



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I794322 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：107138581

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 31 日

(51)Int. Cl. :

C08L23/16 (2006.01)**C08L29/14 (2006.01)****C08K3/02 (2006.01)****C04B24/26 (2006.01)****C04B26/26 (2006.01)****E01C7/18 (2006.01)****E01C19/10 (2006.01)**

(30)優先權：2017/11/07 義大利

102017000126622

(71)申請人：義大利商伊特其米卡股份有限公司(義大利) ITERCHIMICA S. R. L. (IT)

義大利

(72)發明人：吉安納塔西歐 費得利卡 GIANNATTASIO, FEDERICA (IT)；西薩尼 瑟爾吉歐

CISANI, SERGIO (IT)；伯爾土蕾蒂 愛麗莎 BERTULETTI, ELISA (IT)

(74)代理人：吳冠賜；蘇建太

(56)參考文獻：

CN 102947372A

US 2009/0163625A

審查人員：侯鈺玲

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：0 共 23 頁

(54)名稱

具有高機械性能的用於瀝青礫岩的添加劑組成物

(57)摘要

一種添加劑組成物，其用於混合到用於道路鋪面的一瀝青礫岩中，該添加劑組成物包含一熱塑性聚合物；一聚合性化合物，其係選自由聚乙烯丁醛(PVB)、聚丙烯酸乙酯(PEA)、聚丙烯酸甲酯(PMA)、聚丙烯酸丁酯(PBA)、木質素及其混合物所組成之群組；以及石墨烯。其中，較佳地，該石墨烯在該添加劑組成物中的含量介於 0.005 至 1 重量%之間，其係以該組成物之總重為基準；還記載一種適用於製造道路鋪面的瀝青礫岩，包含集料、填料、瀝青以及所述添加劑。

Additive composition intended to be mixed into bituminous conglomerates for road paving, comprising a thermoplastic polymer, a polymeric compound selected from the group consisting of polyvinylbutyral (PVB), polyethylacrylate (PEA) polymethylacrylate (PMA), polybutylacrilate (PBA), lignin and mixtures thereof, and graphene, preferably wherein the graphene is contained in quantity between 0.005 and 1% by weight based on the total weight of the composition; it is also described a bituminous conglomerate suitable for making a road paving, comprising aggregates, filler, bitumen and said additive.

I794322

【發明摘要】

【中文發明名稱】具有高機械性能的用於瀝青礫岩的添加劑組成物

【英文發明名稱】 ADDITIVE COMPOSITION FOR BITUMINOUS

CONGLOMERATES WITH HIGH MECHANICAL PERFORMANCES

【中文】一種添加劑組成物，其用於混合到用於道路鋪面的一瀝青礫岩中，該添加劑組成物包含一熱塑性聚合物；一聚合性化合物，其係選自由聚乙烯丁醛（PVB）、聚丙烯酸乙酯（PEA）、聚丙烯酸甲酯（PMA）、聚丙烯酸丁酯（PBA）、木質素及其混合物所組成之群組；以及石墨烯。其中，較佳地，該石墨烯在該添加劑組成物中的含量介於0.005至1重量%之間，其係以該組成物之總重為基準；還記載一種適用於製造道路鋪面的瀝青礫岩，包含集料、填料、瀝青以及所述添加劑。

【英文】 Additive composition intended to be mixed into bituminous conglomerates for road paving, comprising a thermoplastic polymer, a polymeric compound selected from the group consisting of polyvinylbutyral (PVB), polyethylacrylate (PEA) polymethylacrylate (PMA), polybutylacrilate (PBA), lignin and mixtures thereof, and graphene, preferably wherein the graphene is contained in quantity between 0.005 and 1% by weight based on the total weight of the composition; it is also described a bituminous conglomerate suitable for making a road paving, comprising aggregates, filler, bitumen and said additive.

