第 02727 章 V2.0

冷拌再生瀝青混凝土

1.通則

1.1 本章概要

說明冷拌再生瀝青混凝土之材料、鋪築施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

本項工作包括冷拌再生瀝青混凝土之粒料及發泡瀝青(亦稱泡沫瀝青，以下統稱發泡瀝青)膠泥或乳化瀝青之供應、廠中拌和、拌和料之搬運、鋪築與壓實，並按設計圖說及本規範之相關規定辦理，本規範所提之冷拌再生瀝青混凝土僅適用於道路基底層。

1.3 相關章節

1.3.1 第 02336 章--路基整理

1.3.2 第 02714 章--瀝青處理底層

1.3.3 第 02722 章--級配粒料基層

1.3.4 第 02726 章--級配粒料底層

1.3.5 第 02741 章--瀝青混凝土之一般要求

1.3.6 第 02742 章--瀝青混凝土鋪面

1.3.7 第 02745 章--瀝青透層

1.3.8 第 02747 章--瀝青黏層

1.3.9 第 02966 章--再生瀝青混凝土鋪面

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準（CNS）

(1)	CNS 61	卜特蘭水泥
(2)	CNS 486	粗細粒料篩析法

(3) CNS 490 粗粒料（37.5mm 以下）洛杉磯磨損試驗法

(4) CNS 1304 乳化瀝青

(5) CNS 2260 鋪路柏油－針入度分級

(6) CNS 5265 瀝青鋪面混合料用礦物填縫料篩分析試驗法

(7) CNS 8755 瀝青鋪面混合料壓實試體之厚度或高度試驗方法

(8) CNS 8757 瀝青混合料壓實試體容積比重及密度試檢驗法(封臘法)

(9) CNS 8758 瀝青鋪面混合料理論最大比重試驗法

(10) CNS 8759 瀝青混合料壓實試體容積比重及密度試驗法(飽和面乾法)

(11) CNS 15073 鋪路柏油－黏度分級

(12) CNS 15308 瀝青鋪面混合料用粗粒料

(13) CNS 15309 瀝青鋪面混合料用細粒料

(14) CNS 15360 瀝青鋪面混合料用礦物填縫料

(15) CNS 15475 萃取粒料篩分析試驗法

(16) CNS 15478 自瀝青鋪面混合料中定量萃取瀝青試驗法

1.4.2 美國材料試驗協會（ASTM）

(1) ASTM C88 Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate

(2) ASTM C131 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

(3) ASTM C150 Standard Specification for Portland Cement

(4) ASTM D242 Standard Specification for Mineral Filler for Asphalt Mixtures

(5) ASTM D546 Standard Test Method for Sieve Analysis of Mineral Filler for Asphalt Paving Mixtures

(6) ASTM D692 Standard Specification for Coarse Aggregate for Bituminous Paving Mixtures

(7) ASTM D946 Standard Specification for Penetration-Graded Asphalt Binder for Use in Pavement Construction

(8) ASTM D977 Standard Specification for Emulsified Asphalt

(9) ASTM D979 Standard Practice for Sampling Bituminous Paving Mixtures

(10) ASTM D1073 Standard Specification for Fine Aggregate for Asphalt Paving Mixtures

(11) ASTM D2172 Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Asphalt Binder from Asphalt Mixtures

(12) ASTM D2397 Standard Specification for Cationic Emulsified Asphalt

(13) ASTM D3381 Standard Specification for Viscosity-Graded Asphalt Binder for Use in Pavement Construction

(14) ASTM D4215 Standard Specification for Cold-Mixed, Cold-Laid Bituminous Paving Mixtures

(15) ASTM D5444 Standard Test Method for Mechanical Size Analysis of Extracted Aggregate

(16) ASTM D5874 Standard Test Methods for Determination of the Impact Value (IV) of a Soil

1.4.3 美國道路及運輸官員協會（AASHTO）

(1) AASHTO M 140 Emulsified Asphalt

(2) AASHTO M 208 Cationic Emulsified Asphalt

(3) AASHTO M 226 Viscosity-Graded Asphalt Cement

(4) AASHTO M 352 Standard Specification for Materials Used in Cold Recycled Mixtures with Emulsified Asphalt

(5) AASHTO M 357 Standard Specification for Materials Used in Cold

		Recycled Mixture with Foamed Asphalt
(6)	AASHTO R 117	Standard Practice for Emulsified Asphalt Content of Cold Recycled Mixtures Designs
(7)	AASHTO R 128	Standard Practice for Determination of Optimum Asphalt Content of Cold Recycled Mixture with Foamed Asphalt
(8)	AASHTO T 245	Standard Method of Test for Resistance to Plastic Flow of Asphalt Mixtures Using Marshall Apparatus
(9)	AASHTO T 283	Standard Method of Test for Resistance of Compacted Asphalt Mixtures to Moisture-Induced Damage
(10)	AASHTO T 312	Standard Method of Test for Preparing and Determining the Density of Asphalt Mixture Specimens by Means of the Superpave Gyratory Compactor

1.5 資料送審

施工廠商應依施工進度，適時編訂詳細施工計畫書、品質管制計畫書及冷拌再生瀝青混凝土配合設計報告書，於鋪築前[30][60][　　]日提送工程司核定，施工中並應嚴格管制生產與施工品質及供料數量需能配合工程所需。

1.6 定義

1.6.1 冷拌再生瀝青混凝土：冷拌再生瀝青混凝土係適用於廠拌式冷拌再生瀝青混凝土（Central Plant Recycling Cold Mix Asphalt Concrete），係以既有路面之瀝青混凝土材料經挖（刨）除運回拌和廠打碎，依顆粒大小區分，可視級配必要性添加新粒料，然後與乳化瀝青或經發泡處理之瀝青膠泥等按配合設計所定配比拌和均勻後形成，拌和過程僅發泡處裡之瀝青膠泥需進行加熱，其餘拌和程序皆無須加熱。

1.6.2 再生瀝青混凝土粒料（RAP）：係以既有路面之瀝青混凝土材料經挖（刨）除運回拌和廠打碎後可再用者。

1.6.3 新粒料：未使用過之級配粒料。

1.6.4　道路基底層：道路基底層係用於道路鋪面層下之粒料層。

1.7　運送、儲存及處理

1.7.1　冷拌再生瀝青混凝土混合料之運送

(1) 拌妥之冷拌再生瀝青混凝土混合料，應以自動傾卸式貨車或其他適當之車輛運至工地鋪築。

(2) 所用貨車之車箱內，應清潔、緊密、光滑，並應先塗一薄層肥皂溶液、石蠟油或其他經工程司認可之潤滑材料，以免冷拌再生瀝青混凝土混合料黏附貨車上。

(3) 運送時應以帆布或其他適當之遮蓋物覆蓋，以防冷拌再生瀝青混凝土混合料之水分散失。

1.7.2　冷拌再生瀝青混凝土混合料之儲存

(1) 冷拌再生瀝青混凝土混合料，可於帆布或其他適當之遮蓋物覆蓋下儲存一天。

2.產品

2.1 材料

2.1.1 瀝青材料

(1) 發泡處理之瀝青膠泥(以下簡稱發泡瀝青)

發泡再生瀝青混凝土所採用之瀝青膠泥應依契約規定，以 CNS 15073 之黏度分級 AC-10、AC-20，或 CNS 2260 之針入度分級 85-100、60-70，作為基底瀝青進行發泡處理，並符合第 2.1.3(5)之規定。

(2) 乳化瀝青

應依契約圖說規定，採用乳化瀝青等級為陽離子慢凝型（CSS）或陽離子中凝型（CMS），乳化後之瀝青膠泥應充分混合均勻，不得有乳化劑分離之現象，經冷凍分離之乳化劑不得加入測試。其實際所用乳化瀝青之種類、等級及規格等，應符合設計圖說及[CNS 1304][AASHTO M140][AASHTO M208][　　]之規定。

2.1.2 粒料

粒料共分為再生瀝青混凝土粒料（Reclaimed Asphalt Pavement, RAP）及新粒料等二種。

(1) 再生瀝青混凝土粒料（RAP）

A. 打碎分堆儲放：運回拌和廠堆置場之再生瀝青混凝土粒料應打碎分成 19 mm～12.5 mm（$^{3}/_{4}$ in～$^{1}/_{2}$ in）、12.5 mm～4.75 mm（$^{1}/_{2}$ in～No.4）及 4.75 mm（No.4）以下等三種，或 19 mm～12.5 mm（$^{3}/_{4}$ in～$^{1}/_{2}$ in）及 12.5 mm（$^{1}/_{2}$ in）以下等二種級配分堆儲放。

