

Asfalt Test Cihazı Modifiye Düşen Ağırlıklı Deflektometre

Asfalt yolların trafiğe açılmasına ilişkin ek notlar
(Alman FGSV no. 733)

Dinamik deformasyon modulus E_{vd} Asphalt
(ZORN INSTRUMENTS 2010)



ARKA PLAN: Standartlar ve Prosedürler

Almanya'da ve diğer birçok ülkede, yol kaplamaları tercihen çoğunlukla geleneksel bitüm-mineral karışımlarından oluşan asfalttan yapılır. Yakın zamanlarda, daha düşük enerji tüketimi vaat eden veya geri dönüştürülmüş malzeme kullanımına izin veren modifiye asfalt karışımları da kullanılmaya başlanmıştır.

Asfalt kaplamaların yapımı, yolların uzun vadeli, güvenli ve ekonomik kullanımını garanti etmesi gereken birçok test prosedürü de dahil olmak üzere çok sayıda teknik standartla düzenlenmektedir.

Şaşırtıcı bir şekilde, bu test standartlarının çoğu, 1920'ler ve 1930'lardaki endüstriyel yol yapımının ilk günlerine kadar uzanmaktadır. Malzeme ve inşaat ekipmanlarındaki modernleşme hızı düşünüldüğünde, test standartları ve prosedürleri geride kalmaktadır.

HEDEFİMİZ: LWD ile Asfalt Testi

Dinamik Plaka Yükleme Testinin öncülerinden ZORN INSTRUMENTS, Hafif Düşen Ağırlıklı Deflektometre (LWD) prensiplerini asfalt uygulamalarına taşımayı hedeflemektedir.

Buradaki temel amaç, yol altyapılarındaki bağlayıcısız zeminlerde başarıyla uygulanan bu sistemi, asfalt kaplamaların taşıma kapasitesini sahada güvenilir bir şekilde ölçecek yeni bir arazi test cihazına entegre etmektir.

Bu alanda sektörde kabul görmüş saha test cihazları arasında (Ağır) Düşen Ağırlıklı Deflektometre (FWD) veya Benkelman kirişi yer almaktadır. Ayrıca, serim esnasında sıcak asfaltın bağıl sıkışma oranını nükleer yoğunluk ölçerler ile izlemek de yaygın bir uygulamadır.

Bu yöntemlerin önemli karakteristik değerler sağladığı kesin olsa da, hem test sonuçlarının anlamlandırılması ve yorumlanması hem de kullanıcı dostu olmaları açısından ciddi zayıflıkları bulunmaktadır.

ZORLUK: Üst Yapı vs. Alt Yapı

Asfaltın deformasyon davranışı; bağlayıcısız kum, çakıl veya balast katmanlarından oldukça farklıdır. Asfaltın mukavemeti ve rijitliği (stiffness) genellikle çok daha yüksektir. Asfaltın yük direnci sıcaklığa bağlıdır ve deneyimlerin gösterdiği üzere, taşıma kapasitesi özellikleri kullanım ömrü boyunca değişiklik gösterir. Ayrıca, mevcut asfalt malzeme karışımları ve uygulama yöntemlerinin çeşitliliği, zemin altyapılarına kıyasla çok daha fazladır.

Düşen Ağırlıklı Deflektometrenin (LWD) sınırlı darbe kuvvetiyle (maks 10 kN) asfalt yüzeyinde ölçülebilir bir deformasyon meydana getirebilmek için, ZORN Asfalt Test Cihazı standart bir yükleme plakası yerine sertleştirilmiş çelik bir piston kullanır. Planlanan uygulamaya bağlı olarak, çapları 12 ile 50 mm arasında değişen birkaç değiştirilebilir piston kullanılabilir.

Tutma kollu, ergonomik tasarıma sahip 15 kg'lık bir düşen ağırlık, 520 mm yükseklikten test pistonunun üzerine düşerek 17 ms'lik bir darbe süresiyle 9,42 kN'luk bir darbe kuvveti oluşturur. Bu doğrultuda, 50 mm'lik bir piston kullanıldığında piston yüzeyinin altında oluşan basınç 4,8 MN/m²'dir (MPa). Düşen ağırlığın içinde, piston üzerine homojen bir kuvvet dağılımı sağlayan bir disk yay mekanizması (ZORN patentli) monte edilmiştir. Düşen ağırlık, geri sıçradığında zahmetsizce yakalanabilir.

Hassas bir sensör, her darbeye test pistonunun ivmesini ölçer. Cihaz, bu ivme değerinden yola çıkarak maksimum oturma derinliğini (defleksiyon s) ve pistonun hareket hızını otomatik olarak hesaplar.