【指定代表圖】無

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】具有高機械性能的用於瀝青礫岩的添加劑組成物

【英文發明名稱】ADDITIVE COMPOSITION FOR BITUMINOUS

CONGLOMERATES WITH HIGH MECHANICAL PERFORMANCES

【技術領域】

【0001】 本發明涉及用於道路鋪面的瀝青礫岩的生產技術領域。

【0002】 特別地，本發明涉及用於瀝青礫岩的添加劑組成物，以改善包含該添加劑的瀝青礫岩的機械性能，以及延長使用該瀝青礫岩道路鋪面的壽命。

【先前技術】

【0003】 在石油化學工業的所有領域中，特別是在瀝青和瀝青礫岩領域，仍然需要開發盡量環保的技術和產品。

【0004】 這種需要意味著必須尋找和自然以及人為環境最相容的材料，並且試圖最佳化其生產過程，全面減少原料的使用，因而能減少該過程所產生的碳足跡。

【0005】 在本領域中進一步眾所周知的是使用添加劑來改善瀝青礫岩的性能，一般來說是改善瀝青的性能，例如這類添加劑可為包含熱塑性聚合物的組成物，該熱塑性聚合物是用來改善瀝青的機械性能，特別是該瀝青礫岩的斷裂強度和抗裂痕形成能力，其通常是被用來覆蓋道路的表面。

【0006】 在國際專利申請WO2015179553中描述了一種瀝青，其包含源自橡膠廢棄物（例如輪胎）的集料、顆粒或粉末材料，和熱塑性聚合物與共聚物的混合物，以及其他添加劑和填充材料。

【0007】 中國專利申請CN106280505涉及一種用於瀝青的添加劑，該添加劑係以混合物的形式存在，其包含顆粒中的聚烯烴以及包含塑化劑的其他材料，較佳為酞酸二辛酯。此添加劑也可有效減少其所形成的瀝青的裂縫。

【0008】 中國專利CN102585520涉及一種瀝青添加劑，其包含聚丙烯、聚乙烯、PVB，還包含作為塑化劑的酞酸二辛酯，並且更包含：一分散劑、一觸變劑和一金屬基粉末。該添加劑改善了瀝青混合物的性能。

【0009】 中國專利申請CN103509356也關於一種瀝青混合物，其包含聚烯烴（聚乙烯、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯、聚對苯二甲酸乙二酯）、作為黏合劑的聚乙烯丁醛和填充材料。

【0010】 在任何情況下，雖然在製造用於改善市售瀝青的化學及機械性質的添加劑的時候，以及使用該添加劑製成的瀝青的時候通常有考慮到對於環境的影響，例如在申請案WO2015179553中所描述之瀝青組成物包含其他工業製程所剩之廢料或是回收原料，然而這樣的產品在所用原料的定性和定量的層級上仍然不能同時改善瀝青礫岩的機械性質以及顯著減少在製造過程中對於環境的影響。

【0011】 有鑑於前述現有技術，本發明所要解決的問題是提供一添加劑組成物，其係混合與用於道路鋪面的瀝青礫岩混合，其中，該組成物適用於改善由混合前述組成物與其他適當成分所組成的瀝青礫岩的機械性質，在此同時又不具有上述缺點，因此更具有環境永續性。

【發明內容】

【0012】 本發明透過提供一種添加劑組成物解決了上述問題，該添加劑組成物用於混合到用於道路鋪面的一瀝青礫岩中並適於改善該瀝青礫岩之機械性能，該添加劑組成物包含至少一熱塑性聚合物；一聚合性化合物，其係選自由聚乙烯丁醛（PVB）、聚丙烯酸乙酯（PEA）、聚丙烯酸甲酯（PMA）、聚丙烯酸丁酯（PBA）、木質素及其混合物所組成之群組；以及石墨烯。

