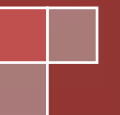


2019

FORE **TEST CİHAZLARI** **A.Ş.**

www.foreas.com

TAHRİBATSIZ TEST YÖNTEMLERİNİN
ULUSLARARASI
STANDARTLAR ÇERÇEVESİNDE
ÖNGÖRÜ ÇALIŞMASI



WINDSOR PROBE TEST YÖNTEMİ

ASTM C803 / C803M - 03(2010) Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete TS 13537 ACI 347-78 B1881 207 ANSI A

Windsor probe testi Dünyada 1972 yılından itibaren kullanılmakta olan hasarsız bir test yöntemidir. Bu yöntemde uygulama prosesi de oldukça kolaydır. Karot test yöntemine göre hem zaman açısından hem de işçilik açısından daha avantajlıdır. Bu test yönteminde Windsor probe test cihazı, cihazın çakma ucu ve kapsül kullanılır. Bu test yöntemi beton sınıfı C100 e kadar olan yüksek dayanımlı betonlarda da kullanılabilir. Aynı zamanda hafif betonların basınç dayanımlarının belirlenmesinde de kullanılabilir. Sonuçların doğruluğu açısından oldukça güvenilir bir test yöntemidir. Betona karot testi gibi bir hasar vermez.

Yığma binalarda ise Windsor Pin sistemi kullanılır. Bu sistem de aynı şekilde yığma binada eleman özelliklerini belirleyebilmektedir. Yığma binada beton, tuğla ve harcın yerinde basınç dayanımı Windsor Pin sistemi yardımıyla belirlenebilmektedir. Bu yöntem de uygulaması oldukça kolay bir yöntemdir.

Türkiye'de betonarme binalarda taşıyıcı elemanlarda (perde, kolon, kiriş, döşeme vb.) kullanılan hasarlı test yöntemi olan karot numune alma test yönteminde taşıyıcı elemana hasar verilmektedir. 102 mm çaplı karot numuneler yaygın olarak alınmaktadır. Çok sık donatılı taşıyıcı elemanlarda karot numune alma test yöntemi ciddi bir problem yaratmaktadır. Çok sık donatılı taşıyıcı elemanlarda karot çapı düşürülerek daha küçük çaplı karot numuneler alınmaktadır. Ancak bu sefer de örselenme artmaktadır. Aynı zamanda basınç dayanımı sonuçlarının doğruluğu da azalmaktadır. Küçük çaplı karotlarda sonuçların doğruluğu için karot numune sayısının artması gerekmektedir. Bu sebepten dolayı betonarme binalarda hasarsız test yöntemlerinin uygulanması hususu oldukça önemlidir.

1.) Bilindiği üzere karot alma süreci zaman gerektiren bir süreçtir. Normal şartlarda betonarme bir binaya karot almak için gidildiğinde karot alacak kişi dışında en az 2 kişinin daha karot alma sürecinde bulunması gerekmektedir. Karot testi yerine binanın tamamen hasarsız testlerle incelenmesi daha iyi olacaktır. Genellikle tahribatsız test olarak beton test çekici test yöntemi kullanılmaktadır. Beton test çekici ile yapılan testte betonun yüzey sertliğine bağlı olarak geri tepme sayıları elde edilmektedir. Bu test sonucunda betonun basınç dayanımı kesin olarak belirlenmemektedir. Yalnızca beton kalitesi hakkında fikir sahibi olunmaktadır. Windsor probe testi hasarsız bir test yöntemidir. Zamandan ve teknik personel ihtiyacından önemli derecede tasarruf sağlayan bir test yöntemidir. 1 teknik personel bu testi gerçekleştirebilir.

2.) Günümüzde karot testleri ve beton tabancası testleri yalnızca inceleme katında (genellikle bodrum katında) gerçekleştirilmektedir. Ancak inceleme katında yapılacak bu testler tüm yapıdaki beton kalitesini doğru bir şekilde temsil edemez. Ancak Windsor probe testinin uygulaması oldukça kolay ve uygulama süresi yaklaşık 5 dakika gibi kısa bir süre olduğu için yapıdaki tüm taşıyıcı elemanlarda (kolon, kiriş, döşeme, perde, vb.) uygulaması gerçekleştirilebilir. Bu sayede yapıdaki beton kalitesi net ve açık bir şekilde belirlenebilir.