B. 再生瀝青混凝土粒料不得含有木屑、鐵線、有機物、黏土、及有礙工程之品質及功能之有害物。

C. 冷拌再生瀝青混凝土所用之刨除料為一般瀝青刨除料而未包含再生粒料或含有再生粒料之刨除料。

(2) 新粒料

本節所規定之新粒料為天然碎石級配粒料，不應含有再生粒料或有礙工程品質及功能之有害物，且須符合以下規定。

A. 粗粒料

a. 粗粒料[停留於 2.36 mm（No.8）篩上者][　　]，應為優良之石材所軋製之碎石，須潔淨、質地堅硬、緻密、耐磨及級配良好者，且不得含有易於風化之顆粒及泥土、黏土、有機物、其他有礙本工程之品質及功能之有害物，並應具有與瀝青材料混合後，雖遇水而瀝青不致剝落之性能。

b. 以重量計，粒料中至少應有[75 %][　　]為碎石顆粒，且該碎石顆粒至少須具一個破碎面。扁平狹長之顆粒，寬度與厚度之比或長度與寬度之比大於 3 者不得超過[10 %][　　]。

c. 粗粒料依[CNS 490][　　]，經洛杉磯磨損試驗 500 轉後之磨損率，不得大於[50 %][　　]。

d. 粗粒料其餘物理性質，應符合[CNS 15308][ASTM D692][　　]之規定。

B. 細粒料

a. 細粒料通過 2.36 mm（No.8）篩者，包括石屑、天然砂或兩者之混合物，須潔淨、質地堅硬、緻密、顆粒富有稜角、表面粗糙及不含有機土、黏土、黏土質沉泥、有機物、其他有礙本工程之品質及功能之有害物，且導入拌和機時不得有結塊之情形。

b. 細粒料其餘物理性質應符合[CNS 15309][ASTM D1073][　　]之規定。

C. 礦物質填縫料

a. 冷拌再生瀝青混凝土粒料，偶有需用礦物質填縫料之處；礦物質填縫料之組成應為粉狀石灰石、熟石灰、卜特蘭水泥或其他工程司認可之非塑性礦物質。礦物質填縫料須乾燥而不含土塊、黏土粒及有機物質。礦物質填縫料之級配須符合[CNS 15360][　　]之規定。其級配如表 1 之規定：

表 1　礦物質填縫料之級配表

篩　　號	通過重量百分率（%）
1.18 mm（No.16）	100
0.60 mm（No.30）	97～100
0.30 mm（No.50）	95～100
0.075 mm（No.200）	70～100

b. 礦物質填縫料之篩分析試驗，應依照 CNS 5265 或 CNS 486 試驗。

2.1.3 冷拌再生瀝青混凝土混合料之組成

(1) 冷拌再生瀝青混凝土鋪築前，施工廠商若使用發泡瀝青時，應依據 AASHTO R 128(本規範附錄 B)配合設計方法；若使用乳化瀝青時，應依據 AASHTO R 117(本規範附錄 A)配合設計方法，於施工前[15 天][30 天][　　]提出配合比公式，其發泡瀝青混凝土試驗值應符合 AASHTO M 357 相關規定；乳化瀝青混凝土試驗值應符合 AASHTO M 352 相關規定，並徵得工程司之同意。

(2) 冷拌再生瀝青混凝土所用粒料經混合後之級配，應符合設計圖說之級配要求，如設計圖說內未規定粒料之級配時，由工程司根據設計者之設計

方法指定之。

(3) 經混合後之粒料，若有添加新粒料，其級配之變化，不得自某一篩號之下限，驟變為相鄰篩號之上限，反之亦然，其含砂當量，用於底層者不得少於[40][　　]。

(4) 冷拌再生瀝青混凝土所用粒料混合後之級配，依設計圖說之規定選擇下列級配，配合設計時，粒料之級配應符合表 2 或表 3 其中之一規定：

表 2　冷拌再生瀝青混凝土粒料之級配表（1）

冷拌再生瀝青混凝土粒料之級配表篩號	通過重量百分率（%）			
	標稱最大粒徑 1 in	標稱最大粒徑 3/4 in	標稱最大粒徑 1/2 in	標稱最大粒徑 3/8 in
37.5 mm（1 1/2 in）	100	—	—	—
25.0 mm（1 in）	90～100	100	—	—
19.0 mm（3/4 in）	—	90～100	100	—
12.5 mm（1/2 in）	56～80	—	90～100	100
9.5 mm（3/8 in）	—	56～80	—	90～100
4.75 mm（No.4）	29～59	35～65	44～74	55～85
2.36 mm（No.8）	19～45	23～49	28～58	32～67
1.18 mm（No.16）	—	—	—	—
0.60 mm（No.30）	—	—	—	—
0.30 mm（No.50）	5～17	5～19	5～21	7～23
0.15 mm（No.100）	—	—	—	—
0.075 mm（No.200）	1～7	2～8	2～10	2～10
附註：本表係參考 ASTM D4215 之規定				

表 3　冷拌再生瀝青混凝土粒料之級配表（2）

冷拌再生瀝青混凝土粒料之級配表篩號	細級配	中級配	粗級配
	通過重量百分率（%）		
31.5 mm（1.25 in）	100	100	100
25.0 mm（1 in）	100	100	85-100
19.0 mm（$^{3}/_{4}$ in）	95-100	85-96	75-92
4.75 mm（No.4）	65-75	40-65	30-45
0.60 mm（No.30）	15-35	4-14	1-7
附註：本表係參考 AASHTO M 352 及 AASHTO M 357 之規定			

(5) 發泡瀝青混凝土配合設計準則

A. 發泡瀝青混凝土混合料，其發泡瀝青膠泥特性及配合設計之品質，須符合表 4～表 6 規定：

表 4　發泡瀝青膠泥特性規定

粒料溫度	10 ℃～15 ℃	高於 15 ℃
膨脹率（倍）	≧10	≧8
半縮期（秒）	≧8	≧6

表 5　發泡瀝青混凝土配合設計之壓實規定

壓實方式	規範值
馬歇爾試驗機，次數	75
旋轉壓實機，圈數 (符合 AASHTO T 312 試驗方法)	30

表 6　發泡瀝青混凝土配合設計之品質規定

配合設計方法—間接張力		試驗規範
間接張力強度（ITS）	≧310 kPa（45 psi）	AASHTO T 283
浸水殘餘強度試驗（TSR）	≧70 %	
瀝青與水泥含量比值	≧2.5：1.0	AASHTO R 128

(6) 乳化瀝青混凝土配合設計準則

A. 乳化瀝青混凝土混合料，其配合設計之品質，須符合表 7～表 8 規定

表 7　乳化瀝青混凝土配合設計之壓實規定

壓實方式	規範值
馬歇爾試驗機，次數	75
旋轉壓實機，圈數 (符合 AASHTO T 312 試驗方法)	30

表 8　乳化瀝青混凝土配合設計之品質規定

配合設計方法—馬歇爾或間接張力(擇一)		試驗規範
馬歇爾穩定值	≧5,560 N（1,250 lbs.）（567 kgf）	AASHTO T 245
滯留強度試驗	≧70 %	
間接張力強度（ITS）	≧310 kPa（45 psi）	AASHTO T 283
浸水殘餘強度試驗 （TSR）	≧70 %	
殘餘瀝青與水泥含量比值	≧3.0：1.0	AASHTO M 352

(7) 若冷拌再生瀝青混凝土中有使用水泥作為額外添加劑使用時，水泥須符合 CNS 61 卜特蘭水泥之規定。

2.2 粒料之儲存

(1) 各種尺度之粒料應分別堆存在易於通達拌和廠加料器之處。粒料應分成[2][　　]種以上尺度分開儲存。儲料場所應經常保持良好而正常之狀態，每一料堆均應便於取樣。

(2) 料堆應堆放於業經整理壓實且具良好排水坡度之專用場地上，其周圍應以木材、金屬或其他指定材料做成之隔牆加以分開，此牆於承載荷重時不得有歪曲、撓曲或倒塌之現象發生，粒料若儲存於靠近儲備料堆處，應保持隔離。

(3) 再生瀝青混凝土粒料應不得含有木屑、鐵線、有機物、黏土及有礙本工程之品質及功能有害物。

2.3 瀝青材料準備工作之設備

(1) 瀝青膠泥應由施工廠商負責以油灌車運至瀝青拌和廠儲存槽內，並應附有循環式間接加溫及自動控制保溫設備，俾利依本規範之規定予以加熱保持應有之溫度；乳化瀝青應由施工廠商負責以油灌車或桶裝方式運至瀝青拌和廠儲存槽內，並應附有避免離析之設備。瀝青材料經試驗合格後如超過[30][　　]天未予使用，則應重新試驗合格後方可使用。