【0013】 較佳地，該至少一熱塑性聚合物為聚烯烴，較佳為聚乙烯、聚丙烯、或聚乙烯和聚丙烯的任何其他混合物。

【0014】 更佳地，該熱塑性聚合物為聚乙烯和聚丙烯之一混合物，包含介於25至75重量%之間的聚乙烯，其係以該混合物之總重為基準。

【0015】 再更佳地，該熱塑性聚合物為如下表所列之聚乙烯和聚丙烯之一混合物，其中，重量值係以該聚乙烯和聚丙烯之混合物之總重為基準進行計算。

聚乙烯（%）	聚丙烯（%）
30	70
40	60
50	50
60	40
70	30

表1

【0016】 較佳地，該至少一熱塑性聚合物為一回收材料。

【0017】 或者，用於本發明添加劑組成物的該熱塑性聚合物是原始材料或上述回收材料和原始材料的混合物。

【0018】 有利地，本發明用於混合到瀝青礫岩中的添加劑組成物並沒有其他成分的幫助，僅由上述成分組成，例如塑化劑、硫化合物、及/或其他材料。

【0019】 在同樣較佳的方式中，在該添加劑組成物中的該聚合性化合物為聚乙烯丁醛（PVB）。

【0020】 根據一較佳實施例，上述聚合性化合物為一回收的化合物，較佳為回收的PVB，更佳為車輛擋風玻璃及/或建築物的雙層玻璃窗經過使用後處理回收而得。

【0021】 或者，本發明添加劑組成物中所使用的上述聚合性化合物（特別是聚乙烯丁醛），為原始材料或上述回收材料和原始材料的混合物。

【0022】 在本發明中，術語「石墨烯」是指具有六角形陣列的碳單原子層的二維結構的碳材料，其中，每個碳原子通過共價鍵與其他三個碳原子連接，且透過凡德瓦力與相鄰層的原子連接，以及石墨烯是指帶有此種碳材料官能基的任何衍生物，例如氧化石墨烯，即部分官能基為含氧基團的石墨烯。

【0023】 本發明添加劑組成物所使用的石墨烯之密度較佳為介於2至100 g/dm³之間，更佳為介於10至70 g/dm³之間；同時，本發明添加劑組成物所使用的石墨烯之表面積介於10至300 m²/g之間。

【0024】 透過吸收惰性氣體（氮氣）的BET方法測量該表面積，特定而言，其係根據ISO 9277:2010的程序。

【0025】 此外，石墨烯層的側向尺寸小於200μm，較佳為小於100μm，更佳為小於50μm。

【0026】 根據一較佳實施例，本發明添加劑組成物中使用的石墨烯為回收的石墨烯。

【0027】 或者，本發明添加劑組成物中使用的石墨烯為原始石墨烯或回收的石墨烯和原始石墨烯的混合物。

【0028】 因此，在一絕對有利的方法中，本發明用於混合到用於道路鋪面的一瀝青礫岩中的添加劑組成物可為部分或完全回收材料的混合物；因此，本發明添加劑組成物是特別具有環境永續性，不僅明確地確保原料的淨節省，且確保二氧化碳排放量的減少（否則將在合成所需材料過程中排放到環境中）。

【0029】 較佳地，該石墨烯在本發明添加劑組成物中的含量介於0.005至1重量%之間，更佳為介於0.005至0.15重量%之間，再更佳為介於0.01至0.1重量%之間，其係以該組成物之總重為基準。

【0030】 在同樣較佳的方法中，上述熱塑性聚合物在本發明添加劑組成物中的含量介於45至95重量%之間，更佳為介於50至90重量%之間，其係以該組成物之總重為基準。

【0031】 在同樣較佳的方法中，上述聚合性化合物，較佳為聚乙烯丁醛，在本發明添加劑組成物中的含量介於5至55重量%之間，更佳為介於10至50重量%之間，其係以該組成物之總重為基準。

【0032】 一種用於混合到瀝青礫岩中特別佳的添加劑組成物係由以下成分組成，以該組成物之總重為基準，以重量百分比表示：

熱塑性材料50-95

聚乙烯丁醛5-50

石墨烯0.005-1。

【0033】 除非另有說明，否則本發明中的所有百分比應理解為重量/重量百分比。

【0034】 本發明添加劑組成物係以顆粒的形式製備，例如顆粒體或碎片，較佳地，顆粒的平均直徑為介於5至10 mm之間，較佳為介於4至6 mm之間；或

為粉末，且顆粒較佳的平均直徑為介於0.08至3 mm之間，更佳為介於0.5至3 mm之間。

【0035】 一致地，本發明添加劑組成物可透過一製程獲得，包含分別研磨上述熱塑性聚合物、聚合性化合物（較佳為聚乙烯丁醛）和石墨烯且隨後將其混合。

【0036】 在一完全較佳的方式中，根據上述本發明添加劑組成物的製備方法所獲得的本發明添加劑組成物為粉末或顆粒形式，具有顆平均直徑為介於0.08至3 mm之間，較佳為介於0.5至3 mm之間的顆粒。