3.) Bir yapıdan karot numunesi alınması sürecinde daima bodrum katlardan veya yapıdaki orta boşluktaki taşıyıcılardan karot numunesi alınmaktadır. Tüm yapıdaki beton kalitesini temsil edecek sonuçlar belirleyebilmek için üst katlardan da karot almak gereklidir. Ancak üst katlarda taşıyıcı elemanlarda karot alma işlemine genelde rastlanmamaktadır. Karot numunesi alınırken sık donatılı taşıyıcı elemanlarda genelde donatı kesilmektedir. Bu da donatıda süreksizlik oluşturmaktadır. Karot alma, karot numuneyi istenilen boy/çap oranında kesme,

suda kr etme, başlık yapma ve daha sonra basıncı dayanımına tabi tutma gibi süreçler zahmet isteyen, zaman gerektiren süreçlerdir. Başlık yapma sürecinde farklı yöntemler uygulanmaktadır. Örneğin; kükürt-grafit başlık, alçı ile başlık, beyaz imento ile başlık vb. uygulanan başlık türleridir. Kükürt-grafit başlık yönteminde başlık hazırlama süreci zahmetli bir süreçtir. Bu başlık yönteminde ciddi bir koku ortaya çıkmaktadır.

4.) Yüksek katlı binalar,,Toplu konut, hastahane resmi kurumlar,,Baraj inşaatı, köprü inşaatı gibi özel projelerde Windsor probe test yönteminin kullanılması zaman açısından önemli avantajlar sağlar.

5.) Windsor probe test cihazı betonun basıncı dayanımını en fazla %5 hata ile belirlemektedir. Windsor probe penetrasyon test metodunda; beton basıncı dayanımı, özenle idare edilen patlayıcı yüklü elik bir sondanın, betonun yüzeyinden içeri girmesi ve betona girme derinliğinin ölçülmesiyle belirlenmektedir. Sonda yüzeyden içeri ne kadar az girerse, beton o kadar iyi demektir.

6.) Windsor probe penetrasyon test metodu, hızlı ve kolay uygulanabilme özelliklerinin yanında, diğer hasarsız test metotlarına göre daha güvenilir olması bakımından, bir yapının beton basıncı dayanımını belirlerken bir test metodu olarak düşünülebilir.

7.) Windsor probe test cihazı hem düşük dayanımlı, hem normal dayanımlı, hem de yüksek dayanımlı betonlarda uygulanabilir. Aynı zamanda hafif betonlarda da uygulanabilir.

Kırkırelı Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde Dr. Öğr. Üyesi olarak görev yapmaktayım. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından üniversitemizdeki bu konuda uzman ilgili öğretim üyelerine Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliği gönderilmiştir ve bu yönetmeliğin Ek-2'sinde yer alan "Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar" taslağına yönelik görüş ve öneriler talep edilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliğinin Ek-2'sinde yer alan "Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar" taslağına yönelik görüş ve önerilerim tarafımca hazırlanmıştır ve Bakanlığa gönderilmek üzere tarafımca üniversitemize sunulmuştur. Tarafımca hazırlanan Ek-2-Taslaklar Hakkında Görüş Bildirilmesinde Kullanılacak Form aşağıda verilmiştir.

Pucinotti tarafından 2009 yılında yapılan çalışmada Windsor probe test sonuçları ile karot test sonuçları birebir karşılaştırılmıştır. Bu çalışmadaki sonuçlara bakıldığında betonda tek sınıf Mohr sertliğinde (örneğin; kırmataş agregası) agrega kullanıldığında Windsor probe test sonuçlarının karot test sonuçlarına göre daha güvenilir olduğu belirtilmiştir. Eğer betonda farklı Mohr sertliğinde agregalar kullanılırsa o zaman da Windsor probe test sonuçlarında belirsizlikler ortaya çıkabildiği de vurgulanmıştır (Pucinotti, 2009).

Windsor probe testinde basınç dayanımı değerleri agrega sertliğine bağlı olarak belirlenebilmektedir. Pucinotti ve De Lorenzo'nun 2003 yılında yaptığı çalışmada betonarme yapılarda Windsor probe testi ile beraber karot testi uygulanmıştır ve sonuçlar birebir karşılaştırılmıştır. Windsor probe test sonuçları ile karot testi sonuçları arasında bir korelasyon kurulmuştur (Pucinotti, 2009).

