

Makale Orijinal Başlığı : Effect of Functional Grading on the Performance of Flexible Pavements

Makale Türkçe Başlığı : Fonksiyonel derecelendirmenin esnek kaplamaların performansları üzerindeki etkisi

Genişletilmiş Özet

Karayolu esnek kaplamalarında meydana gelen bozulmalar jeolojik, geoteknik, tasarım, imalat, yükleme ve bakım parametrelerinden bir veya birkaç tanesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Tasarım parametreleri arasında yol bozulmasını etkileyen iki temel faktör, kaplama tabakası altında oluşan çekme ve taban zemini üzerinde oluşan basınç birim şekil değiştirmeleri olarak sayılabilir. Üst yapıda, çekme birim şekil değiştirmelerinin aşırı olması durumunda yorulmaya bağlı, basınç birim şekil değiştirmelerinin aşırı olması durumunda ise tekerlek izinde oturmaya bağlı bozulmalar meydana gelmektedir. Bu çalışmada fonksiyonel derecelendirme ile esnek bir karayolu üst yapısının yorulma dayanımının artırılması amaçlanmıştır. Hacmi veya derinliği boyunca kompozisyonu, mikro yapısı veya porozitesi belirli bir fonksiyona göre değişim gösteren malzemeler fonksiyonel derecelendirilmiş malzemeler olarak tanımlanmakta ve bu malzemeler uzay araçları, otomobil, ilaç ve enerji gibi çok çeşitli sektörlerde kendilerine uygulama alanı bulmaktadır. Fonksiyonel derecelendirme sayesinde, malzeme özelliklerinin ani ve keskin değişim gösterdiği kompozitlerin tabaka arayüz sınırlarındaki keskin geçiş yumuşatılarak daha kademeli bir özellik değişimine olanak sağlanmakta ve gerilme yığılmalarına bağlı kırılmaların önüne geçilmektedir. Esnek üst yapılarda da kompozit malzemelerde olduğu gibi temel ve alt temel tabakaları ara yüzünde keskin bir elastisite modülü değişimi söz konusudur ve bu ani değişim aşırı yükleme koşulları altında göçmelere sebebiyet vermektedir. Mevcut çalışmada esnek üst yapı tabakalarına iki farklı yöntem ile fonksiyonel derecelendirme uygulaması yapılmıştır. Bunlardan ilkinde sadece bitümlü kaplama tabakası derinlik istikametinde rijitliği artacak biçimde derecelendirilirken diğer yöntemde bitümlü kaplama tabakası ile temel tabakası aynı anda derecelendirilmiştir. Temel tabakasının derecelendirilmesinde rijitlik derinlik doğrultusunda azaltılmıştır. Fonksiyonel derecelendirme işleminde kaplama ve temel tabakaları alt tabakalara (3, 5 veya 11 alt tabaka) bölünmüş ve alt tabakaların elastisite modülü değerleri lineer ve eksponansiyel derecelendirme fonksiyonları kullanılarak hesaplanmıştır. Fonksiyonel derecelendirme sonucunda tabaka rijitliklerinin artmasını veya azalmasını engellemek için alt tabakaların ortalama elastisite modülü değerinin başlangıç elastisite modülüne eşit olması sağlanmıştır. Böylece yorulma dayanımında sağlanacak iyileşmenin rijitlik artışına dayalı bir iyileşme olmasının önüne geçilmiştir. Yükleme altındaki kesitin mekanik tepkilerinin bulunması amacıyla Kenlayer yazılımı kullanılmış ve derecelendirme uygulaması yapılmayan kontrol kesitine kıyasla derecelendirilmiş kesitlerin çekme birim şekil değiştirmelerindeki azalma oranları farklı aks konfigürasyonları ve farklı yük ve yükleme yarıçaplarına bağlı olarak analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, geleneksel bir esnek üst yapı kesitinin fonksiyonel derecelendirilmesi sonucunda kaplama tabakası altında meydana gelen çekme birim şekil değiştirmeleri azalmış ve yolun yorulma dayanımı artmıştır. Yalnızca kaplama tabakasının derecelendirildiği kesitlerde çekme birim şekil değiştirmelerindeki azalma oranı %2.5 seviyesindedir. Ancak kaplama ve temel tabakaları birlikte derecelendirildiğinde çekme birim şekil değiştirmelerindeki azalma oranı %18 seviyelerine çıkmaktadır. Alt tabaka sayısının artması, fonksiyonel derecelendirme uygulamasının etkinliğini artıran en önemli parametrelerden bir tanesi olarak belirlenmiştir. Ancak alt tabaka sayısındaki artış gerçek arazi koşullarında yöntemin uygulanabilirliğini azaltmaktadır. Bu çalışmanın en dikkat çekici sonuçlarından bir tanesi kaplama ve temel tabakasının gerçek saha koşullarında da uygulanabilir şekilde üçer alt tabakaya bölünmesi durumunda dahi çekme birim şekil değiştirmelerinde %13 oranında azalma sağlanmış ve bu azalma mekanistik ampirik tasarım yöntemine göre yol ömründe %59 oranında bir artış sağlamıştır. Herhangi bir katkı maddesi kullanılmaksızın elde edilen bu artışın kayda değer olduğu ve katkı maddeleri ile modifikasyon yöntemlerine bir alternatif olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.