【0037】 較佳地，上述研磨步驟可藉助於具有冷卻或造粒機轉子的研磨機或透過低溫研磨進行。

【0038】 有利地，在本發明添加劑組成物的用途相關的任何實施例中也預想用來製造瀝青礫岩，以改善其機械性能，以及延長由這種瀝青礫岩製成的道路鋪面的壽命。

【0039】 上述本發明添加劑組成物又可用於製備適於製造具有高機械性能的道路鋪面的瀝青礫岩。這種瀝青礫岩包含集料，該集料包含如碎石材料、顆粒及碎渣的惰性無機材料；人造集料，係透過例如高溫熔化某些礦物或岩石（例如鋁土礦或某些黏土）產生；填料；瀝青；以及上述添加劑組成物，其含量通常為介於0.09至15重量%之間，較佳為介於2至6重量%之間，更加為5重量%，以該瀝青的總重為基準。

【0040】 較佳地，以該瀝青礫岩的總重為基準，該瀝青礫岩包含之瀝青含量介於3至7重量%之間，更佳為介於4至6.5重量%之間。

【0041】 根據本發明，術語「瀝青」通常是指在室溫下包含固態分散相的材料，具有熱塑性行為，該分散相包含高分子量的有機化合物，主要為具有多於25個碳原子的碳氫化合物。在該分散相中，通常可為硫、氮、氧和金屬，例如鎳、鐵和鈳的分散微量元素。

【0042】 因此，在另外一個態樣中，本發明涉及一種生產適用於製造具有高機械性能的道路鋪面的瀝青礫岩的方法，包含步驟：在攪拌之下及溫度介於130°C至200°C之間，較佳為介於165°C至185°C之間，更佳為介於170°C至180°C之間，將如上述本發明添加劑組成物加入該集料，以及包含瀝青及填料。

【0043】 以絕對有利的方式，本發明的添加劑組合物，當添加到用於道路鋪面的瀝青礫岩中時，可獲得具有高機械性能的道路路面，例如高張力強度、高剛性和高抗疲勞性，這將會在實施方式中更詳細地解釋。

【0044】 一致地，相對於由不含本發明添加劑組成物的瀝青礫岩製成的路面，由含有本發明添加劑組成物的瀝青礫岩製成的路面鮮少具有車轍現象，這將會在實施方式中更詳細地解釋。

【0045】 透過混合至該瀝青礫岩中的該添加劑組成物來賦予道路鋪面高機械性能，且車轍現象的顯著減少，與傳統的道路鋪面相比，確定該道路鋪面的使用壽命的顯著增加。

【0046】 以完全有利的方式，與不含本發明添加劑組成物的瀝青礫岩相比，當使用包含本發明添加劑組成物的瀝青礫岩生產道路鋪面時，後者的層（底層、聯結層和表面層）可具有較小的厚度，且有相同的使用壽命。

【0047】 因此，使用包含這種添加劑組成物的礫岩不僅需要較少量的集料和瀝青，確保在生產/萃取及運輸上述原料中減少二氧化碳的排放，還因為生產

較少的瀝青礫岩（如前所述）而節省大量能源（以及對環境有較小的影響），這是因為在處理瀝青礫岩的過程中需要相當高的溫度。

【0048】 此外，本發明的組成物容易處理且安全，因為其中並沒有會被使用其之操作者吸入的細粉末。

【0049】 此外，本發明的組成物可以長時間儲存且沒有包裝的風險甚至長達數月，並且隨著時間的經過維持流動性的不變，當將該組成物添加到瀝青礫岩中時，這些性質是重要的，用以確保其精準度及可重現的劑量。

【0050】 本發明的一些實施例將進一步突顯本發明的特徵和優點，這些實施例在下文中。

【實施方式】

【0051】 以下為本發明添加劑組成物的一些實例，經過製備和測試所得的較佳結果，其在製備瀝青礫岩的過程中可有效提高其機械性能。最後是比較例，其中，列出了可能的添加劑組成物，其不包含石墨烯且並非根據本發明。