Dere agregası karışık agregadır. Karışık agregada olduğu için de Mohr sertliği değişebilir. Bu tip agregada tek sınıf Mohr sertliği yoktur. Sonuç olarak bu çalışmada Windsor probe testinin kırmataş agregası ile dökülen betonlarda değerlendirmede daha uygun olduğu vurgulanmıştır. Dere agregası ile dökülen betonlarda değerlendirmede Windsor probe testinin karot testi yanında alternatif test olarak değerlendirilmesi gerektiği özellikle belirtilmiştir. Ayrıca Windsor probe testinin çok eski değil yeni yapılarda beton kalitesinin değerlendirilmesinde kesinlikle kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Mürsel Erdal ve Osman Şimşek'in 2006 yılında gerçekleştirdiği çalışmada ise Windsor probe penetrasyon test metodunda beton basınç dayanımının, patlayıcı yüklü çelik bir sondanın, betonun yüzeyinden içeri girmesi ve betona girme derinliğinin ölçülmesiyle belirlendiği vurgulanmıştır. Ayrıca sondanın yüzeyden içeri ne kadar az girerse, betonun basınç dayanımının o kadar yüksek olacağı da özellikle belirtilmiştir (Mürsel Erdal ve Osman Şimşek, 2006). Windsor Probe Test System Inc. tarafından, Windsor probe penetrasyon testinin karot testi kadar iyi sonuçlar verdiği ve betonun basınç dayanımının belirlenmesinde alternatif bir metot olarak tercih edilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Mürsel Erdal ve Osman Şimşek, 2006). **Swamy ve Al-Hamed, Windsor probe test metodu ile karot dayanım testlerinin sonuçlarını, standart olarak hazırlanan küp numunelerinin sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre; karot numunelerin basınç dayanımları ile Windsor probe penetrasyon test metodu ile bulunan dayanımlar, 28 gün sonunda kırılan standart küp numunelere yakın sonuçlar vermiştir (Mürsel Erdal ve Osman Şimşek, 2006).** Gaynor, Windsor Probe test sisteminin, geleneksel karot testinde ihtiyaç duyulan hassasiyeti sağladığını ve Schmidt çekicinin kullanılabileceği her yerde rahatlıkla kullanılabileceğini açıklamıştır. Gaynor, ayrıca Windsor Probe test sisteminin ve Schmidt çekicinin özel betonların basınç dayanımlarının tahmininde yeterli hassasiyeti

sağlamadığını belirtmiş her iki yöntemin de, yüksek yada düşük dayanımdaki betonların, yapıdaki yerini belirlemede kullanılmaması gerektiğini söylemiştir (Mürsel Erdal ve Osman Şimşek, 2006). Erdal vd., Windsor probe penetrasyon test metodunun hızlı ve kolay uygulanabilme özelliklerinin yanında, diğer tahribatsız test metotlarına göre daha güvenilir olması bakımından, bir yapının beton basınç dayanımını belirlerken alternatif bir test metodu olarak kullanılabileceğini, ancak bu metodun da, diğer tahribatsız test metotları gibi, yapıdan alınan karot numuneler ile kalibre edilmesi gerektiğini söylemişlerdir (Mürsel Erdal ve Osman Şimşek, 2006). Kopf'a göre; karot testi, basınç dayanımını direkt olarak ölçtüğünden yerinde dayanımı ölçmek için en güvenilir yöntem olarak görünmektedir, malzeme kompozisyonu ve deney şartlarının belirli sınırları içerisinde, Windsor probe testinden elde edilen veriler ile dayanım arasında yeterli hassasiyette bağıntılar elde etmek mümkündür ve Windsor probe testi, karot testinin yerine tatmin edici bir şekilde kullanılabilir (Mürsel Erdal ve Osman Şimşek, 2006). Malhotra ve Painter, hem Windsor probe testinin, hem de Schmidt çekici testinin, betonun kalitesini göreceli olarak tahmin etmenin bir yolu olduğunu söylemişlerdir. Geri tepme sayıları ile sondanın betona girme derinliği arasındaki bağıntılar yazarlar tarafından açıklanmıştır. Sondanın betona 50 mm'ye kadar girmesi nedeniyle Windsor probe testi sonuçlarının, sadece bir yüzey sertlik deneyi olan Schmidt çekici deney sonuçlarından daha anlamlı olduğunu belirtmişlerdir (Mürsel Erdal ve Osman Şimşek, 2006). Caretta ve Malhotra, laboratuvarında 1. günden 3. güne kadar Windsor probe penetrasyon testlerinin sonuçlarının değişkenliğini kullanarak, kalıp alma zamanını belirlemek amacıyla betonun erken dayanımının tahminini incelemişlerdir. Penetrasyon testleri, 300 x 1220 x 1220 mm'lik beton döşemelerde 1., 2. ve 3. günlerde gerçekleştirilmiş ve bununla birlikte basınç deneyleri için döşemeden silindir karotlar alınmıştır. Test verilerinin analizlerinden, çekiş deneyinden farklı olarak Windsor probe penetrasyon testinin betonun erken dönem dayanımını kabul edilebilir bir hassasiyette tahmin edilebildiğini ve böylelikle betonarme inşaatlarda

