ISSN 2348-3156 (Print)
International Journal of Social Science and Humanities Research ISSN 2348-3164 (online)
Vol. 12, Issue 3, pp: (354-357), Month: July - September 2024, Available at: www.researchpublish.com

Recycling of Building Demolition Waste into Hot Mix Asphalt Concrete

Meshari J Almubaraki

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.13757751
Published Date: 13-September-2024

النبذة مختصرة

تشكل نفايات هدم المباني مكونًا رئيسيًا من النفايات الصلبة للبلدية في الكويت. أكثر من 90٪ من هذه النفايات مملوءة حاليًا بالأرض ، مما يتسبب في الضغط الشديد علي مواقع الردم المتاحة. في الوقت نفسه ، استنفدت مصادر الركام الطبيعية تقريبًا ، وهناك طلب متزايد بسبب زيادة أنشطة الإنشاء والصيانة. تقدم هذه المقالة نتائج دراسة الجدوى الفنية لتلبية هذه الحاجة عن طريق إعادة تدوير الركام الذي تم الحصول عليها من إزالة مخلفات البناء للخرسانة الإسفلتية. تم إجراء اختبار مارشال ، واختبار ضغط الغمر ، واختبار فقدان الاستقرار ، واختبار مسار عجلات الشاحنات لتقييم الخرسانة الإسفلتية المصنوعة من الركام المعاد تدويره. أظهرت النتائج أن الخرسانة الإسفلتية المنتجة باستخدام الركام من نفايات الهدم تفي بجميع متطلبات المواصفات المحلية.

المقدمة

في الكويت ، أدت الطفرة النفطية في عام ١٩٥٠ إلى جلب الازدهار الإقتصادي. ترجم هذا الرخاء على نطاق واسع من أنشطة البناء. تم بناء المباني الخرسانية فيها الكويت خلال هذه الفترة. بعد 40-50 سنة العديد من هذه المباني تتطلب إما تجديدات كبيرة أو هدمها لإعادة بنائها. هدم هذه المباني يخلق كميات كبيرة من الحطام والنفايات المعروفة باسم البناء والهدم (C&D) لنفايات. حاليا تنتج أعمال الهدم في الكويت حوالي 600000 طن من نفايات C&D بمعدل متوسط حوالي 1.5 طن / المتر الربع من مساحة البناء. في هذا الوقت أكثر من 90 ٪ من هذه النفايات يستمر ردمها في الأرض. على الرغم من أن نفايات C&D تشكل أكثر من نصف النفايات المنزلية للبلدية وأكثر من ربع النفايات الصلبة للبلدية ، إلا أنها لم تُعطى أهميتها الواجبة. في الآونة الأخيرة ، أثارت النفايات التي تم ردمها أرضيا التسآلات ، وتم توليد اهتمام بإعادة استخدامها لأن مواقع مدافن النفايات مخيفه ومطلوبة بالنسبة للنفايات الأخرى الأكثر أهمية التي يجب التخلص منها عن طريق ردمها بالأرض.

كانت نفايات C&D موضوع دراسة ، واجتذبت انتباه صانعي السياسات فيما يتعلق بالتخلص منها وإمكانية إعادة تدويرها. هناك عدد كبير من مشاريع الإنشاء والتجديد والهدم في جميع أنحاء الولايات المتحدة تنتج نفايات C&D ، والتي تمثل 35.4 ٪ من نفايات البلدية الصلبة. وقد قدر لوريتزر وهان ذلك حيث يتم إنتاج ما يقرب من 500-1000 كجم للفرد في السنة من إجمالي إنتاج نفايات البناء والتشييد في البلدان المتقدمة. أنتجت هونغ كونغ ما يقرب من 25000 طن / يوم من نفايات البحث C&D في عام 1996 مع تنفيذ مشاريع تطوير الموانئ والمطارات معا إلى جانب العديد من مشاريع المباني التجاريه وتطوير المباني والسكنيه.