【0052】

實例 1

聚乙烯與聚丙烯之混合物（70:30）	49.995%
聚乙烯丁醛	49.995%
原始石墨烯	0.01%

【0053】

實例 2

聚乙烯與聚丙烯之混合物（50:50）	49.95%
--------------------	--------

聚乙烯丁醛	49.95%
原始石墨烯	0.1%
【0054】 實例 3	
聚乙烯與聚丙烯之混合物（60:40）	49.95%
聚乙烯丁醛	49.95%
回收石墨烯	0.1%
【0055】 實例 4	
聚乙烯與聚丙烯之混合物（30:70）	74.995%
聚乙烯丁醛	24.995%
原始石墨烯	0.01%
【0056】 實例 5	
聚乙烯與聚丙烯之混合物（50:50）	74.95%
聚乙烯丁醛	24.95%
原始石墨烯	0.1%
【0057】 實例 6	
聚乙烯與聚丙烯之混合物（70:30）	79.995%
聚乙烯丁醛	19.995%
原始石墨烯	0.01%
【0058】 實例 7	

聚乙烯與聚丙烯之混合物 (40:60)	79.95%
聚乙烯丁醛	19.95%
原始石墨烯	0.1%

【0059】

實例 8

聚乙烯與聚丙烯之混合物 (70:30)	89.995%
聚乙烯丁醛	9.995%
原始石墨烯	0.01%

【0060】

實例 9

聚乙烯與聚丙烯之混合物 (70:30)	89.95%
聚乙烯丁醛	9.95%
原始石墨烯	0.1%

【0061】

實例 10

聚乙烯與聚丙烯之混合物 (60:40)	89.5%
聚乙烯丁醛	9.5%
原始石墨烯	1%

【0062】

實例 11

聚乙烯與聚丙烯之混合物 (70:30)	89.990%
聚乙烯丁醛	9.995%
原始石墨烯	0.005%

【0063】

實例 12（非根據本發明之比較例）

聚乙烯與聚丙烯之混合物（70:30） 90.00%

聚乙烯丁醛 10.00%

【0064】 實例1-11的組成物係透過分別研磨聚乙烯和聚丙烯的混合物、聚乙烯丁醛和石墨烯，然後將研磨的成分在一混合裝置內混合，得到含有平均直徑為2 mm的顆粒的均勻混合物製備而成。

【0065】 以相同的方式製備實例12的組成物，但一開始只有聚乙烯和聚丙烯的混合物和聚乙烯丁醛。

【0066】 實例13

【0067】 使用實例8的組成物，在實驗室中製備18個直徑為100mm且厚度為約25mm的瀝青礫岩團塊，其含有下表2中所示成分比例的組成物（礫岩A）。還有18個具有相同組成但含有實例12添加劑組成物（礫岩B）的瀝青礫岩團塊，和18個不含實例8的添加劑組合物也不含實例12的組合物的瀝青礫岩團塊（礫岩C），以及九片瀝青礫岩板，每種類型的礫岩A、B和C各三片。

	瀝青礫岩 A，含有 實例 8 的組成物	瀝青礫岩 B， 含有實例 12 的組成物	瀝青礫岩 C，不含 任何添加劑
材料	重量份	重量份	重量份
惰性砂礫 12/20	25	25	25
惰性砂礫 6/12	35	35	35
惰性砂礫 3/6	10	10	10
砂 0/4	25	25	25
填料（CaCO ₃ ）	5	5	5
瀝青 70/100	4.5	4.5	4.5
添加劑組成物	0.27	0.27	0
總合	104.77	104.77	104.5

表2

【0068】 該瀝青礫岩是在實驗室中通過以下過程製備的，所使用的設備在功能上模擬通常用於生產瀝青礫岩的工廠的較高規格的機械：

- 選擇一粒度曲線，其係取決於使用近期製備中的該瀝青礫岩所生產的道路鋪面；
- 根據上述粒度曲線選擇集料（在本例中為表 2 的集料），並在混合裝置內使該集料達到 170-180°C 的溫度；
- 加入適量的添加劑組成物（在本例中為表 2 所示之實例 8 的添加劑組成物的量），然後混合 40-60 秒以得到一混合物；
- 加入適量的瀝青（在本例中為表 2 中所示的量）至該混合物中，然後至少混合 20-30 秒；
- 加入適量的填料（在本例中為表 2 所示的量）至該混合物中，然後至少混合 5 分鐘（由歐洲標準 EN12697-35 提供的規定），得到一均勻的瀝青礫岩混合物。