Buna paralel olarak ikinci bir sensör ise asfaltın yüzey sıcaklığını belirler.



ZORN ASFALT TEST CİHAZI: modifiye LWD

ZORN asfalt test cihazı prototipleri ZORN tarafından 2010 yılından beri sunuluyor olsa da, cihaz köklü bir şekilde revize edilmiştir.

Cihaz donanımı, tek bir kişi tarafından kolayca kaldırılabilir ve herhangi bir binek araçta taşınabilecek şekilde üç ana bileşene ayrılabilir. Operatör, test sahasında bu üç bileşeni birkaç basit adımda hızlıca yeniden birleştirebilir.

ZORN Asfalt Test Cihazı bir araya getirildiğinde, saha içi taşıma için ayrı bir arabaya veya benzer bir donanıma ihtiyaç duymaz. Operatör, entegre büyük tekerlekler sayesinde cihazı ölçüm noktaları arasında rahatça yuvarlayarak taşır. Ölçüm noktasına varıldığında, düşen ağırlık bölümü tek bir tıkla taşıma konumundan ölçüm konumuna getirilir ve test başlayabilir.

ZORN Asfalt Test Cihazı, bir tablet bilgisayar aracılığıyla kablosuz olarak kontrol edilir. Tablet bilgisayar, test cihazının sensörlerine (ivme ve sıcaklık) Bluetooth üzerinden bağlanır. Kullanımı kolay kontrol yazılımı, aynı zamanda sorunsuz bir şekilde test raporları oluşturma ve bunları çevrim içi olarak iş arkadaşlarına veya müşterilere gönderme imkanı sunar.

Bu devrim niteliğindeki ZORN Asfalt Test Cihazı, aşağıdaki test prosedürleri için dönüşümlü olarak kullanılabilir:

- **Trafiğe Açma Testi:** FGSV Almanya (2022 baskısı), "Asfalt Kaplamaların Trafiğe Açılmasına İlişkin Ek Notlar" (HVVA) standardına uygun olarak.
- **Deformasyon Modülü Belirleme:** Elastik yüzey deformasyonunun tespiti ve EvdAsfalt deformasyon modülünün belirlenmesi (standart dışı uygulama).

TRAFİĞE AÇMA TESTİ: HVVA standardına göre

Alman FGSV tarafından hazırlanan bu ek notlar 2022 yılında yayımlanmıştır. Bu notlar; modifiye edilmiş bir LWD (Hafif Deflektometre) cihazı vasıtasıyla, soğuma aşaması boyunca bir asfalt katmanının deformasyon davranışının kesintisiz olarak ölçüldüğü bir prosedürü tanımlar.

Bu testin amacı; taze silindirlenmiş (sıkıştırılmış) bir asfalt yüzeyinin deformasyon davranışına bağlı olarak, asfalt kaplamaların trafiğe açılmasından önce doğru soğuma süresinin belirlenmesine yardımcı olmaktır. Bu test yöntemi, bilinen sabit soğuma süreleri yerine veya bunlara ek olarak kullanılabilir (Almanya için bu süreler, ZTV Asphalt-StB teknik yönetmeliğine göre standart 24 saat / 36 saatlik soğutma periyotlarıdır).

Deformasyon davranışının değerlendirilmesi için, eksenel-dinamik piston batma testi (plunger indentation test) prensiplerine göre çalışan modifiye edilmiş bir LWD cihazı kullanılır. Sıkıştırmanın hemen ardından asfalt yüzeyine arka arkaya 5 yük darbesi uygulanır. Elde edilen defleksiyon (oturma) ve defleksiyon farklarına dayanarak, ilgili ölçüm noktasındaki taze asfalt yüzeyinin deformasyon davranışı değerlendirilebilir.

Bu test için, pistonun ölçülen ortalama dinamik defleksiyon değerinin " s_m " tanımlanmış bir referans defleksiyon değeri " s_{ref} " ile karşılaştırılmasıyla bir trafiğe açma katsayısı (" A_{VF} ") belirlenir.

$$A_{VF} = 1 - \left(\frac{s_m - s_{ref}}{s_m + s_{ref}} \right) \times 100$$

A_{VF} = % cinsinden trafiğe açma katsayısı
 s_m = ortalama dinamik piston defleksiyonu
 s_{ref} = mm cinsinden referans defleksiyon



Eksiksiz bir test için gerekli olan ölçüm alanı; 100 metrelik bir mesafe boyunca, 3 ölçüm istasyonunda bulunan toplam 15 ölçüm noktasından oluşur.