(2) 施工廠商應提供各種材料之稱重計量或體積計量等設備，使生產之混合料品質能符合規範要求。自動控制保溫係指以蒸氣套管或其他隔離物，能使管線內、計量器、稱重漏斗、噴桿、其他容器及流程中之瀝青材料，能維持規定溫度。

(3) 瀝青儲槽容量不得小於當日生產數量之瀝青材料用量。

3.施工

3.1 準備工作

3.1.1 施工氣候

(1) 冷拌再生瀝青混凝土應於晴天，除特殊情形經工程司及其代表同意者外，及施工地點之氣溫在[10 ℃][　　]以上，且底層、基層及路基乾燥無積水現象時，方可鋪築。

(2) 下雨時需停止施工，除非施工廠商能證明冷拌再生瀝青混凝土性能不會受到不利影響，且經工程司及其代表同意，在輕度降雨期間可進行鋪築作業。

3.1.2 試鋪路段之檢驗

(1) 冷拌再生瀝青混凝土在正式施工前，如契約規定或工程司認有必要時，先試鋪至少[30][100][　]m 以上之試鋪路段，進行冷拌再生瀝青混凝土混合料之試拌，試鋪和試壓之現場試驗工作，據以制定正式之施工程序，以確保良好之施工品質及鋪面施工之順利進行，試鋪前應將試鋪計畫提送工程司核可，以查證所用材料、施工機具及施工方法是否能達到所需要求。

(2) 檢驗施工品質，找出不符合要求之原因及修正措施，重新鋪築試驗路段，以達到要求為止。試鋪路段品質若不符合要求，工程司有權要求施工廠商將已試鋪之路面刨除並再行試鋪，直至達到要求為止，惟再行試鋪所增加之一切人工、機具、材料、檢驗、試驗及其他為完成本工作所需費用由施工廠商自行負擔，不另給付。

3.2 施工要求

3.2.1 冷拌再生瀝青混凝土下之路基、基層或底層

(1) 冷拌再生瀝青混凝土直接鋪築於路基面上時，該路基面應於冷拌再生瀝青混凝土鋪築前，須符合第 02336 章「路基整理」之施工方法規定，予以整妥壓實，須符合第 02745 章「瀝青透層」之規定，於整妥之路基面上噴鋪透層。

(2) 冷拌再生瀝青混凝土若係鋪築於級配粒料基層或底層之上時，則該基層面或底層面應於冷拌再生瀝青混凝土鋪築前，須符合第 02722 章「級配粒料基層」及第 02726 章「級配粒料底層」之規定，予以整妥壓實，須符合第 02745 章「瀝青透層」之規定，於整妥之基層面或底層面上噴鋪透層。

3.2.2 冷拌再生瀝青拌和廠

施工廠商應選擇登記合格之瀝青混凝土拌和廠供應瀝青材料，瀝青混凝土混合料，可用分盤式拌和廠（Batching Plant）或連續式拌和廠（Continuous Mixing Plant）拌和，惟無論使用何種型式之拌和廠，應以能按配合設計所定之配合比例準確計量所需之各種材料，並將其拌和均勻。瀝青拌和廠之主要設備，其規格與功能應於施工計畫內列述。

(1) 磅秤與計量設備

A. 用於任何稱重箱上或漏斗上之磅秤，應使用臂梁式磅秤、無簧指針之度盤式磅秤或採用電腦全自動計量及螢幕顯示，均須經度量衡檢定所檢驗合格，其靈敏度應為所需最大荷重之 0.5 %。

B. 若磅秤為臂梁式時，各種尺度粒料須分別採用不同之臂梁，並附設有指示指針，使所稱重量在 50 kg 內，即能顯示其功能。每一臂梁需設有鉤鎖設備（Locking Devices），俾使用時鉤住臂梁而發生稱重作用，不用時放開鉤鎖免使其內部彈簧疲乏。稱重機需於刀口上平衡，支點之構築應使其可調整而不易脫出準線。

C. 若使用無簧指針之度盤式磅秤時，其盤面上供讀數之字體大小應能在距離 8 m 之外可以讀出者。度盤需為複合式並附有輔助指針，指針之安裝若產生過多許可差時不得使用。

D. 瀝青材料之稱重磅秤，應符合粒料磅秤之規範，但每一臂梁式磅秤配有扣除重量與足夠計量之臂梁者不在此限。最小刻度不得大於 1 kg。用於稱瀝青材料之磅秤，其稱量不得大於欲稱材料重之 2 倍，且需讀至 0.5 kg 以內。臂梁式磅秤應裝有指示指針，以測出 5 kg 以內之荷重。

E. 施工廠商應提供所需數量之標準校驗法碼，以利經常校驗所有磅秤。

F. 拌和廠應提供一個體積計量表，使能自動將加入每盤之瀝青材料精確計量至規定用量之±2 %許可差範圍內。該計量表之指針靈敏度應為 1 cm/kg 之移動距離，其能量應比規定每盤使用之瀝青數量多 10 %。

G. 該計量表應具有調整任何讀數之連鎖設備，俾利每盤瀝青材料加入後能自動重新指示其重量。瀝青材料應於每盤乾拌時間完成後才開始注入，每盤所規定之瀝青使用量，應於 15 s 之內完全加入。

(2) 溫度計設備

若使用發泡瀝青作為瀝青材料，拌和廠應於衡量式拌和機瀝青漏斗填料閥門附近，瀝青輸送管上之適當位置，以及於連續式拌和廠靠近上述同樣位置，安裝一個可由 90 ℃讀至 200 ℃之鐵殼溫度計、或電測高溫計、或其他經認可之量溫設備。

(3) 發泡瀝青設備

A. 發泡瀝青應透過噴嘴系統注入拌和機。

B. 使用發泡瀝青作為瀝青材料，拌和廠應於拌和機旁近噴口處，安裝可測定發泡瀝青之發泡性能設備。

(4) 拌和時間之控制裝置

拌和廠應裝配計時鎖，以利控制整個拌和循環之操作。在拌和機填料後，計時鎖即鎖閉稱重箱門，直至完成循環時關閉拌和機之門為止。計時鎖於整個乾拌期間應關閉瀝青料之漏斗，於整個乾及濕拌（Dry and Wet）拌和期間應關閉拌和機之門。在盤式拌和廠內，所謂乾拌時間，係指打開稱重箱門至加入瀝青材料至拌和均勻之時間；所謂濕拌時間，係指瀝青材料加入之後，至拌和機打開門時之時間為止，不得超過 60 s。定時之控制應易於操縱，並於整個循環（至少 2 min）之時間內，能以 5 s 或更小之時間間隔調整之，時間間隔之調整應有工程司在場方可為之，並按其指示辦理。

(5) 安全設備

A. 為便於到達所有工廠之操作部門，須於所需各部門，設置適當安全之樓梯，並裝置防護扶手，以便通往拌和機台及拌和廠其他單位。所有齒輪、滑輪、鏈條、鏈輪以及其他有危險之轉動部分，應加以完全防護。拌和機台需有充分之空間，且不得有任何阻礙。貨車裝載場內及四週之通道，應隨時維持清潔而無阻礙，拌和機台上應避免有材料落下之慮。

B. 所有拌和廠並應裝配必需之人行道、階梯及平台等，以便安全取樣。

(6) 盤式拌和廠（Batching Plants）設備

A. 稱重箱或漏斗（Weigh Box or Hopper）

拌和廠應備有稱重箱，其容量應足夠容納一盤拌和所需粒料之最大數量。稱重箱或漏斗需支持於支點及刀口上，構造應能免除脫出準線或調整失靈。該稱重漏斗應避免與支撐桿或柱之邊緣端或其他設備相接觸，以免影響其正確功能。此外，漏斗與支承設備間應有充分之淨距，以免外來物之積聚。

B. 瀝青衡量斗

如以瀝青衡量斗稱量瀝青時，其容量應足夠容納拌和機內每一盤所需之瀝青總量。衡量斗應為熱套管式（Heat Jacketed），且懸於度盤式或臂樑式磅秤上，並附裝指示器，可於每次稱重時指出衡量斗之空重，而測定瀝青淨重之準確度，不得超過所需重量之±2 %。衡量斗輸送溶化之瀝青時，應使其成均勻稀薄之流面或以多管之流線分布於拌和機之全寬。僅旋轉式拌和機使用時，其瀝青則以噴灑狀輸送。

C. 衡量式拌和機

拌和廠應包括有採用加熱套管之雙軸攪拌式或迴轉式鼓形盤式拌和機，裝有足數之拌板或輪葉，並應安裝正確，以便在規定之要求下能生產所需之適當拌和材料。若在雙軸攪拌式拌和機內之淨距等於或大於 1 cm 時，應更換過短之輪葉或磨損之內壁（或兩者兼做），以便淨距減至 1 cm 以下。如未能獲得充分之拌和與粒料之完全被包裹，則由工程司判斷後可增加需要拌和之時間。