【0069】 特別是，在其加工的所有步驟中，該混合物皆維持在 170-180°C 的溫度。

【0070】 關於瀝青礫岩 B，其並未加入本發明實例 8 的組成物，而是加入並非根據本發明而得的實例 12 的組成物（不具有石墨烯）。至於瀝青礫岩 C，在加熱集料的步驟之後，直接進行添加瀝青的步驟。

【0071】 接著，將前述所獲得之瀝青礫岩的混合物從該混和裝置中取出，將大約 1210 g 的該混合物分至一容器中，然後將其置於 150°C 烘箱中大約 3 小時（以模擬運輸狀況）。

【0072】 然後在置於烘箱步驟之後將由此獲得的瀝青礫岩插入一模板內。然後，藉由旋轉壓實機進行壓實以得到大約2.5%的孔隙（關於旋轉壓實機，可用適合該目的的任何其他類型的壓實機替換，例如Marshall壓實機）：

- 負載壓力：600 kPa;
- 旋轉角度：1.25°;
- 極限密度：2400 kg/m³。

【0073】 將每種類型的瀝青礫岩製備18個團塊進行機械測試，同時形成三片尺寸為50 cm × 70 cm的板，每種類型的瀝青礫岩板各一片。

【0074】 最終18個礫岩A團塊、18個礫岩B團塊和18個礫岩C團塊，以及礫岩A的板、礫岩B的板和礫岩C的板被置於模擬氣候箱中，以適當調節進行機械測試的條件。

【0075】 實例14（張力強度的測定）

【0076】 使用六個礫岩A團塊、六個礫岩B團塊和六個礫岩C團塊進行張力強度測試。

【0077】 將每個團塊分別置於指定的機械沖壓機測試籃中，然後根據UNI EN 12697-23方法進行張力強度測試。

【0078】 機械特性與間接張力強度（Indirect Tensile Strength，ITS）一起產生。ITS模擬道路鋪面可承受之因車輛經過所產生的最大壓力。

【0079】 各試驗的結果如下表3所示。

混合物	ITS (MPa)
礫岩 A	1.71
礫岩 B	1.57
礫岩 C	1.07
混合物（比較）	變化率（%）

A vs. B	+ 8.9
A vs. C	+ 59.8
B vs C.	+ 46.7

表3

【0080】 從表3中報告的數據可以注意到，與瀝青本身製成的傳統瀝青礫岩（礫岩C）相比，含有本發明的添加劑組成物的瀝青礫岩（礫岩A）可增加約60%的間接張力強度；與除了沒有石墨烯之外含有基本上相同的聚乙烯/聚丙烯及PVB的添加劑組成物的瀝青礫岩（礫岩B）相比，礫岩A增加了9%的間接張力強度。因此，間接張力強度(ITS)的增加意味著該瀝青礫岩具有更高強度的承重力，故，本發明的添加劑組成物可形成具有較長使用壽命特質的道路鋪面。如果與除了僅缺少0.01%的石墨烯以外基本上相同的組成物相比，使用本發明組成物而顯著增加的直接張力強度是完全令人驚訝的。

【0081】 實例15（剛性模量的測定）

【0082】 六個礫岩A團塊，六個礫岩B團塊和六個礫岩C團塊用於進行測試以確定剛性模量，這代表瀝青礫岩在上層結構中傳遞源自車輛輪胎行經區域施加的負重的能力。

【0083】 每個團塊分別放置在用於動態測試的氣動繼動系統中的指定殼體上，其被包含在用於控制溫度的氣候箱中；之後，根據UNI EN 12697-26方法進行剛性模量測定的測試。

【0084】 用於測定剛性模量的測試條件為：

- 溫度：變數；
- 施加的水平應變：5 μ m；
- 峰值時間：124 ms（頻率2 Hz）；

- 泊松係數：0.35。

【0085】 各試驗的結果如下表4所示。

混合物	不同溫度下樣品的剛性 (MPa)		
	T=5°C	T=20°C	T=40°C
礫岩 A	21124	7809	3003
礫岩 B	20866	6685	2691
礫岩 C	10169	5711	1096
混合物 (比較)	變化率 (%)		
A vs. B	+ 1.2%	+ 16.8%	+ 11.6%
A vs. C	+ 107.7%	+ 36.7%	+ 174.0%
B vs C.	+ 105.2%	+ 17.1%	+ 145.5%