- Ölçüm alanı başına en az üç ölçüm istasyonu
- Ölçüm istasyonu başına beş ölçüm noktası
- Ölçüm noktası başına beş yük darbesi
- Her bir yük darbesi bir ölçüm değeri sağlar

Kullanılan test cihazı, Alman teknik standardı TP BF-StB, Bölüm B 8.3 (veya ilgili ASTM E2835) uyarınca modifiye edilmiş bir Hafif Deflektometredir (LWD). Asfalt test cihazı olarak kullanımında, standart yükleme plakasından farklı olarak; düz ve pahsız bir test pistonu çapı 50 ± 0.1 mm plaka üzerinde 15 kg kütleye sahip bir düşen ağırlık vasıtasıyla, (17 ± 1.5) ms darbe süresinde 9,42 kN darbe kuvveti üretecek şekilde yüklenir.

15 ölçüm noktasının tamamında $A_{VF} = 100\%$, değeri elde edilirse, yol tekerlekli trafiğe (araç trafiğine) açılabilir.

DİNAMİK DEFORMASYON MODÜLÜ : $E_{vd \text{ Asfalt}}$

A ZORN Asfalt Test Cihazı'nın özellikle araştırma projeleri ve üniversite çalışmaları için son derece ilgi çekici olan bir diğer uygulaması ise; elastik yüzey deformasyonlarının ve asfalt için Dinamik Deformasyon Modülünün $E_{vd \text{ ASFALT}}$ belirlenmesidir.

Bu asfalt test cihazı, dinamik bir yük altında farklı çaplardaki test pistonlarının batma derinliğini ve hızını belirler. Ölçülen maksimum batma derinliği (defleksiyon) ve diğer bir dizi değişken kullanılarak, deformasyon modülü aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$E_{vd \text{ asfalt}} = 2 \times (1 - \mu^2) \times r \times \frac{\sigma}{s}$$

$E_{vd \text{ asfalt}}$ = Asfalt Dinamik Deformasyon Modülü (MPa)
 μ = Poisson oranı (Varsayılan 0.5)
 σ = Maksimum temas gerilmesi (kPa)
 s = Maksimum defleksiyon (mm)

Her ne kadar bu test cihazlarından bir düzineden fazlası Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki araştırma kurumlarında kullanımda olsa da, söz konusu teste ait teknik standart henüz yayımlanmamıştır ve gelecekte yayımlanması beklenmektedir.



DENEYİM: En Değerli Varlığımız

- 1870'ten Beri: ZORN'da ürün geliştirme, tasarım ve imalat süreçleri tek bir çatı altında yürütülmektedir.
- 1950'den Beri: Dinamik test ekipmanları alanında uzmanlaşma.
- 1990'dan İtibaren: ZORN ZFG Hafif Deflektometrenin (LWD) Almanya genelinde kullanıma sunulması ve dinamik plaka yükleme testinin "Yol İnşaatlarında Zemin ve Kayaçlar İçin Teknik Test Şartnameleri" kapsamına alınması.
- 2000'den Beri: Hafif Deflektometrenin ZORN ile birlikte uluslararası düzeyde standartlaştırılması:
 - Avusturya: RVS 08.03.04 (Mart 2008)
 - İspanya: UNE 103807-2
 - ABD: ASTM E2835-11
 - Rusya: N° 52068-12 (Devlet Sicili onaylı ölçüm cihazları)
 - Avustralya: Q258A Deflections - Taşınabilir Darbeli Plaka Yükleme Test Cihazı
 - Belçika: SB250 versiyon 4.1, 4.16.2 (Nisan 2019)
 - İsviçre: VSS 70313 (Temmuz 2019)
- 2020'den Beri: Dünya çapında her gün, binlerce kez ZORN ZFG ile şantiyelerde kalite denetimi.
- 100'den fazla ülkeye aktif ihracat.
- Dünya genelinde satılan en az 80.000 ZORN cihazı (16.000 adet ZFG serisi).

HİZMET KONSEPTİ: Temel Yaklaşımımız

- Doğrudan veya Uzman Ticaret Kanallarıyla Tedarik: Nihai tüketici olarak doğrudan satın alma veya yetkili bayiler aracılığıyla tedarik imkanı: ZORN test cihazları ve her zaman, kişiye özel, ücretsiz uzman danışmanlığı.
- Kullanıcı Deneyiminin Aktarılması: 2008 yılından bu yana 2.200'den fazla katılımcıya ulaşan ZORN uygulamalı seminerleri.
- İnşaat Sektöründe Dijitalleşme Gerçeğe Dönüşüyor: ZORN Viewer Uygulaması, ZORN D plus Uygulaması ve ZORN FG-WebApp.
- Her Kanalda ZORN Desteği: Telefon, e-posta, web sitesi ve hatta yüz yüze iletişim imkanı.
- 7/24 ZORN Desteği: Çok sayıda döküman ve bilgiye dilediğiniz her an çevrim içi olarak erişim kolaylığı.