(7) 連續式拌和設備

A. 級配控制設備

連續式拌和廠可利用體積控制。不論用重量或體積衡量，拌和廠均應能按比例準確衡量來自各儲存箱之粒料。如級配按體積控制時，則在儲存箱隔間下應裝設一供料器。每一儲存箱應能正確地控制各門以形成一個孔口，而便於利用體積衡量各儲存箱隔間內流出之材料。每一出口應裝有指示器，以指示出口開孔之大小。

B. 粒料重量之測定

拌和廠應裝有測定試驗樣品重量之孔口裝置。由儲存箱流出之材料，分別經過其孔口後，應由副管分別流入各自適當之試驗箱內，以測定來自出口之流量。拌和廠應裝有便於測定至少每箱[50][　　]kg之試驗樣品之裝置，並按工程司之指示逐漸加重，然後在精密之地磅上稱其重量。在設定每一訂有規範項目層次之正常開口前，應於工程司在場時先校準粒料供料控制口。完整的供料控制口（Feeder Gate）校準圖，應提供駐廠監工人員，以供檢驗。

C. 提供測定瀝青流量之各種方法及儀器。

D. 粒料與瀝青同時供應

來自儲存箱內之粒料流量，以及來自流量表內或其他配合來源之瀝青流量，二者間應以適當之方法正確地互相連鎖控制。此種控制利用互相連鎖之機械方法，或由工程師之正確控制方法來實現。

E. 連續式拌和機

拌和廠應備有經認可之雙軸攪拌式及加熱套管設備之連續式拌和機，並能生產符合規範要求之均勻拌和料。其拌板應可調整在機軸之角度，並可轉向，以延緩混合料之流動。拌和機上需裝有製造廠之說明牌，載明各不同高度之淨體積，及不同工作速度時粒料每分鐘之供應量。除非其他要求，否則拌和時間應依下列公式按重量法決定之：

$$拌和時間\ （s）=\frac{拌和機之載重量\ （kg）}{拌和機出口量\ （kg/s）}$$

該重量需由工程司作現場試驗決定之。

(8) 瀝青混合料過磅

A. 供應瀝青混合料之拌和廠應裝配貨車地磅，其操作與維護費應由施工廠商負擔。地磅應裝妥於穩定之基礎上，並隨時維持水平與垂直之位置。所有稱重設備均應備有調整器材，以供任一部分失去準確時，能迅速地重新調整而恢復功用。

B. 地磅平台應有足夠之長度與寬度，以適應貨車或運送瀝青材料之運搬設備，能一次稱量全部載重。

C. 供應瀝青混合料之拌和廠開始作業前，稱重磅秤、地磅、與量表設備均需加以檢驗並經工程司之同意。此後磅秤與量表應以工程司認為滿意之方法每日加以檢驗。

D. 每天早上開始工作前或工程司認為必要之任何時間，稱重儲存箱與磅秤均應予以調整平衡。磅秤或量表之檢驗、校核與調整平衡等工作，均需於工程司在場時為之。

E. 拌和廠紀錄應加保存，同時每日需由施工廠商及工程司之簽名認可，該紀錄表需有下述資料：日期、生產材料種類、各部貨車編號、貨車空重、淨重及載重、貨車所裝載之盤數，當天載重過磅時間等。每部貨車之空重在每天工作開始時及工程司認為需要之任何時間至少應每天測定[1][　　]次。

F. 拌和廠之設備及操作應做定期檢查，使地磅秤出之拌和料淨重在每一車裝料之各盤重量和之±2 %以內。如不能達到此水準，拌和料需予拋棄並停止廠內所有操作，且即予修正此種重量不一致之原因，俟完成修正後，方可再行運轉。

G. 瀝青混合料由拌和廠運至工地，每次裝載之合格證明需製成傳票，由貨車駕駛員從拌和廠之監工人員手中帶給工地監工人員。

H. 傳票表格由施工廠商供應。每天裝載之傳票應連續號編加以區分，並須記載下列資料：裝貨日期與時間、貨車編號、裝載貨車之空重、裝載淨重、拌和料溫度、拌和料種類、到達工地時間、到達工地溫度、拌和廠監工人員表示同意之書面簽字證明等。

I. 拌和廠監工人員認可之材料，如於使用時不能適用，則工地監工人員可以拒絕使用該批材料。

(9) 試驗室

施工廠商應供應一足夠空間之試驗室，以放置並操作所需之試驗設備，以便從事冷拌再生瀝青混凝土控制試驗。

3.2.3 運輸設備

運輸車輛必須具有堅固緊密、清潔及平滑金屬之車身，每次裝載時應用足夠大小之帆布或其他妥善材料掩蓋以免受天候之影響。運輸車輛數應依拌和廠至鋪築地點之運距而定，並需有足夠車輛數，使其總運量之速率能符合拌和廠之生產率，並保證儘可能使鋪裝機連續操作而不至於延擱。

3.2.4 冷拌再生瀝青拌和料之鋪築設備

依第 02741 章「瀝青混凝土之一般要求」之規定。

3.2.5 壓路機（Rollers）

(1) 混合料鋪設後，應用壓路機予以徹底均勻地滾壓。通常一部路面鋪築機須配合一部鐵輪壓路機，及一部膠輪壓路機；或配備一部振動壓路機。每層拌和料鋪築後，若已能承受壓路機而不致發生過份之移動或產生髮絲裂痕狀時，則應立即滾壓。

(2) 壓路機應為自動式之鐵輪壓路機及膠輪壓路機或振動壓路機，並須保持良好情況，其操作時之速率應儘量緩慢，避免瀝青混合料滾壓後產生移動之現象。壓路機所需之數量與每部壓路機之重量，應依混合料於可工作之情形下能壓實至符合滾壓檢驗之規定而定。如因選用機具不當致使粒料過份壓碎，應嚴予禁止。

3.3 施工方法

3.3.1 鋪築路段之整理與清掃

(1) 鋪築冷拌再生瀝青混凝土路面之路段，在施工前，其底層、基層、路基或原有路面應按下列規定予以整修及清掃，使其符合設計圖說所示之線形、坡度及橫斷面。

(2) 如有坑洞或低陷不平之處，應先將其一切浮鬆材料移除，並以相同之材料按規定填補整修後，予以滾壓堅實。

(3) 如表面有隆起或波紋之處，應將其刮平並予滾壓，務使平順堅實。

(4) 上列各項工作完成後，應以清掃機或竹帚將表面浮鬆塵土及其他雜物清掃潔淨，清掃寬度至少應較路面鋪築寬度每邊各多 30 cm。

3.3.2 瀝青透層或黏層之澆鋪

本工程如有瀝青透層或黏層之設計時，其施工應按第 02745 章「瀝青透層」及第 02747 章「瀝青黏層」之規定辦理。

3.3.3 冷拌再生瀝青混凝土混合料之拌和

(1) 粒料之拌和溫度

粗、細粒料在送入拌和機之前，粒料均應保持常溫，其拌和溫度建議為[10 ℃][　　]以上。

(2) 粒料之含水量

粗、細粒料在送入拌和機之前，須施測含水量以調整實際拌和用水之比例，乳化瀝青混凝土建議添加 1.5 %～2.5 %之拌和用水量；發泡瀝青混凝土須依[CNS 11777][CNS 11777-1]進行施測，以求混合料之最大乾密度及最佳含水量供調配拌和用水量使用。

(3) 冷拌再生瀝青混凝土之拌和

A. 各種大小不同之粒料、填充料及瀝青材料，應依配合設計之比例，分別以重量比準確配合之。

B. 以分盤式拌和機拌和時，其濕拌時間不得超過 50 s。

C. 以連續式拌和機拌和時，除另有規定者外，其拌和時間應依下列公式按重量法決定之。

a. 拌和時間（s）＝[拌和機之載重量（kg）]÷[拌和機之出口量（kg/s）]

b. 式中重量由工程司在工地作試驗決定之，惟在連續式拌和機內拌和之時間不得超過 60 s。

3.3.4 冷拌再生瀝青混凝土混合料之鋪築及滾壓

冷拌再生瀝青混凝土鋪築及滾壓溫度建議為[10 ℃][　　]以上，其相關施工要點依第 02742 章「瀝青混凝土鋪面」之規定。

3.3.5 接縫及邊緣

(1) 所有接縫於施工時，均應特別小心，並充分壓實，使其有平直整齊之接縫表面並與路面其他部位之瀝青混凝土有同樣之結構及密度。

(2) 除彎道處之縱向接縫外，接縫皆應成平直之直線，橫向接縫並應儘量與路中心線成垂直，除使用模板者外，已冷卻之接縫接合面均應切成平整之垂直面。

(3) 接縫接合面應清刷潔淨並除去一切鬆動材料後，塗刷一層透層材料。

(4) 鋪築時，鋪築機應置於能使瀝青混合料緊密擠塞於接縫垂直接合面之處，並使其有適當之厚度，俾於壓實後，能與鄰接路面齊平。

(5) 瀝青混凝土之邊緣，如不用木料支撐時，應稍予鋪高並充分夯緊，使能承受壓路機之輪重後，立即開始滾壓。

(6) 如瀝青混凝土路面與緣石或邊溝接攘時，其鋪築及滾壓工作應特別小心，以免損及緣石及邊溝。

3.4 檢驗

3.4.1 新粒料依 CNS 490，經洛杉磯磨損試驗 500 轉後之磨損率，用於道路基底層不得大於[50 %][　　]。檢驗頻率為[每 5,000 公噸 1 次][　　]，但不足上述檢驗噸數者，均計為 1 次。

