。加水增加工作度的做法應當避免，以免使混凝土強度降低或產生潛縮（shrinkage）。若為增加工作度可以考慮添加減水劑。

4. 接縫的填封

混凝土的澆置之後需儘早對接縫重新填封，如此可防止剝落與水份入滲的產生。

5. 養治與開放交通

鋪面能否開放交通可依下列方式考慮：

- a. 混凝土抗壓強度與破裂模數是否已達要求？

b.以混凝土的性質來考慮，是否混凝土已達最短養治時間。
若達上述要求且鋪面經掃紋且檢視合格則鋪面可重新開放交通。

3.2 全厚度連續式混凝土鋪面修補

可以採用全厚度連續式混凝土鋪面修補方式的破壞形態有隆起、貫穿、耐久性裂縫、建造接縫破壞、剝落與曾經修補而再次破壞的鋪面等，若是小區域輕度的破壞可以考慮部分厚度的修補方式。在進行全厚度連續式混凝土鋪面修補時主要考慮的要項如同上節所述：

- 1.接縫的設計
- 2.修補位置與區域的訂定及修補區域的準備
- 3.混凝土的澆置
- 4.接縫的填封
- 5.養治與開放交通

3.3 瀝青混凝土修補

瀝青混凝土修補之施工方式是將鋪面破壞打除至健全混凝土後，清潔渣碎。塗撒黏結材料，以每層不超過4英吋的方式逐層壓實修補。

3.4 部分厚度的剝落修補

以部分厚度的剝落修補方式處理的破壞形態有輕度剝落、表面剝落與輕度的耐久性裂縫等。其主要處理鋪面表層的損壞，對於剝落超過1/3版厚的破壞就不適宜了。對於損壞是否超過1/3版厚，可以鑽心採樣以決定是採用全厚度或部分厚度的修補方式。

修補時可依交通條件選擇普通水泥、早強水泥或超早強水泥使用，若修補的厚度太淺，其最大粗骨材粒徑不可超出施工厚度的1/3。其施工方式是將修補損壞部分打除至健全混凝土處，清潔渣碎並使版保持溼潤。修補範圍附近作好防護以免澆注混凝土時污染附近正常鋪面，之後澆灑水泥砂漿，澆注混凝土、搗實並鏟平。待初凝之後掃紋，並進行養治，養治應至少72小時始能開放交通。若修補部分有接縫，則必須先將原有的填縫移除約1英吋深，先作暫時的填縫以防外物進入接縫，待鋪面修補最後移去暫時填縫料，重新進行接縫的填封。

3.5 版基底層的穩定與版的升高方法

版基底層支承力的喪失是引起剛性鋪面版加速破壞（如：唧水作用、高差與破裂等）的主要原因。版基底層的穩定即是將波特蘭混凝土材料或瀝青混凝土材料利用機具以壓力注入版與基底層的空隙之中；版的升高即是將版提高以保持鋪面版之間的平整。

版基底層的穩定在使用波特蘭混凝土材料方面須注意其坍度（須能使材料完全填充孔隙）及強度，一般使用水泥飛灰砂漿。瀝青混凝土材料方面則需採用低針入度（15-30）與高軟化點（204-232°C）的材料。

版基底層的穩定僅應用於接縫或裂縫有支承力喪失的情況，若唧水作用產生但基底層仍有支承能力時，採用版基底層的穩定的方式反而會使版產生破裂並產生浪費。

版的升高進行時須量測其上升的高度，一般以鋼絲線配合測量儀器來進行以保持鋪面版之間的平整。

3.6 鋪面的打磨方法

鋪面的打磨方法即是利用機具將鋪面打磨以維持其平整度。其主要是能磨平高差或使鋪面保持良好的抗滑能力。

鋪面的打磨方法須將引起高差的原因加以考慮，以減輕未來的破壞程度，必要時須先對其產生之原因加以處理。

3.7 應力傳遞設施的修補

應力傳遞設施的修補是將傳遞效率降低之應力傳遞設施加以修補，可以防範接縫剝落、唧水作用、高差與裂縫的加劇破壞。

無應力傳遞設施的接縫式無筋混凝土鋪面其應力傳遞效率通常較差，因此無法承受較高的載重重複作用。因此在修補時需將交通載重列入考慮，必要時可加入應力傳遞設施。

3.8 接縫與裂縫的填封

接縫與裂縫的填封若保持良好狀況，可以防止水或異物侵入以避免破壞狀況的加劇。

裂縫的修補應先查明引起裂縫的原因，原因排除之後再進行裂縫的填縫。其修補與填縫的方法是沿著裂縫切割3/8英吋寬、3/4英吋深的溝槽，並清潔溝槽之後使溝槽具備良好的黏結性，之後以填封劑填入溝槽。

接縫填充料破壞需先清除舊接縫材料至少1英吋深並以空壓機施以高壓空氣清除舊接縫縫隙中之泥沙與雜物，最好能清除至鋪面底

版。清除完畢之後重新施做填縫料，施做時接縫處需保持乾燥，若潮濕可以瓦斯火焰烘乾。

3.9 路肩改善方法

路肩可以提供鋪面的側向支撐，亦可作為緊急救護等用途。為提供路肩與主車道間的應力傳遞效率，可以施作連繫鋼筋（tie bar，間距18-24英吋），以防止車道與路肩分離、高差與裂縫等破壞。

4.0 結語

就實際的情況而言，剛性鋪面損壞原因的判定與維修方式的選擇並無固定的模式可循，可謂是一門“決定的藝術”。本講義所提供的方式旨在提供一通用的觀點，提供工程師在鋪面維修時的參考。實際作業時，工程師仍需以其逐漸累積的經驗與知識檢視鋪面現實狀況，並參酌現有資源以做出維修方式最有效而經濟的選擇。

最後，淡江大學土木工程研究所研究生李英明在本講義編寫期間協助資料彙整與打字，使本講義能夠如期完成，謹此致上最深謝意。

5.0 參考文獻

1. 顏聰、林炳森、蕭伯聰，"剛性路面實用設計本土化研究期末報告"，交通部台灣區國道新建工程局，書籍編號026。
2. 賴森榮，"北二高剛性路面建造講習"，交通部台灣區國道新建工程局，訓練教材001，民國七十九年。
3. 交通部，"交通技術標準規範公路類公路工程--公路養護手冊"，幼獅出版社，民國七十八年六月。
4. 侯羿、賴森榮，"臺灣區高速公路路面養護管理系統"，臺灣營建研究中心，民國七十八年。
5. 周家蓓，"市區道路鋪面養護管理系統建立之研究"，交通部運輸研究所，民國八十一年十一月。
6. 周家蓓，"臺灣地區一般公路鋪面養護管理系統建立之研究"，交通部運輸研究所，民國八十二年十月。
7. 林志棟，"本省路面工程整修標準芻議"，鋪面管理維護系統研討會專集(一)，中央大學，民國八十年。
8. ASTM, "1993 Annual Book of ASTM Standards," Volume 04.03: "Road and Paving Materials; Pavement Management Technologies," 1993.
9. SHRP, "Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Project," SHRP-P-338, Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington, D.C., 1993.
10. Darter, M. I., and S. H. Carpenter, "Techniques for Pavement Rehabilitation, " Participant's Notebook, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, National Highway Institute, Third Revision, October, 1987.
11. Yoder, E. J., and M. W. Witzak, "Principles of Pavement Design," John Wiley & Sons Inc., Second Edition, 1975.
12. Huang, Y. H., "Pavement Analysis and Design," Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1993.
13. Sargious M., "Pavement and Surfacing for Highways and Airports," 虹橋書局, 1975.