表4

【0086】 顯而易見的是，本發明之添加劑組成物用於製造一瀝青礫岩時，之後確定相對於傳統礫岩（礫岩C）及包含實施例12且不具有石墨烯的添加劑組成物的礫岩（礫岩B）而言，顯著增加了剛性模量。如此說來，礫岩A在中高溫（T = 20°C；T = 40°C）下所顯示出的表現特別好。礫岩A相對於礫岩B剛性模量的增加甚至高於先前實例中所發現的張力強度的顯著增加，因此更加令人驚訝。

【0087】 實例16（抗疲勞性測定）

【0088】 使用六個礫岩A團塊、六個礫岩B團塊和六個礫岩C團塊來進行抗疲勞性測試。鋪面疲勞性所引起的失效係起因於車流量、季節週期以及溫度變化引起的張力應力所導致的長時間重複發生的變形狀態。

【0089】 每個團塊分別放置在用於動態測試的氣動繼動系統中的指定殼體上，其被包含在用於控制溫度的氣候箱中；之後，根據UNI EN 12697-24方法進行抗疲勞性測定的測試。

【0090】 抗疲勞性測定的試驗條件為：

- 溫度：20°C;

- 施加的水平應變：300 kPa;
- 峰值時間：248 ms;
- 休息時間：252 ms;
- 頻率：2 Hz;
- 泊松係數：0.35;
- 失效條件：初始複數彈性率的10%。

【0091】 各個試驗的結果如下表5所示。

混合物	失效循環次數
礫岩 A	1,056,933
礫岩 B	473,167
礫岩 C	157,639
混合物 (比較)	變化率 (%)
A vs. B	+ 123.4%
A vs. C	+ 570.5%
B vs. C.	+ 200.2%

表5

【0092】 從表5的數據可知，包含本發明添加劑組成物（實例8）的礫岩A與含有實例12之不含石墨烯的添加劑比較例組成物的瀝青礫岩B相比，增加123%的疲勞循環數，並且與傳統的瀝青礫岩（礫岩C）相比增加至570%。這是改善礫岩機械性能的更進一步且令人印象深刻的證據，其中，雖然石墨烯的添加量極低（添加至瀝青礫岩的添加劑組成物總重的0.01%），所述的改善係透過石墨烯的存在而達成。

【0093】 實例17（監測車轍現象）

【0094】 三片礫岩A板、三片礫岩B板和三片礫岩C板用於進行監測車轍現象試驗，這是一種縱向變形現象，其係因為當車輛經過時荷載軸底下的加厚而導致瀝青混合物的橫向運動。每片板被分別放在車轍機（輪跡機器）的指定殼

體上，其被包含在用於控制溫度的氣候箱中；之後，根據UNI EN 12697-22方法進行抗疲勞性測定的試驗。

【0095】 可模擬此種現象的實驗室測試提供以下結果：

- 深度：物理上表示車轍有多深（越深的深度代表越低的抗性）；
- PRD（Proportional Ruth Depth）：代表在測試期間的預設循環中產生的車轍的百分比；透過所述參數的降低而減少變形，因此增加了鋪面的使用壽命；
- WTS（Wheel Tracking Slope）：代表瀝青礫岩變形的速度；通過降低所述數值，增加了抗變形性並且降低隨時間變化的變形，因此增加了鋪面的使用壽命。

用於確定抗車轍性的測試條件的溫度是60°C。

【0096】 各個試驗的結果如下表6所示。

	5,000 次循環的車轍深度 (mm)	10,000 次循環的車轍深度 (mm)	PRD 空氣 10,000 (%)	WTS 空氣 (mm/1000 循環)
礫岩 A	0.43	0.48	0.8	0.009
礫岩 B	0.88	0.98	1.6	0.022
礫岩 C	1.39	1.55	2.5	0.025
混合物 (比較)	變化率 (%)			
A vs. B	- 51.1%	- 51.0%	- 50.0%	- 59.1%
A vs. C	- 69.1%	- 69.0%	- 68.0%	- 64.0%
B vs C.	- 36.7%	- 36.8%	- 36.0%	- 12.0%