kalıp alma zamanlarının güvenle belirlenmesinde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır (Mürsel Erdal ve Osman Şimşek, 2006). Bungey, otoyol ve köprü döşemesinde Windsor probe test yöntemini başarıyla gerçekleştirmiştir. Yol normal kullanımdayken, sondalama işlemi döşemenin altından küçük, hareketli, hidrolik bir platform yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bungey, 18 sonda setini (54 sonda) 6 saatte yerleştirmiş ve bu çalışmayla ilgili sonuçları yayınlamıştır. (GAZİ ÜNİVERSİTESİ Mürsel Erdal ve Osman Şimşek, 2006).

2002 yılında Viyana'da Uluslararası Atom Ajansının yayınladığı "Beton yapılarda uygulanan hasarsız testler rehberi" 'nde Windsor probe testinin standardı olmasına rağmen standardın sonuçlara bağlı olarak bir korelasyon geliştirmek için bir prosedür sunmadığı belirtilmiştir. Bu rehberde korelasyon oluşturmak için aşağıdaki prosedürün uygulanması gerektiği vurgulanmıştır (Guidebook on non-destructive testing of concrete structures, 2002);

- 150 mm x 300 mm silindir veya 150 mm ebatlı küp numune (örneğin: 18 adet) üretilmelidir. Aynı zamanda yerinde 600 mm x 600 mm x 200 mm beton döşeme üretilmelidir. Yerinde aynı çimento ve aynı tip agrega kullanılmalıdır. Numuneler standart nemli kür ortamında kür edilmelidir. Beton döşemelerde sahada aynı kür süresinde kür edilmelidir. Test zamanı gelen üç numune test edilmelidir. Daha sonra Windsor probe testi ile üç probe testi beton döşemede gerçekleştirilir. Üç testin ortalaması esastır. Daha sonra korelasyon eğrileri çizilir (Guidebook on non-destructive testing of concrete structures, 2002).

- Windsor probe testi yapılarda kalıbın ne zaman söküleceğini belirlemek için betonun erken yaşlardaki dayanımını tahmin etmek için kullanılır. Testin kolaylığı en dikkat çekici avantajıdır (Guidebook on non-destructive testing of concrete structures, 2002).

- Bir yapıda dökülen betondan genellikle küp veya silindir numuneleri alınmaktadır. Eğer standart numune sonuçları belirli olan beton sınıfından daha düşükse karot numune alımına gidilmektedir. Karot süreci zahmetli bir süreçtir. Windsor probe testi karot testine nazaran uygulaması daha kolaydır. ASTM C 42 standardına göre karot numuneler en az 40 saat suda bekletilmelidir (Guidebook on non-destructive testing of concrete structures, 2002).