إستخدام الرصف الخرساني الأسفلتي المستصلح RAP نجح في البناء ، وإعادة التأهيل ، وصيانة مشاريع الرصف المرنة في الولايات المتحدة الأمريكية. ولاية كاليفورنيا تستخدم 15 ٪ RAP في المخاليط المعاد تدويرها. في الكويت ، يتم استخدام RAP للوقوف المؤقت لسيارات و لتغطية المناطق المفتوحة الأخرى. كما تم تقرير أن استخدام RAP يزيد من قدرة التربة التحتيه في الكويت. يستخدم RAP أيضًا في الرصف الخرساني الأسفلتي مصنوعة من خلال نظرية التصميم للقدره الأرضيه القصوى(superpave design method)

مخلفات هدم المباني استخدمت لصناعات الخرسانيه والمنتجات الخرسانية مثل الطوب. في دراسة لتقييم أداء ومتانة الخرسانة المصنوعة من نفايات الهدم ، تم تحديد قوة الضغط ونفاذيتها وأظهر الاختبار نتائجه مطمئنه. في المنتجات الخرسانيه مثل الطوب الخرساني وطوب الرصف والركام تم إستبدالها بمخلفات هدم المباني بشكل كامل. إنتاج الخرسانه في الكويت باستخدام الركام الخشن الذي تم الحصول عليه من نفايات الهدم كذلك أنتج خرسانة ذات النوعية جيدة.

ISSN 2348-3156 (Print)
International Journal of Social Science and Humanities Research ISSN 2348-3164 (online)
Vol. 12, Issue 3, pp: (354-357), Month: July - September 2024, Available at: www.researchpublish.com

الركام الخشن المعاد تدويره (RCA) الناتج من نفايات الهدم تم فحصها لاستخدامها كقاعده أساسية للمواد. العديد من التجارب المعملية ، بما في ذلك إختبار دراسة المسار أجريت. دعمت نتائج هذا المشروع الفرضية القائلة بأن RCA يمكن استخدامها بفعالية كمواد أساسية. أبلغت بضع الولايات في الولايات المتحدة عن استخدام المجاميع القابلة لإعادة التدوير التي تم الحصول عليها من النفايات C & D في الخرسانة الإسفلتية الساخنة. C&Dتستخدم النفايات أيضًا في هولندا لبناء الرصف المرون .

في الكويت على الرغم من لإصدار كميات كبيره من نفايات البناء والهدم ، لم يتم بذل أي جهد ملحوظ حتى الآن لتقييم استخدامها في الأرصفة المرنة. كان الهدف من هذه الدراسة هو تشجيع استخدام الركام المعاد تدويره الذي تم الحصول عليه من نفايات هدم المباني في الخرسانة الإسفلتية الساخنه "من النوع الثالث" وفقًا لمعايير المزيج المحلي (MPW وزارة الأشغال العامه). النوع الثالث من الخرسانة الإسفلتية عبارة عن دورة ارتداء للأرصفة في الكويت ، وغالبًا ما تستخدم للتراكب في برامج إعادة التأهيل. تم الانتهاء من برنامج بناء الطرق الرئيسي منذ أكثر من عقد. لذلك ، يتمثل النشاط الرئيسي في صناعة بناء الطرق في الكويت في إعادة تأهيل الأرصفة الأمر الذي يتطلب إنتاج كميات كبيرة من الخرسانة الإسفلتية من النوع الثالث.

منهجية

تم الحصول على الخرسانة المعاد تدويرها من هدم مبنى متعدد الطوابق في مدينة الكويت (الشكل 1). تم سحق المادة التي تم الحصول عليها في مصنع كسارة متنقل للحصول على الركام المعاد تدويره. أنتج مصنع الكسارة مجاميع ركام كبير الحجم ووضع جانبا وقطع صغيره من الركام وعجينة الاسمنت في الجهة أخرى. تم تجميع المجاميع الكبيرة والصغيرة ، وتنظيفها ، وفصلها بواسطة المناخل إلى أحجام الركام المطلوبة لإنتاج الخرسانة الأسفلتيه من النوع(III) ، وفقًا للمواصفات المحلية (MPW لوزارة الأشغال العامه). المواد الأخرى اللازمة لصنع الخليط الساخن هي الرمال المكسرة (CS) ، الرمال الطبيعية (NS) ، مواد الحشو ، والبيتومين. تمت الموافقة على مواد من وزارة الأشغال العامة (MPW).