3.4.2 瀝青材料

針入度分類依[CNS 2260][　　]之規定檢驗，黏度分類依[AASHTO M 226][ASTM D3381][CNS 15073][　　]之規定檢驗，乳化瀝青分類依[CNS 1304][　]之規定檢驗，檢驗頻率為[每 50 公噸 1 次][每 100 公噸 1 次][　　]。

3.4.3 滾壓檢驗

(1) 冷拌再生瀝青混凝土當層滾壓完成後，應以工程司認可之重貨車進行滾壓檢驗，行駛整個冷拌再生瀝青混凝土面至少[3 次][　　]（一往返為一次），不產生移動或裂痕凹陷者方為合格。滾壓檢驗所用重車，須為後輪單軸，單邊雙輪，其後軸總載重在[16 t][　　] 以上，輪胎壓力為[7 kgf/cm^2][　　]。

(2) 滾壓檢驗未能符合規定時之處理辦法，應依設計圖說或其他契約文件之有關規定辦理。

3.4.4 現地強度成效檢驗

(1) 進行現地強度成效檢驗時，應以 ASTM D5874 規定之標準試驗流程，以 4.5 kg 落錘對於施工完成後之冷拌再生瀝青混凝土鋪面進行試驗，試驗值應不得小於 40 IV 方為合格。檢驗頻率為每一層至少應每[1,000 m^2][　]做強度試驗一次，但不足上述檢驗面積者，均計為一次。

(2) 現地強度成效檢驗未能符合規定時之處理辦法，應依設計圖說或其他契約文件之有關規定辦理。

3.4.5 平整度

(1) 新鋪設路面、全部厚度或部分厚度之銑刨加鋪路面及管線挖掘回填路面，完成後之路面應具平順、緊密及均勻之表面。路面之平整度得以[3 m][ ]長之直規或高低平坦儀擇一執行。

(2) 以[3 m][ ]長之直規沿平行於，或垂直於道路中心線之方向檢測時，其任何一點之高低差均不得超過[±1.5 cm][ ]；如面層厚度在 7.5 cm 以下時，其底層頂面之高低差不得超過[±0.6 cm][ ]，不合格處應予整平壓實。所有高低差超過上述規定部分，應由施工廠商改善至合格為止。

(3) 所有微小之高凸處、接縫及蜂巢表面，均應再次修飾平整。

3.4.6 鋪築厚度

(1) 以開挖設計圖所示之尺度及高程與完工後之鋪面高程進行檢驗，路面厚度之許可差，應按其厚度檢測結果，且任何一點之厚度不得少於設計厚度[10 %][ ]或[1 cm][ ]之較小者。

(2) 每層壓實厚度視滾壓機具之能量而異，除另有規定或工程司核准外，每層最小壓實厚度不得小於[10 cm][ ]，最大壓實厚度不得大於[20 cm][ ]。

3.4.7 現場冷拌再生瀝青混合料抽樣實驗室成效檢驗

現場冷拌再生瀝青混凝土取樣後，應密封保存並儘速送樣至實驗室，以免樣品水分散失導致材料固化進而影響試驗結果。以本章 2.1.3 之冷拌再生瀝青混凝土配合設計品質規定檢驗現場冷拌再生瀝青混合料強度是否符合規範值，發泡瀝青混凝土強度應符合表 6 規定，乳化瀝青混凝土強度應符合表 8 規定。檢驗頻率為[每 2,000 公噸 1 次][ ]，但不足上述檢驗噸數者，均計為 1 次。

3.5 現場品質管理

如經上述 3.4 節試驗及檢測結果，其滾壓檢驗、現地強度成效檢驗、平整度、鋪築厚度或現場冷拌再生瀝青混合料抽樣實驗室成效檢驗未能符合規定時，應依設計圖說或其他契約文件之有關規定辦理，並就所用材料、施工機具及施工方法等加以檢討改正後，重新鋪築，直至符合規定時為止，否則不得繼續施工。

4.計量與計價

4.1 計量

4.1.1 冷拌再生瀝青混凝土按竣工後經驗收合格不同類型之數量，以[立方公尺][公噸][　　]計算。

(1) 以立方公尺計算時，應以設計圖說[所示斷面及實際鋪築長度][面積乘以厚度][　　]計算所得之體積為準。

(2) 如以公噸計算時，應以設計圖說[所示斷面及實際鋪築長度][面積乘以厚度][　　]計算所得之體積，乘以實際所鋪冷拌再生瀝青混凝土之單位重所得之重量為準。

4.1.2 瀝青混凝土之挖（刨）除費及運費另外計量。

4.1.3 在運送途中析離或損壞或因鋪築機械故障或其他理由，而經工程司拒絕使用或挖除重鋪之瀝青混凝土，均不予計算。

4.2 計價

4.2.1 冷拌再生瀝青混凝土依契約詳細價目表內所列不同類型之單價，以[立方公尺][公噸][　　]為單位計給。

4.2.2 該項單價已包括底層、基層或原有面層之整理與清掃、再生瀝青混凝土粒料（含處理）、新粒料、瀝青材料、加熱與拌和、運送、鋪築及滾壓等，以及為完成道路鋪面所需之一切人工、材料、機具、設備、動力、運輸及其他為完成本工作所必需之費用在內。

4.2.3 瀝青混凝土之挖（刨）除費及運費另外計價。

4.2.4 鋪面平整度、滾壓檢驗、現地強度成效檢驗、冷拌再生瀝青混合料抽樣實驗室成效檢驗或厚度等不符設計圖說之路面，其挖除及重鋪所需一切費用，均應由施工廠商負擔，不另給價。

4.2.5 所有檢測、修補、回填及夯實費用，均應由施工廠商全部負擔。

〈本章結束〉

附錄 A　冷拌再生乳化瀝青混凝土配合設計

1.適用範圍

本規範用於冷拌再生乳化瀝青混凝土設計評估，以確定使用現地冷再生（CIR）或廠拌冷再生（CCPR）時，冷拌再生（CR）瀝青混凝土中乳化瀝青和其他礦物填縫料之配比，本配合設計為根據強度以及其他性能進行設計。

2.設計方法

參考冷拌再生乳化瀝青混凝土配合設計標準（AASHTO R 117）

3.配合設計步驟

冷拌再生乳化瀝青混凝土之配合設計流程係參考 AASHTO R 117 進行設計：首先刨除料經處理程序後，確認刨除料(RAP)以及乳化瀝青進行基本性質試驗，以原始粒料進行設計級配，根據建議添加拌和用水量、礦物填縫料含量以及不同含油量設計配比，拌和後根據不同強度測定方法決定壓實方式進行壓實，最後決定最適水泥及瀝青含量，設計流程如圖 1 所示。

(1) 基本性質試驗

A. 刨除料處理程序

a. 建議取得兩種不同級配之 RAP，配合設計乙次所需之 RAP 總重約為 200 kg (400 lb)，在報告中應提供 RAP 來源。

b. 配合設計之 RAP 需烘乾至恆重所採用之溫度為 40±2 ℃

附註：建議根據當地條件和施工設備調整級配，設計級配應盡可能接近預期的現場級配規格，除非計畫需更大的粒料尺寸；而級配規格會因樣本而異，在現場對設計的乳化瀝青含量稍作調整以獲得最佳混合料品質通常是必要的。建議透過兩個不同級配之 RAP 材料進行級配設計，以確定可接受的乳化瀝青含量範圍。

c. 將未洗油之 RAP 依 CNS 486 進行篩分析試驗

附註：確保所有未洗油 RAP 都通過篩號為 25 mm(1 in)的篩網。

B. 刨除料基本性質試驗

從 RAP 中測定瀝青含量及洗油後之粒料級配，各別依 CNS 15478、CNS 15475 進行試驗。

a. 依 CNS 15478 計算平均瀝青含量

b. 將瀝青抽取後之粒料依 CNS 15475 試驗方法進行篩分析

附註：若粒料級配中的 4.75 mm（No.4）篩的累積通過百分比大於 65 %，或如果瀝青含量大於 5.5 %，則考慮調整粒料配比，來修正 CNS 15478 及 CNS 15475 試驗結果，以改善低空隙率、低間接張力強度或低滯留強度之狀況。