İTÜ.Kürşat Esat Alyamaç ve arkadaşlarının 2017 yılında gerçekleştirdiği çalışmada Windsor probe test sonuçlarının beton yüzey koşullarından daha az etkilendiği, windsor probe testi sonuçlarının beton tabancası testi sonuçlarına göre daha anlamlı olduğu özellikle vurgulanmıştır. Windsor probe testinde probun beton içine 5 cm kadar girdiği ancak beton tabancası testinde yalnızca yüzeyin sertliğine bağlı olarak bir geri tepme sayısı elde edildiği belirtilmiştir. Windsor probe testinin agrega sertliğine bağlı olarak basınç dayanımı ile bir korelasyon kurduğu da bu çalışmanın sonuçları arasında yer almıştır (Kürşat Esat Alyamaç ve ark., 2017). Hamit Erdal ve arkadaşları 2018 yılında bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada tercih edilen beton sınıfı C20/25 olmuştur. Taze betonun çökmesi 20 cm olarak alınmıştır. Testlerin gerçekleştirilebilmesi için beton döşemeler hazırlanmıştır. Beton döşemelerde betonun kalınlığı 15 cm olmuştur. Beton döşeme kalıplarının tabanına polietilen membran yerleştirilmiştir. Beton yerleştirildikten sonra vibratör uygulanmıştır. 28 gün sonra beton döşemelerden ASTM C42 standardına göre çapı 75 mm olan 100 adet karot alınmıştır. Karotlarda boy/çap oranı 2 olarak seçilmiştir. Karot alma işlemine başlamadan önce Windsor probe testi ile beton tabancası testi beton döşemelerde uygulanmıştır. Ayrıca sesüstü atım hızı testleri karot numunelerde uygulanmıştır. Bu çalışmada farklı test yöntemleriyle elde edilen sonuçların istatistiği Tablo 1'de sunulmuştur (Hamit Erdal ve ark., 2018)

Tablo 1. Farklı metodlarla belirlenen betonun basınç dayanımı yöntemleri
(Hamit Erdal ve ark., 2018)

Metod	Örnek sayısı	Ortalama (N/mm ²)	Standart sapma	Minimum	Maksimum
Windsor probe penetrasyon testi	20	32.56	5.1656	23.73	38.93
Schmidt hammer testi	20	35.65	3.0515	29.90	43.10
Sesüstü atım hızı testi	20	32.94	1.6757	30.31	35.80

Tablo 1’den görüldüğü üzere üç farklı test yönteminin kullanılmasıyla elde edilen sonuçlara bakıldığında ortalama basınç dayanımları arasında ciddi bir farklılık olmadığı gözlenmiştir (Hamit Erdal ve ark., 2018).

Mohammad Bin İsmail’in Malezyada hazırladığı “Planning and Interpretation of In-situ Testing, Malaysia” başlıklı power point sunumunda bir yapıdaki betonun yerinde değerlendirilmesinde uygulanan testler ve önerilen test sayıları, test yöntemlerindeki değişkenlik katsayıları sunulmuştur. Burda da Windsor probe test cihazının çok rahat ve güvenilir olarak kullanılabilirliği testler ile belirtilmiştir... (Mohammad Bin İsmail, Planning and Interpretation of In-situ Testing, Malaysia).

Tablo 2. Uygulanan testler ve önerilen test sayıları (Mohammad Bin İsmail, Planning and Interpretation of In-situ Testing, Malaysia)

Test yöntemlerindeki değişkenlik katsayıları (Mohammad Bin İsmail, Planning and Interpretation of In-situ Testing, Malaysia)

Test metodu	İyi kalitede bir yapıdaki bir taşıyıcı eleman için değişkenlik katsayısı	Dayanım tahminleri üzerinde % 95 güven limitleri
Standart karotlar	% 10	±% 10 (3 numune)
Küçük karotlar	% 15	±% 15 (9 numune)
Çekip çıkarma (Pull-out)	% 8	% 20 (4 test)
Çekip koparma (Pull-off)	% 8	% 15 (6 test)
Windsor Probe	% 4	% 20 (3 test)
UPV (Ultrasonik dalga hızı)	% 2.5	% 20 (12 test)
Beton tabancası	% 4	% 25 (12 test)

Tablo 2 ve 3 özetlenecek olursa Windsor probe testinde bir konumdaki önerilen okuma test sayısının 3 olmak üzere uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca Windsor probe testinde Tablo 3’de görüldüğü üzere iyi kalitede bir yapıdaki bir taşıyıcı eleman için değişkenlik katsayısının diğer testlerdeki değişkenlik katsayılarına oranla genelde düşük olduğu vurgulanabilir. Bu husus da Windsor probe testinin yerinde beton değerlendirilmesinde kullanımının bir avantajını ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Guidebook on non-destructive testing of concrete structures, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 2002, TRAINING COURSE SERIES No. 17.