أجريت طريقة مارشال لاختبار تصميم المزيج ، واختبار نسبة ضغط الغمر ، واختبار فقدان الثبات ، واختبار مسار العجلات على الخرسانة الإسفلتية المنتجة لتقييم ملاءمة الركام المعاد تدويره في مزيج محلي.

طريقة مارشال لتصميم المزيج

لا تزال طريقة مارشال لتصميم المزيج هي الطريقة القياسية الوحيدة المحددة لتلبية المعايير المحلية (MPW). تم استخدام إجراء مارشال القياسي وفقًا لـ AASHTO T-245 لتنفيذ تصميم المزيج. تم اختيار نسب الركام الخشن ، الركام الناعم ، NS ، و CS لتلبية المواصفات المحلية للخرسانة الإسفلتية من النوع الثالث. تم اختيار نسب الركام الخشن و الركام الناعم و NS و CS لتلبية المواصفات المحلية للخرسانة الإسفلتية من النوع الثالث. لتحديد المحتوى الموثق الأمثل تم إعداد عينات مرشال القياسية مع اختلاف محتويات البيتومين من 5 ٪ إلى 8 ٪ بزيادات قدرها 0.5 ٪. تم إعداد أربعة عينات لكل محتوى من البيتومين وتعرضوا لتحليل كثافة الفراغات واختبارات إستقرار التدفق.

اختبار نسبة ضغط الغمر

اختبار نسبة ضغط الغمر هو الاختبار المعياري الذي حددته وزارة الأشغال العامه (MPW) لتقييم تأثير الانغماس في الماء على الخرسانة الإسفلتيه للإحتفاظ بالقوه. تم إجراء ذلك حسب AASHTO T-165 عن طريق تحديد مؤشر الإحتفاظ بالقوه. يتم احتساب مؤشر الإحتفاظ بالقوه باستخدام المعادلة

مؤشر الإحتفاظ بالقوه =. Eq1

حيث S1 هي القوة الانضغاطية لعينة جافة و S2 هي القوة الانضغاطية لعينة مغمورة. تم إعداد عينات من اختبارات قوة الضغط واختبارها وفقًا لـ AASHTO T-167 باستخدام محتوى الموثق الأعلى. تم فصل العينات إلى مجموعتين بعد تحديد الثقل النوعي الأكبر وفقًا للطريقة A من AASHTO T-165. تم تكييف عينات الاختبار من المجموعة 1 عند 25 درجة مئوية عن طريق تخزينها في حمام هوائي لمدة 4 ساعات قبل اختبارها للتأكد من قوتها للضغط. تم غمر عينات المجموعة 2 في الماء لمدة 4 أيام عند 50 درجة مئوية. تم بعد ذلك نقل العينات إلى حمام مائي ثانٍ تم الحفاظ عليه عند درجة حرارة 25 مئوية وتخزينه لمدة ساعتين قبل اختبار مقاومة الضغط. تم تحديد القوة الانضغاطية لكل من العينات الرطبة والجافة باستخدام آلة الاختبار الأحادية ، كما هو مبين في الشكل 2. تم حساب مؤشر الإحتفاظ بالقوه باستخدام Eq. 1.

ISSN 2348-3156 (Print)
International Journal of Social Science and Humanities Research ISSN 2348-3164 (online)
Vol. 12, Issue 3, pp: (354-357), Month: July - September 2024, Available at: www.researchpublish.com

اختبار فقدان الاستقرار

تم إجراء اختبار فقد الثبات على عينات مارشال التي تم إعدادها باستخدام محتوى الموثق الأمثل الذي تم الحصول عليه من تصميم الخلط. تم إجراء الاختبار وفق المعايير المحليه. تم تجهيز مجموعة عينات عددها سته منها ثلاث عينات مغموره بالماء عند 60 درجه سيليزيه خلال 30 دقيقه أما الثلاث عينات الأخرى وضعت ب60 درجه سيليزيه خلال 24 ساعه قبل إجراء إختبار فقدان التوازن.

اختبار مسار العجلة

تم استخدام اختبار مسار العجلات لتقييم تشوه المخاليط تحت الأحمال المرورية. تم إجراء الاختبار (BSI) asperBS598part110: 1998. تم تحضير إثنى عشر عينه باستخدام الركام المجمع والموثق الأمثل وفقًا لتصميم الخليط. تم تكييف ست عينات واختبارها عند 45 درجة مئوية في جهاز اختبار المسار الموضح في الشكل 3. تم تكييف العينات الستة الأخرى واختبارها في نفس الجهاز عند 70 درجه مئويه.