C. 乳化瀝青基本性質試驗

a. 依 CNS 1304 進行乳化瀝青分級，需符合本規範 2.1.1 要求並選擇合適之乳化瀝青。

b. 取得約 7.6 L(2 加侖)的乳化瀝青進行配合設計，在報告中應提供包含以下幾點：

(a) 供應商的名稱及地址

(b) 選用乳化瀝青的等級及性質檢驗

D. 礦物填縫料選擇

a. 若配合設計中需要，則至少應取得約 2.3 kg (5 lb)的生石灰、熟石灰或水泥。

b. 配合設計報告中應列出礦物填縫料之名稱及來源。

附註：有時透過礦物填縫料來吸收混凝土內部水分以提高早期的內聚力、強度和抗水分侵害能力，但為了防止產生脆性行為，乳化瀝青中殘餘瀝青量與水泥添加量之比不得小於 3:1；石灰添加量則應限制在最高 1.5 %。

c. 石灰泥準備(如果選用石灰)

按照預期的比例將所需的石灰粉數量添加到水中來製備漿體。

(a) 減少石灰因粉末狀而造成之損失

(b) 應攪拌直至充分混合，且為防止沉澱需持續拌和漿液直至使用

(c) 應以濕布覆蓋以減少水分蒸發

(2) 材料設計配比選擇

選擇至少 3 個以 0.5 %~1 %為級距的乳化瀝青含量，其範圍通常為 RAP 乾重的 1.0 %至 4.0 %，所選擇的每一個乳化瀝青含量應至少準備 6 個試體。作為另一個考量，填縫料因種類有所差異而有不同比例，故須分批進行夯壓及測試。

(3) 強度試驗選擇

A. 間接張力強度試驗：

試驗方式參考 CNS 15306，試體製作採 AASHTO T 312 之旋轉式壓實機 30 迴轉進行壓實，模製出直徑為 150 mm（6 in）和高度為 95±5 mm（3.75±0.2 in）的試體。

B. 馬歇爾穩定值試驗：

試驗方式參考 CNS 12395，試體製作採馬歇爾夯打機以每側 75 次進行夯打，模製出直徑為 100 mm（4 in）和高度為 63.5±3 mm（2.5±0.1 in）的試體。

附註：間接張力強度試驗或馬歇爾穩定值試驗擇一辦理。

(4) 機器拌和

A. 使用機械桶式拌和機或實驗室大小的攪拌機拌和樣品進行測試，需加入預期在攪拌初期應被加入的拌和用水量，建議為 1.5 至 2.5 %，並充分混合。如果有添加任何乾燥的礦物填縫料或漿料，則先將礦物填縫料及漿料加入乾燥 RAP 中於加入水之前充分混合。

B. 在室溫 20 至 25 ℃條件下，將 RAP 與水，礦物填縫料和水或漿液充分拌和，然後在預期的輸送溫度下與乳化瀝青混合；每次拌和一個試體與乳化瀝青之拌和時間不應超過 60 秒。

附註：若在溫度高於 25 ℃的條件下進行 RAP 拌和及壓實，可更佳地模擬炎熱的氣候條件。如果環境溫度預計為 29 ℃或更高，則建議將 RAP 和模具溫度控制在 40 ℃以進行壓實。高溫條件下可能會降低設計乳化瀝青含量；如果鋪築環境溫度條件較冷，現地乳化瀝青含量可能需要增加，但因本規範 3.1.1 節已針對施工溫度進行溫度限制，故不需額外在實驗室中控制模具及 RAP 溫度於進行低溫拌和及壓實。

附註：在拌和設計樣品前，需準備試驗用的混合料包含預期拌和用水、礦物填縫料和粒料，以確定乳化瀝青能均勻分散在整個混合物中；如果需要修正，則調整拌和用水含量，但不超過 3 %，若還需要修正，可能需要改變乳化瀝青添加量。

(5) 夯壓

A. 依強度試驗選擇夯壓方式，間接張力強度試驗使用旋轉壓實機，馬歇爾穩定值試驗使用馬歇爾夯打機

B. 拌和完成後立即將樣品壓實

C. 材料和模具沒有被加熱並在 25±2 ℃下壓實試樣。

D. 在每種乳化瀝青含量下製作六個試體進行間接張力強度或穩定值試驗三個用於乾養護條件之強度試驗，另三個用於濕養護條件之強度試驗。

(6) 養護條件

A. 壓實後從模具中取出樣品，需小心處理樣品以免受擾或損壞。

B. 將樣品置於 60±1 ℃的烘箱中強制對側面和頂部通風。在 60±1 ℃的條件下養護壓實試體至恆質量，但加熱時間不超過 48 h 且不低於 16 h。恆質量定義為 2 h 內質量變化小於等於 0.05 %。養護後，在 25±2 ℃下冷卻樣品至少 12 h，最長 24 h。

(7) 測定最大理論密度

最大理論密度參考 CNS 8758 試驗方法。

A. 選擇乳化瀝青含量最高之分組試樣，並依此小節之機器拌和之規定進行拌和。

B. 需將鬆散之混合料在 60±1 ℃的烘箱中養護至恆質量，養護時間不超過 48 h 亦不少於 16 h，其餘程序與 CNS 8758 規定相同。恆質量之定義係指每 2 小時內質量變化小於或等於 0.05 %。

C. 不要以刮刀去剝散或破壞不容易移除的結塊。

D. 選擇乳化瀝青最高含量之分組試樣進行兩個樣品試驗。

E. 若混合料採較低含油量含未包裹完整之顆粒，需依以下公式計算較低乳化瀝青含量的理論最大比重，並從平均 G_{mm} 計算 RAP 的有效比重：

計算較低乳化瀝青含量混合物的理論最大比重公式如下：

$$G_{mm}=\frac{100}{\frac{(100-P_{br})}{G_{RAP}}+(\frac{P_{br}}{G_b})}$$

其中：

G_{mm} = 設計乳化瀝青含量下混合物理論最大比重

P_{br} = 乳化瀝青混合料中殘留瀝青含量

G_b = 殘留瀝青比重

$$G_{RAP}=\frac{(100-P_{br})}{\left(\frac{100}{G_{mm}}\right)-(\frac{P_{br}}{G_b})}$$

其中：

G_{RAP} = RAP 有效比重

P_{br} = 乳化瀝青混合料中殘留瀝青含量

G_b = 殘留瀝青比重

(8) 乾濕分組養治與強度試驗

A. 試體高度依據 CNS 8755 方法量測，亦可從旋轉式壓實機讀數獲得高度。

B. 將每組乳化瀝青含量的試體分成兩組，每組 3 顆試體，並使同一乳化瀝青含量分組平均空隙率大約相等。

C. 測定濕養護容積比重與空隙率

依 CNS 8757 或 CNS 8759 確定每個養治後試體之容積比重，由於樣品在養護下已經固化到恆重，因此不需要如 CNS 8757 之 4.1 部分或 CNS 8759 之 4.3.1 部分所討論之進一步乾燥樣品。