Hamit Erdal, Mürsel Erdal, Osman Şimşek, Halil İbrahim Erdal, Prediction of concrete compressive strength using non-destructive test results, Computers and Concrete, Vol. 21, No. 4, 2018, 407-417.

Kürşat Esat Alyamaç, Yavuzhan Taş, Zülfü Çınar Ulucan, Merve Açıkgenç Ulaş, Estimation of concrete strength combining rebound hammer and Windsor probe test methods, SMAR 2017, Fourth Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures.

Mohammad Bin İsmail, Planning and Interpretation of In-situ Testing, Malaysia (Bu bir power point sunum dosyasıdır.)

Mürsel Erdal ve Osman Şimşek, Bazı Tahribatsız Deney Metotlarının Vakum Uygulanmış Betonların Basınç Dayanımlarının Belirlenmesindeki Performanslarının İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 21, No. 1, 65-73, 2006.

Pucinotti, R., In situ concrete strength assessment: Influence of the aggregate hardness on the Windsor probe test results, Journal of Building Appraisal, Vol. 5, 1, 75-85, 2009.

ULTRASONİK TEST SİSTEMİ

Beton ultrasonik test sistemi aşağıda ki uluslararası standartlara göre tüm dünyada arge ve yapı kontrollerinde kullanılan 50 yıldır kullanılan tahribatsız bir test yöntemidir..

ASTM C-597 - "Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete"
// BS EN 12504 - 4:2004 (Formerly BS 1881-203) "Determination of Ultrasonic Pulse Velocity" // ASTM D2845 - 08 "Standard Test Method for Laboratory Determination of Pulse Velocities and Ultrasonic Elastic Constants of Rock" // ASTM E494 - 10 "Standard Practice for Measuring Ultrasonic Velocity in Materials" //ACI 228.2 R "Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures // ISO1920-7 : 2004 "Testing of Concrete - . Part 7:Non-Destructive Tests on Hardened Concrete" // IS13311 Part 1: "Non - Destructive Testing of Concrete Methods of Test Part 1 - Ultrasonic Pulse Velocity" TS 12504

Tüm yapıların tahribatsız testine izin vererek beton dayanıklılığını ölçer ve standart dayanıklılık ölçümüne ilişkilendirir. Betondaki, bal peteklerini, boşlukları, donmuş betonlardaki hasarları, çatlakları ve diğer homojen olmayan durumları teşhis eder. Ultrasonik test, yeni ve eski yapılara, plakalara, kolonlara, duvarlara, yangından hasar görmüş alanlara, hidroelektrik yapılara, borulara, prefabrik yapılara ve öngerilmeli çubuklara, silindirlere ve diğer beton şekillerine uygulanabilir. Geniş bir dönüştürücü aralığı mevcuttur. Özellikle betonarme yapılardaki testlerde karot kullanılırken kirişler vede döşemeden numune alınamazken ultrasonik , windsor probe benzeri cihazlar ile betonarme yapının heryeri kontrol edilebilmektedir.

2015 Yılında J. Helal ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen “Non-Destructive Testing of Concrete: A Review of Methods, Special Issue: Electronic

Journal of Structural Engineering 14 (1) 2015, J. Helal, M. Sofi, P. Mendis. University of Melbourne, Australia Email: massoud@unimelb.edu.au” çalışmasında ultrasonik darbe hızı yönteminin betonun üniformitesini ve durabilitesini belirlemede mükemmel bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

Tarun R., V. Mohan Malhotra ve John S. Popovics’in 2004 yılında yayınladığı “The Ultrasonic Pulse Velocity Method” bölümünde bu test yönteminin betonun yerinde dayanımının belirlenmesinde etkin bir test yöntemi olduğu belirtilmiştir. Ayrıca prekast betonlarda da dayanım belirlenmesinde de kullanılabileceği vurgulanmıştır. Aynı zamanda test yönteminin kolaylığı vurgulanmıştır

V. M. Malhotra ve N. J. Carino’nun 2004 yılında yayınladığı “Handbook on Nondestructive Testing of Concrete-Second Edition” kitabında bu test yöntemi detaylı bir şekilde anlatılmıştır.. Bu kitapta bu test yöntemini etkileyen parametreler hakkında bilgiler verilmiştir. Aşağıda bu bilgiler ile ilgili önemli notlar tarafımda özetlenmektedir;

- Örneğin kitapta sıcaklık etkisinden bahsedilmiştir. 5 ila 30 °C arasındaki sıcaklık değişimlerinin sonuçlar üzerinde önemsiz etkisinin olduğu vurgulanmıştır. Bu sınır değerlerin üzerinde sıcaklık değişimlerinde de düzeltme tablosunun olduğu (Kitapta Tablo 8.1) belirtilmiştir ve bu düzeltme tablosundaki değerlerin kullanılabileceği belirtilmiştir.