النتائج

نتائج إختبار مارشال موضحه في الجول رقم ١ وملخص نتائج الإختبارات للغمر ومعامل الإنضغاط وفقدان الاستقرار ومسار العجلات معروضه في الجول رقم ٢.

إختبار مارشال

تم رسم نتائج اختبار الكثافة الظاهرية والاستقرار والتدفق ونسبة الفراغات الهوائية المئوية والنسبة المئوية للفراغات المملوءة بالبيتومين (VFB) مقابل نسبة البيتومين للحصول على محتوى البيتومين الأمثل. وكان محتوى البيتومين الموثوق 7.2 ٪. تم تحضير أربعة عينات باستخدام مزيج التصميم مع المحتوى الموثوق لتقييم توافق المزيج مع المواصفات المحلية. تم الحصول على النتائج التالية:

الكثافة الظاهرية = 2.207 جم / سم 3

الاستقرار = 14 كجم

التدفق (0.25 مم) = 14

فراغات الهواء = 4 ٪

واعتبرت النتائج في النطاق المقبول بالنسبه للمواصفات المحليه

اختبار نسبة ضغط الغمر

تم الحصول على النتائج التالية من اختبار نسبة ضغط الغمر.

متوسط قوة الضغط للعينة الجافة ، S1 = 2530 كجم

متوسط قوة الضغط للعينة الرطبة ، S2 = 2322 كجم

مؤشر القوة المحتجزة = 92 ٪

تتطلب المواصفات المحلية الحد الأدنى للقيمة 70٪ لمؤشر المقاومه المحتجزة. النتائج التي تم الحصول عليها توافق المتطلبات المحددة. أيضا ، تم الحصول على متوسط صافي المقاومه المحتفظه 28.4 كجم / سم 2 ، وهو أكثر من 14 كجم / سم2 المطلوبة من قبل المواصفات المحلية.

اختبار فقدان الاستقرار

متوسط الاستقرار للعينات في حالة وضعها في الماء وتم تحديد 60 درجة مئوية لمدة 30 دقيقة لتكون 1938 كجم ، وكانت العينات موضوعه في الماء عند 60 درجة مئوية لمدة 24 ساعة 1468 كجم فيكون فقدان الاستقرار بالتالي 24 ٪ ، وهو أقل من الحد الأقصى المسموح به وهو 25 ٪ حسب المواصفات المحلية.

اختبار مسار العجلة

تم الحصول على معدل مسار العجلات يبلغ 0.93 مم / ساعة للعينات المكيفة عند 45 درجة مئوية ، و 5.26 ملم / ساعة للعينات المكيفة عند 70 درجة مئوية. تم العثور للعينتان في كلا درجتي الحرارة أن أعماق rutting أقل من 15mm ، وهو الحد الأقصى المسموح به في المواصفات المحليه.

ISSN 2348-3156 (Print)
International Journal of Social Science and Humanities Research ISSN 2348-3164 (online)
Vol. 12, Issue 3, pp: (354-357), Month: July - September 2024, Available at: www.researchpublish.com

الخلاصه

يتم هدم عدد كبير من المباني الخرسانية في الكويت. يتم التخلص من معظم حطام الهدم حاليًا في أربعة مواقع لطمر النفايات. هذه المواقع لها سعات محدودة ومطلوبة لأنواع أخرى من النفايات التي لا يمكن إعادة تدويرها. علاوة على ذلك ، فإن مصادر الركام الطبيعية أصبحت مستنفدة في الكويت ، وبالتالي يتم استيراد الركام بتكاليف أعلى. يمكن أن توفر إعادة تدوير نفايات هدم المباني فرصة في التقليل من مشاكل التخلص من نفايات الهدم والندرة الإجمالية لركام. أجريت هذه الدراسة لتقييم استخدام الركام الناتج من نفايات هدم المباني في مزيج محلي من الخرسانة الإسفلتية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة أن مزيج الخرسانة الإسفلتية الناتج باستخدام الركام من نفايات الهدم يمكن أن يلبي متطلبات المواصفات المحلية.