D. 乾燥養護分組養治程序

乾燥分組試體進行溫度調節時，應將試體置入夾鏈袋或其他可防漏之袋中以防止溫度調節過程中與水分接觸，養治完成後應與濕養護分組試體一同進行強度試驗。

a. 對於間接張力強度試驗者，則須經過至少 2 h 的溫度調節，將試體浸入 25±1 ℃的水浴中。

b. 對於馬歇爾穩定值試驗者，則須經過至少 2 h 的溫度調節，將試體浸入 40±1 ℃的水浴中。

E. 濕養護分組試體養治程序

將每組乳化瀝青含量的三個壓實試體，於蒸餾水中施予短暫時間真空，最終使試體飽和度達 55 %-75 %，飽和度計算方式參考 CNS 15306 方法之規定。

a. 間接張力強度試驗：將達飽和度之試體浸入 25±1 ℃水浴中 24±1 h 後，進行間接張力強度試驗。

b. 馬歇爾穩定值試驗：將達飽和度之試體浸入 25±1 ℃水浴中 23 h 後再浸入 40±1 ℃水浴中 1 h 後，進行馬歇爾穩定值試驗。

F. 抗水分侵害能力測定

a. 間接張力強度試驗：需將濕養護分組平均間接張力強度除以乾燥分組平均間接張力強度，以計算每組乳化瀝青含量的浸水殘餘強度(TSR)。

b. 馬歇爾穩定值試驗：需將濕養護分組平均穩定值除以乾燥分組平均穩定值，以計算每組乳化瀝青含量的滯留強度。

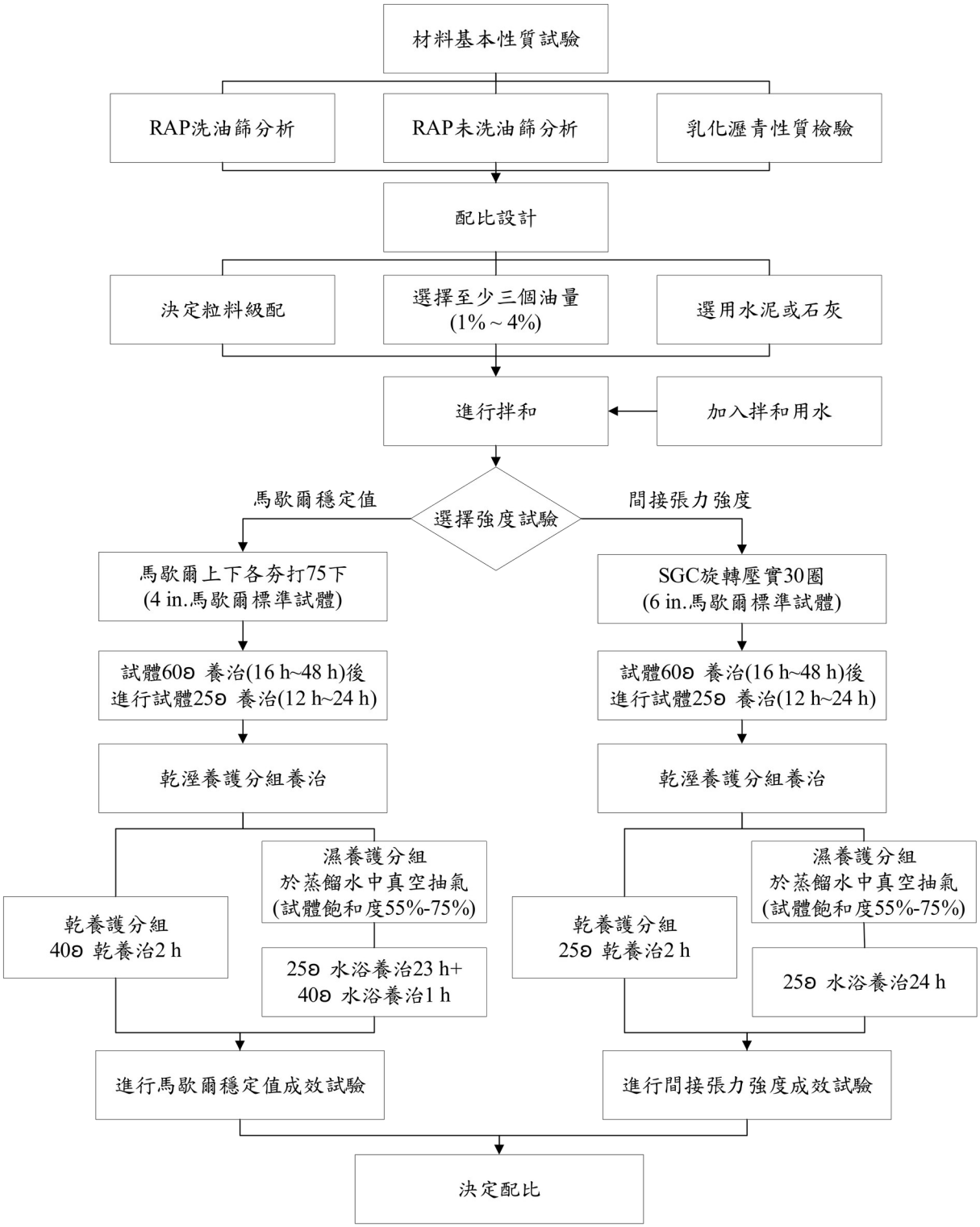


圖 A.1　冷拌再生乳化瀝青混凝土配合設計流程圖

附錄 B　冷拌再生發泡瀝青混凝土配合設計

1.適用範圍

本規範用於冷拌再生發泡瀝青混凝土設計評估，以確定使用現地冷再生（CIR）或廠拌冷再生（CCPR）時，冷拌再生（CR）瀝青混凝土中發泡瀝青、水和其他礦物填縫料之配比，本配合設計為根據強度特性進行設計。

2.設計方法

參考冷拌再生發泡瀝青混凝土配合設計標準（AASHTO R 128）

3.配合設計步驟

冷拌再生發泡瀝青混凝土之配合設計流程係參考 AASHTO R 128 進行設計：首先經刨除料處理程序後，確認刨除料(RAP)以及瀝青膠泥進行基本性質試驗，以原始粒料設計級配，根據設計級配進行最大乾密度及最佳含水量試驗求得最佳拌和用水量，瀝青膠泥則需進行發泡試驗求得最佳發泡用水量，依不同礦物填縫料含量以及不同含油量設計配比，拌和後根據壓實方式決定不同強度測定方法進行壓實，最後決定最適水泥及瀝青含量，設計流程如圖 1 所示。

(1) 基本性質試驗

A. 刨除料處理程序

a. 建議取得兩種不同級配之 RAP，配合設計乙次所需之 RAP 總重約為 200 kg (400 lb)，在報告中應提供 RAP 來源。

b. 配合設計之 RAP 需烘乾至恆重所採用之溫度為 40±2 ℃

附註：建議根據當地條件和施工設備調整級配，設計級配應盡可能接近預期的現場級配規格，除非計畫需更大的粒料尺寸；而級配規格會因樣本而異，在現場對設計的發泡瀝青含量稍作調整以獲得最佳混合料品質通常是必要的。建議透過兩個不同級配之 RAP 材料進行級配設計，以確定可接受的發泡瀝青含量範圍。

c. 將未洗油之 RAP 依 CNS 486 進行篩分析試驗

附註：確保所有未洗油 RAP 都通過篩號為 25 mm(1 in)直徑為 100 mm（4 in）的圓篩。

B. 刨除料基本性質試驗

從 RAP 中測定瀝青含量及洗油後之粒料級配，各別依 CNS 15478、CNS 15475 進行試驗。

a. 依 CNS 15478 計算平均瀝青含量

b. 將瀝青抽取後之粒料依 CNS 15475 試驗方法進行篩分析

附註：若 RAP 瀝青抽取後粒料級配中的 4.75 mm（No.4）篩的累積通過百分比大於 65 %，或如果瀝青含量大於 5.5 %，或兩者兼而有之，則考慮調整粒料級配以符合機構規範要求。實驗室製備的冷再生混合物性能也可能需要調整粒料級配來修正 CNS 15478 及 CNS 15475 的試驗結果，例如低空隙率、低乾燥強度或低滯留強度。

C. 最大乾密度及最佳含水量試驗

在設計完級配後，依據 CNS 11777 或 CNS11777-1 進行該級配之最大乾密度及最佳含水量試驗，建議以 1 %為級距調整含水量。

D. 發泡瀝青基本性質試驗

a. 依 CNS 2260 或 CNS 15073 瀝青分級，需符合本規範 2.1.1 要求並選擇合適之瀝青。

b. 取得約 80 L (20 加侖)的瀝青進行配合設計，在配合設計報告中應提供包含以下幾點：

(a) 供應商的名稱及地址

(b) 選用瀝青的等級及性質檢驗

c. 根據 AASHTO R 128 第 9.2 節之規定決定發泡用水量。

(a) 在進行瀝青發泡試驗前，瀝青應在發泡裝置達到發泡所需溫度至少 5 分鐘。

(b) 選擇至少 3 個以 0.5 %~1 %為級距的發泡用水量，其範圍通常為瀝青重量之 2.0 %~4.0 %。

(c) 試驗並記錄每個發泡用水量之膨脹率與半縮期。為確保冷拌再生瀝青混凝土工作性，發泡瀝青之膨脹率與半縮期應符合本規範第 2.1.3 節之表 4 規定最低要求。

(d) 瀝青發泡試驗中，符合膨脹率最低要求之發泡用水量為 W_1，符合半縮期最低要求之發泡用水量為 W_2，取兩者發泡用水量之平均作為最佳發泡用水量。

(e) 改變不同溫度，並重複(a)~(d)步驟以確定瀝青發泡所需之最低溫度。

(f) 若各溫度之發泡性能無法符合要求，應添加發泡劑或更換瀝青膠泥，並重複(a)~(e)步驟。

附註：所需瀝青溫度介於 160 ℃至 190 ℃，通常從 160 ℃開始，較高的溫度通常會發泡得更好，但同時也會加速瀝青老化，因此當該溫度之瀝青發泡性能符合本規範第 2.1.3 節之表 4 規定最低要求，可採用該溫度為瀝青發泡溫度，不必測試更高溫度之瀝青發泡性能。