表6

【0097】 所進行的測試可突顯包含本發明添加劑組成物的礫岩A的高性能，與瀝青礫岩B相比，車轍現象顯著減少（-51%）；與傳統鋪路（礫岩C）相比，進一步提升使用壽命以及道路安全性。

【0098】 在這種情況下，也可以注意到本發明添加劑組成物中所包含的石墨烯，儘管所述石墨烯極少量存在（實施例8的組成物的0.01重量%），亦確定對車轍的抗性驚人地增加。

【0099】 最後，所有實驗證據顯示，本發明添加劑組成物可生產具有提高機械性能的瀝青礫岩，因此延長用其所製造的道路鋪面的總壽命。這不僅可以節省經濟開銷（減少對道路鋪面的維護），而且還顯著降低了對環境的影響（和沒有包含本發明添加劑的礫岩相比，在相同壽命的情況下，可有較少層的礫岩，因此減少生產礫岩時所製造的二氧化碳排放量），以及使用所述道路鋪面可增加全方面的安全性。

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種添加劑組成物，其用於混合到用於道路鋪面的一瀝青礫岩中並適於改善該瀝青礫岩之機械性能，該添加劑組成物包含一熱塑性聚合物、聚乙烯丁醛（PVB）、以及石墨烯，

其中，該熱塑性聚合物為聚烯烴或聚烯烴之一混合物。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物，其中，該熱塑性聚合物為一回收材料。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物，其中，該聚乙烯丁醛（PVB）為回收的聚乙烯丁醛（PVB）。

【第4項】如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物，其中，該石墨烯為回收的石墨烯。

【第5項】如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物，其中，該石墨烯在該添加劑組成物中的含量介於0.005至1重量%之間，其係以該組成物之總重為基準。

【第6項】如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物，其中，該熱塑性聚合物在該添加劑組成物中的含量介於45至95重量%之間，其係以該組成物之總重為基準。

【第7項】如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物，其中，該聚乙烯丁醛（PVB）在該添加劑組成物中的含量介於5至55重量%之間，其係以該組成物之總重為基準。

【第8項】如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物，其係由以下成分組成，以該組成物之總重為基準，以重量百分比表示：

熱塑性材料50-95

聚乙烯丁醛5-50

石墨烯0.005-1。

【第9項】如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物，特徵在於其係為：顆粒體或碎片，或為粉末。

【第10項】如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物，其中，該熱塑性聚合物為選自由聚乙烯、聚丙烯及其混合物所組成之群組。

【第11項】如申請專利範圍第10項所述之添加劑組成物，其中，該熱塑性聚合物為聚乙烯和聚丙烯之一混合物，包含含量介於25至75重量%之間的聚乙烯，其係以該混合物之總重為基準。

【第12項】如申請專利範圍第5項所述之添加劑組成物，其中，該石墨烯在該添加劑組成物中的含量介於0.005至0.15重量%之間，其係以該組成物之總重為基準。

【第13項】如申請專利範圍第12項所述之添加劑組成物，其中，該石墨烯在該添加劑組成物中的含量介於0.01至0.1重量%之間，其係以該組成物之總重為基準。

【第14項】如申請專利範圍第6項所述之添加劑組成物，其中，該熱塑性聚合物在該添加劑組成物中的含量介於50至90重量%之間，其係以該組成物之總重為基準。

【第15項】如申請專利範圍第7項所述之添加劑組成物，其中，該聚乙烯丁醛（PVB）在該添加劑組成物中的含量介於10至50重量%之間，其係以該組成物之總重為基準。

【第16項】一種適用於製造具有改善的機械性能的道路鋪面的瀝青礫岩，包含集料、填料、瀝青以及如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物，其中，該

添加劑組成物包含在該瀝青礫岩中，該添加劑組成物含量為介於0.09至15重量%之間，以該瀝青之總重為基準。

【第17項】 一種生產適用於製造具有高機械性能的道路鋪面的瀝青礫岩的方法，包含步驟：在攪拌之下及溫度介於130°C至200°C之間，將如申請專利範圍第1項所述之添加劑組成物、瀝青及填料加入該集料。