- Örneğin yukarıda nem durumunda sonuçların gerçekçiliğinden uzaklaştığı ibaresi yer almaktadır. Kitapta nem durumunun yüksek dayanımlı betonda çok küçük etkisinin olduğu belirtilmiştir.

BOND ÇEKME KOPARMA TEST SİSTEMİ

Bond test cihazı aşağıdaki uluslararası standartları içeren tüm dünyada kullanılan tahribatsız test sistemlerinden biridir..

ISO 4624 Paints and varnishes -- Pull-off test for adhesion // EN 1015-12 Methods of test for mortar for masonry. Determination of adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrate // EN 1348 Determination of Tensile Adhesion Strength for Cementitious Adhesives // BS 1881 Part 207 Testing concrete. Recommendations for the assessment of concrete strength by near-to-surface tests // ASTM C 1583 Standard Test Method for Tensile Strength of Concrete Surfaces and the Bond Strength or Tensile Strength of Concrete Repair and Overlay Materials by Direct Tension (Pull-off Method) // ASTM D 4541 Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers // ACI 503-30 Guide for the Application of Epoxy and Latex Adhesives for Bonding Freshly Mixed and Hardened Concretes // DIN 1048 Part 2 Testing concrete; testing of hardened concrete (specimens taken in situ)

Bu test yöntemi ile ilgili olartak yaklaşık 40 yıl civarında uluslararası akademik çevrelerde bu sistemlerin sahada çok başarılı olduğuna yönelik çalışmalra bulunmaktadır.

Bai, Y. et al., (2009) "State of the art applications of the pull-off test in çivil engineering" from INTERNATIONAL JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING 1 (1) pp. 93-103." makalesinde bu test yönteminin betonun yerinde kalitesini belirlemede etkin bir test yöntem olduğu ve sertleşmiş betonun uzun süreli izlenmesinde oldukça faydalı bir yöntem olduğu belirtilmiştir. BS 1881-201 İngiliz standardında da bu test yönteminin betonun kalite kontrolünde ve uzun

sürelî izlenmesinde oldukça faydalı olduğu belirtilmiş olup Avrupada çok yaygın şekilde kullanılmaktadır.. Yukarıda kırılma yüzeyindeki değişimin test sonuçlarını doğrudan etkileyeceği belirtilmiştir. Ancak makalede bu test yönteminde kırılma miktarının çok az olduğu özellikle belirtilmiştir.

Ayrıca bu makalede bu test yönteminin sonuçlarının Windsor probe test yöntemi ile senkronize edildiği takdirde sonuçlarından çok daha daha güvenilir olduğu belirtilmiştir. Bu test yöntemi uygulaması oldukça kolay bir test yöntemidir. Bu test yönteminde tahmin edilen basınç dayanımının ölçülen basınç dayanımına oranı yaklaşık 0,85-1,25 arasında olmuştur. Windsor probe testinde bu oran 0,75-1,44 arasında olmuştur. Ayrıca bu test yönteminde değişkenlik katsayısı (C_v) 7,970 iken Windsor probe testinde bu oran 12,070 olmuştur.

Bu test yöntemi birçok ülkede kullanılmakta olan ve kabul edilmiş standart bir test yöntemidir

KOROZYON TEST SİSTEMİ

(REINFORCED CONCRETE LIFE ANALİZ)

Korozyon testi vede kontroluü tüm dünyada betonarme yapılardaki kontrol ve testlerde çok önemli bir yere sahip olmasına rağmen üç tarafı denizle çevrili vede yapılaşmanın çok yğgun olduğu bu bölgelerde bu test maalesef göz ardı edilmektedir..Betonarmede ki çeliğin içerindeki korozyon elektrokımyasal test ler ile çok rahat tespit edilebilmektedir..Bu ölçümlerin anlamlı sonuç çıkarılması , yöntemlerin altında yatan prensiplerin ve kısıtlamaların yeterince iyi bilinmesi ile olur.. Korozyon tespitleri yarı hücre potansiyel i yöntemi ve ogrusal polarizasyon direnci yöntemi ile olur .. Bu iki yöntemi aynı anda kullanarak test yapabilen çok profosyonel sistemler suan bulunabilmektedir...

