

СЕКЦИЯ «АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО»

УДК 691.32

РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ БЕТОН КАК ЗАПОЛНИТЕЛЬ ДЛЯ ЦЕМЕНТОБЕТОНА

Е.И. Васильева, С.Н. Бондаренко

Белорусский национальный технический университет

e-mail: Kukaburo1@mail.ru

Summary. *Recycled concrete obtained from the demolition of buildings and pavements. Recycled concrete consists of two-phase particles that contain both the original natural aggregate and the residual mortar. Residual mortar is consisting of the original cement paste and the original fine natural aggregate.*

The use of recycled concrete is still limited by a concern over the durability of concrete made with the material. This is mainly due to the cracking susceptibility of concrete made with recycled materials, particularly as a result of drying shrinkage. Using recycled concrete as a replacement for coarse natural aggregate in concrete, an increase in drying shrinkage is observed. However, the higher levels of shrinkage did not necessarily correspond to higher stress levels nor higher cracking susceptibility. The reduced cracking susceptibility of concrete connected with the lower modulus of elasticity of the concrete. The lower modulus of elasticity was attributed to the larger volume of mortar that existed in these mixtures.

Properties of concrete containing recycled concrete, due to the availability residual mortar can increase the crack resistance of concretes with shrinkage during drying. The aim of the study is to test this hypothesis.

Регенерированный бетон получают от сноса бетонных конструкций и дорожных покрытий. После чего данное сырье подвергается очистке от загрязнений, затем дроблению и сортировке на фракции. Отсортированный материал может быть использован в качестве заполнителя в новый бетон, для устройства подстилающих слоев и оснований дорожной одежды. Регенерированный бетон представляет собой двухфазную структуру, с одной стороны это природный заполнитель, а с другой – остатки раствора. Остатки цементного раствора в свою очередь включают в себя цементное тесто и мелкий природный заполнитель.

Актуальным является вопрос об обеспечении надлежащей прочности в течение всего срока службы бетонов, изготовленных с регенерированным бетоном. В основном это связано с трещинообразованием в результате усадки при высыхании таких бетонов.

Усадка при высыхании представляет собой сжатие твердеющего бетона, вызванное потерей капиллярной воды в атмосферу. На процесс усадки влияет множество факторов: тип и дисперсность цемента, состав и тонкость помола дополнительных материалов, обеспечивающих цементование, тип и размеры заполнителей, водоцементное отношение, относительная влажность, наличие примесей, продолжительность отверждения и размер бетонных образцов.

При замене природного крупного заполнителя регенерированным бетоном усадка увеличивается. Однако увеличение усадки не свидетельствует о повышении напряжений или же о возрастании трещинообразования. Снижение трещиностойкости связано с низким модулем упругости. Низкий модуль упругости в свою очередь является результатом наличия большого объема раствора в смесях с регенерированным бетоном (остатки цементного раствора на старом заполнителе и новый раствор).

С другой стороны, наличие вторичного цементного раствора может уменьшить трещиностойкость бетонов при усадке при высыхании. Целью исследования является проверка данной гипотезы.

В лабораторных условиях было изготовлено шесть видов бетонных смесей. Две были с крупным заполнителем из природного щебня и гравия. Остальные смеси содержали регенерированный бетон в количестве 25 и 100% (изготовленный в лабораторных условиях и полученный от разборки старого цементобетонного покрытия). Для повышения удобоукладываемости во все смеси добавлялся суперпластификатор. Затем из подобранных составов формовались образцы.

В возрасте 28 суток образцы подвергались испытаниям прочности на сжатие, растяжение, определялся модуль упругости и трещиностойкость. В течение сушки фиксировались изменения длины и массы образцов для определения усадки.

Наибольшей прочностью на сжатие обладают образцы из щебеночной смеси 48 МПа, прочность образцов содержащих регенерированный бетон была несколько ниже около 42 МПа. Прочность на растяжение оказалась выше для образца со 100% содержанием регенерированного бетона и составила 4,5 МПа. Наибольший модуль упругости у образцов с крупным заполнителем в виде щебня (33 ГПа), для образцов с регенерированным бетоном модуль упругости ниже (в среднем 28 ГПа).

Наименьшая усадка у образцов из щебня (0,075%), наибольшая у образцов, содержащих регенерированный бетон, полученный в лаборатории в количестве 25% (0,085%). Из этого следует, что включение регенерированного бетона в состав смесей не вызывает существенных изменений в значениях усадки при твердении бетонов. С одной стороны регенерированные бетоны должны обладать большей усадкой, за счет вторичного раствора. Системы, содержащие большее количество раствора испытывают большую усадку, по сравнению с аналогичными системами с более низким содержанием раствора. С другой стороны, грубая угловатая форма обеспечивает лучшую адгезию между заполнителем и раствором, таким образом, наличие вторичного раствора на частицах заполнителя снижает усадку.

Бетонная смесь с более тонкой структурой пор более восприимчива к усадке по сравнению с порами грубой текстуры. Причиной этого является капиллярное натяжение обратно пропорциональное размеру капиллярной поры. Усадка возникает, когда вода покидает систему, что приводит к образованию капиллярного напряжения на стенках пор. Если напряжение превышает прочность на разрыв, матрица пор разрушается. Незначительные расхождения результатов определения усадки свидетельствуют о том, что включение регенерированных бетонов не оказывает существенного влияния на микроструктуру матрицы окружающего раствора.

В бетоне, содержащем лабораторный регенерированный бетон, появились первые трещины в возрасте 10,8 суток, что в два раза превышает время образования трещин в бетоне с гравием. В остальных смесях трещины появились в возрасте 7 суток. Уровень напряжения при растрескивании у других образцов был ниже, чем у образца с гравием, самый низкий соответствовал регенерированному лабораторному бетону и составил 0,207 МПа/сут.

В образцах, содержащих 100% регенерированного заполнителя, трещины образовались позднее, чем в содержащих 25%. Наличие вторичного раствора может оказывать влияние на образование и распространение микротрещин. Микротрещины образуются на границе раздела фаз в переходной зоне между частицами заполнителя и основной частью цементного раствора, по причине отличия модулей упругости. Образцы, содержащие регенерированный бетон, имеют меньше таких зон, так как частицы заполнителя покрыты вторичным раствором. Таким образом, включение регенерированного бетона, покрытого вторичным раствором, снижает рост напряжения во время твердения.

Использование регенерированного бетона в качестве крупного заполнителя слегка увеличивает усадку, но при этом значительно повышает трещиностойкость материала. Угловатая и грубая форма частиц с шероховатой текстурой так же способствует повышению трещиностойкости. Введение регенерированного бетона целесообразно в системы с повышенным риском образования трещин.