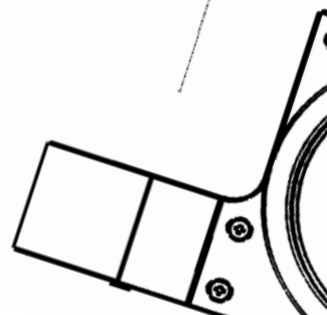
KALİBRASYON: En Önemli Detay

- Kalibrasyonsuz Geçerli Test Olmaz: Hafif Deflektometre (LWD) için hem Almanya genelinde hem de dünya çapında ZORN kalibrasyon istasyonları.
- Kısa Mesafe ve Hızlı Teslimat İçin: Almanya'da BAST (Federal Karayolları Araştırma Enstitüsü) onaylı ZORN test merkezleri: 2 adet Stendal, 1 adet Münih ve 1 adet Hamburg'da.
- Uluslararası Alanda Daha Hızlı İşlem İçin: Avusturya, Avustralya, Belçika, Polonya, Rusya, Slovenya, Türkiye ve ABD'de bulunan ZORN onaylı test merkezleri.
- Almanya'daki Referansımız: Federal Karayolları Araştırma Enstitüsü'ndeki (BAST) Hafif Deflektometre kalibrasyon düzeneği bir ZORN ürünüdür.
- Tek Bir Çatı Altında: Kalibrasyon, bakım, cihaz alma ve teslim etme hizmeti.
- Çifte Kalibrasyon Hatırlatıcı: Hem cihaz ekranında hem de e-posta ile otomatik hatırlatma.



Yıllık Kalibrasyon:

Alman test standardı TP BF-StB Bölüm B 8.3'e göre, Düşen Ağırlıklı Deflektometrelerin her yıl kalibre edilmesi gerekmektedir.



DÜNYA ÇAPINDA KOLAYLIK : Özel Bir Dokunuş

- Alman mühendislik yaklaşımı: 1870 yılında usta teknisyen Wilhelm Schließer tarafından kurulmuştur; 150 yılı aşkın "Made in Germany" (Alman Mali) kalitesini korur.
- **Yüzyıllardır Hassas Üretimle Dünyanın Dört Bir Yanına:** Çelik kasalardan, dikiş makinelerine; bisikletlerden, yüksek hassasiyetli test ekipmanlarına uzanan bir başarı hikayesi.
- **Altmark Bölgesinde Köklü, 5. Kuşak Bir Aile Şirketi:** Bianca Zorn - Firma Sahibi ve Genel Müdür.
- **Bilye, Test İğnesi ve Ölçek:** Bir Brinell sertlik ölçüm cihazının bileşenleri, ZORN logosunun temelini oluşturur.

HASSASIYET: Hassas Mühendislik Geni

- ZORN; kendi laboratuvar, malzeme ve yol test ekipmanlarının yanı sıra, gıda işleme, medikal teknoloji ve otomotiv endüstrileri başta olmak üzere çeşitli sektörlerdeki müşterileri için düzenli olarak prototipler, küçük seriler ve özel iş parçaları üretmektedir.
- Müşteriler; deneyimli ZORN tasarımcılarının ve son teknoloji torna ile freze tezgahlarında çalışan yüksek kalifiye personelin uzmanlığından faydalanırlar. Yüzey işleme ve özel montaj çözümleri sunulan hizmetleri tamamlar.

BİLGİ: Güçlü Tutku

- **Üniversiteler, Yüksekokullar ve Bilimsel Kuruluşlarla İş Birliği:** Araştırma kurumlarıyla aktif iletişim ZORN için vazgeçilmez bir unsurdur.
- **Kullanıcı Eğitimleri ve Bilgilendirme Etkinlikleri:** ZORN - Gelişim İçin Yakıt
- **ZORN Eğitimleri ve Staj Programları:** Sadece kendi genç yeteneklerimiz ve gelecekteki kadromuz için değil, tüm sektöre açık süreçler.
- **Lisans, Yüksek Lisans ve Dönem Tezleri:** Sizin projeniz, ZORN çatısı altında!

Önceden haber verilmeksizin değişiklik yapılabilir.
Durum: 07/2026

Tek Yetkili Satıcı

EYLULLAB
TEST CİHAZLARI

Eylül Ulusl. Ltd. Sti.
Yesilyurt Mah. Evim Sok. No:9/0
Basiskele Kocaeli
TURKEY

Telefon: +90 312 / 472 8720

eMail: bilgi@eylullab.com

Web: www.eylullab.com