Örnek olarak bu iki sistemi beraberce kullanabilen korozyon life analiz test cihazı (ABD Karayolları Araştırma Programı(SHRP)de kabul görmektedir..

Yurtdışında kullanımı oldukça yaygın bir cihazdır. Örneğin Ekim 2014'de yayınlanan "CATHODIC PROTECTION EVALUATION-Appendices to Final Report-ODOT CONTRACT PSK28885-John S. Tinnea Ryan J. Tinnea Tinnea & Associates, LLC 2018 E. Union Street Seattle, WA 98122-2836" sonuç raporunda görüldüğü üzere bu cihaz ile oldukça fazla sayıda köprü ayaklarında ve kemerlerde oldukça başarılı testler gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca Tang Luping tarafından gerçekleştirilen "Calibration of the Electrochemical Methods for the Corrosion Rate Measurement of Steel in Concrete-NORDTEST Project No. 1531-01, SP Swedish National Testing and

Research Institute Building Technology SP REPORT 2002:25” projesinde bu cihaz kullanılmıştır ve cihaz ile elde edilen sonuçların gerçek korozyon oranına yakın sonuçlar olduğu açıkça belirtilmiştir. Bu projede laboratuvarıda beton döşemeler dökülmüştür. Beton döşemelerin içerisine donatı yerleştirilmiştir. Korozyon oranı 1 yıl boyunca bu cihaz ile izlenmiştir..

BETON KALINLIK (ECHO -VU-CON)

TEST SİSTEMİ

Betonun kalınlığını ve kalitesini ölçmek için Etki Eko Sistemi - TS 13539
ASTM C-1383

Vu-Con® System Impact Echo System For Field Evaluation of Concrete
Structures

Beton kalınlık test yöntemi özellikle mevcut tüm betonarme yapılardaki döşeme kalınlığını tahribatsız bir şekilde ölçen çok kullanışlı bir test yöntemidir.. Tahribatsız bir yöntem olduğu için açık ve kapalı herde çok farklı noktadan farklı farklı test yapma olanağı vermektedir. Karotla yapılacak tahribat vede çok kısıtlı numune alımı problemi bu test sistemi ile çok kolay şekilde çözülebilmektedir

Tahribatsız test yöntemleri birçok ülkede birincil derecede kullanılmakta olan ve kabul edilmiş uluslararası standartlara sahip ve uzun yıllardır bilimsel çalışmalar ile makalelerde kabul görmüş ,, sahada çok yaygın bir şekilde kullanılan test yöntemleridir..

2010 yılında tamamladığım “Betonarme yapı sistemlerinden alınan mikrokrot numunelerin mekanik, fiziksel ve mikroyapı özelliklerinin belirlenmesi” başlıklı doktora tezimde oldukça fazla sayıda krot numune tarafımda test edilmiştir. Yaklaşık olarak doktora tezim 6 yıl sürmüştür. Krot üzerinde bu kapsamlı çalışmış birisi olarak artık hasarsız test yöntemlerinin yaygın olarak kullanılması gerektiğini düşünmekteyim.

Krot çapı azaldıkça sonuçların doğruluğu için alınması gerekli krot örneği sayısının arttığı ve aynı zamanda krot çapı azaldıkça örselenmenin de arttığı doktora tezimin sonucunda elde ettiğim önemli hususlardır.

Windsor probe Başta olmak üzere tahribatsız test cihazları (NDT) testlerinin karot testinin yanında iyi bir alternatif test olduğunu düşünmekteyim. beton kalitesinin belirlenmesinde, özellikle önemli ve büyük projelerde (toplu konut, yüksek yapılar, resmi yapılar nükleer santral, baraj, hidroelektrik santral, tünel, demiryolu projeleri vb.) kesinlikle Windsor probe testi uygulanmalıdır. Windsor probe testi betonun kalıplardan ne zaman çıkarılması gerektiği hususunda da önemli bir fikir vermektedir.

Saygılarımızla,