E. 礦物填縫料選擇

a. 若配合設計中需要，則至少應取得約 2.3 kg (5 lb)的生石灰、熟石灰或水泥。

b. 配合設計報告中應列出礦物填縫料之名稱及來源。

附註：使用乾燥礦物填縫料可以提高早期的內聚力、強度和抗水分侵害能力。但為了防止產生脆性行為，石灰添加量通常為 RAP 乾重之 1.0 %~1.5 %；水泥的添加量與瀝青含量之比不得大於 1:2.5。

c. 石灰泥準備(如果選用石灰)

按照預期的比例將所需的石灰粉量添加到水中來製備漿液。

(a) 以粉末形式減少石灰粉的損失量

(b) 攪拌直至充分混合，持續拌和漿液防止沉澱直至使用

(c) 覆蓋以減少水分蒸發

(2) 材料設計配比選擇

選擇至少 3 個以 0.5 %~1 %為級距的發泡瀝青含量，其範圍通常為 RAP 乾重的 1.0 %至 4.0 %，所選擇的每一個發泡瀝青含量應至少準備 6 個試體，作為另一個考量，填縫料因種類的不同而有不同比例，故亦須分批執行、夯壓及測試。

(3) 壓實方式選擇

A. 旋轉壓實：

試體製作採 AASHTO T 312 之旋轉式壓實機 30 迴轉進行壓實，模製出直徑為 150 mm（6 in）且高度為 95±2.5 mm（3.75±0.1 in）或直徑為 100 mm（4 in）且高度為 63.5±1.5 mm（2.5±0.06 in）的試體。

B. 馬歇爾夯打：

試體製作採馬歇爾夯打機以每側 75 次進行夯打，模製出直徑為 100 mm（4 in）和高度為 63.5±1.5 mm（2.5±0.06 in）的試體。

(4) 機器拌和

A. 使用機械桶式拌和機或實驗室大小的攪拌機拌和樣品進行測試。在拌和初期應加入相當於最佳含水量的水分，並充分混合。如果混合物中有添加任何乾燥的礦物填縫料，則將礦物填縫料加入乾燥的 RAP 中於加入水之前充分混合；如果使用漿料，添加入於乾燥 RAP 狀態下重量所需的固體含量並充分混合。

B. 在室溫條件下，將 RAP 與水，礦物填縫料和水或漿液充分拌和，然後在預期的輸送溫度下與發泡瀝青混合，與發泡瀝青之拌和時間不應超過 60 秒。

附註：在拌和設計樣品前，需準備試驗用的混合料包含預期拌和用水、礦物填縫料和粒料，以確定發泡瀝青能均勻分散在整個混合物中；如果需要修正，則調整拌和用水含量，但不超過 3 %，若仍需要修正，可能需要改變瀝青類型或發泡用水量。

(5) 夯壓

A. 拌和完成後立即將樣品壓實。

B. 材料和模具沒有被加熱並在 25±2 ℃下壓實試樣。

C. 在每種發泡瀝青含量下製作六個試體進行間接張力強度；三個用於乾養護條件之強度試驗，另三個用於濕養護條件之強度試驗。

(6) 養護條件

A. 壓實後從模具中取出樣品，需小心處理樣品以免受擾或損壞。

B. 將樣品置於 40±1 ℃的烘箱中強制對側面和頂部通風。將每個樣品放在一個小容器中，以減少樣品中的材料損失。在 40±1 ℃的條件下養護壓實試體 72 h 後，於 25±2 ℃下冷卻樣品 24 h。

(7) 乾濕分組養治與強度試驗

將每組發泡瀝青含量的試體分成兩組，每組 3 顆試體。

A. 乾燥養護分組試體養治程序

乾燥分組試體浸入 25±1 ℃的水浴中至少 2 h，應將試體置入夾鏈袋或其他可防漏之袋中以防止溫度調節過程中與水份接觸，養治完成後應與濕養護分組試體一同進行間接張力試驗。

B. 濕養護分組試體養治程序

濕養護分組試體浸入 25±1 ℃的水浴中 24 h 後，進行間接張力試驗。

C. 抗水分侵害能力測定

間接張力強度試驗：需將濕養護分組平均間接張力強度除以乾燥分組平均間接張力強度，以計算每組發泡瀝青含量的浸水殘餘強度

(TSR)。

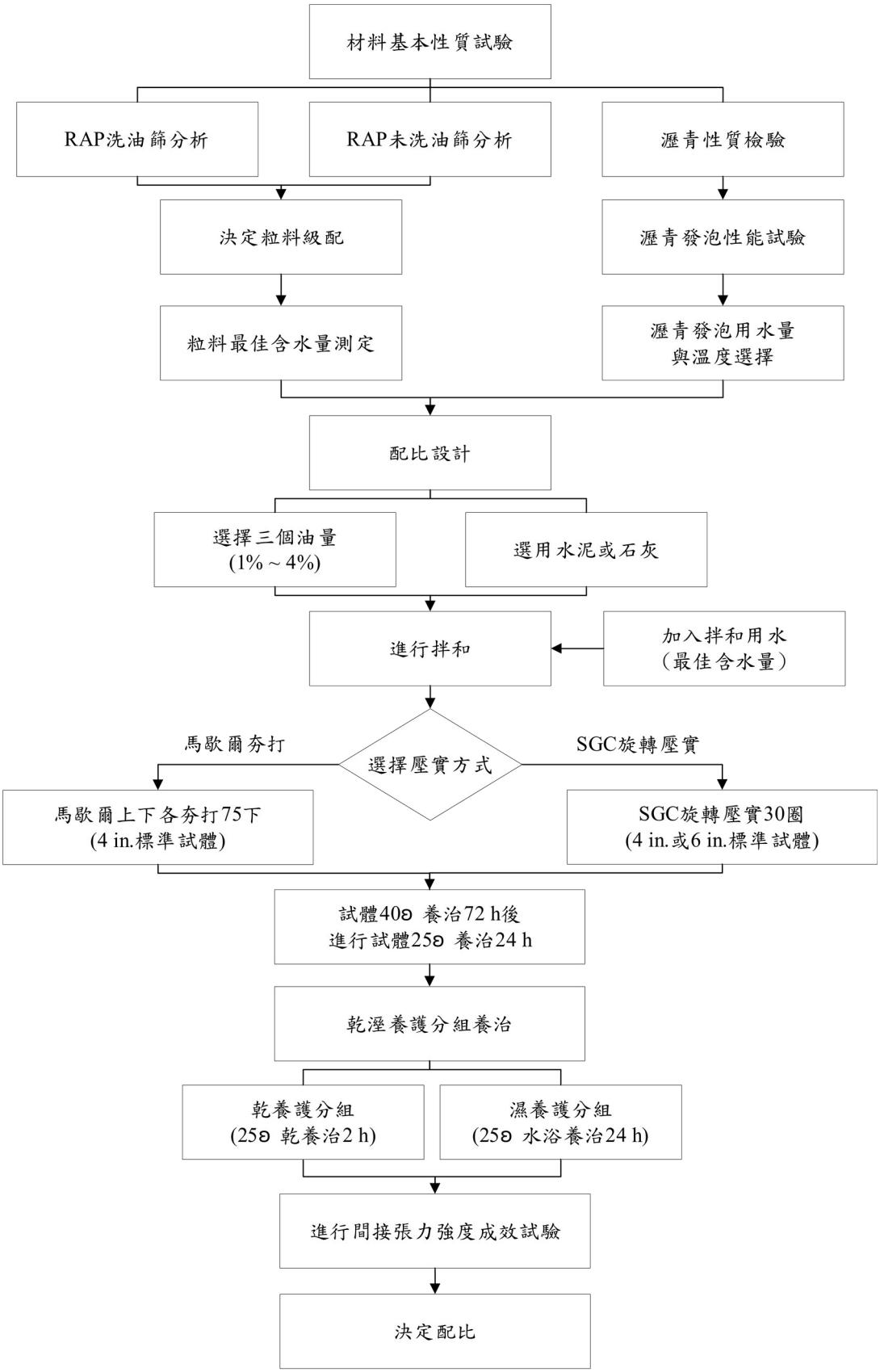


圖 B.1　冷拌再生發泡瀝青混凝土配合設計流程圖