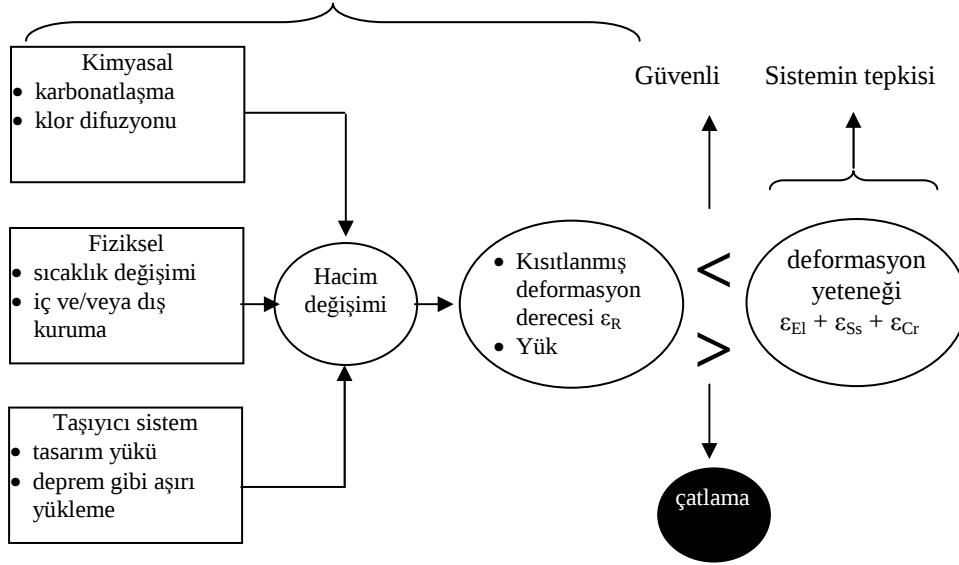


- Onarım malzemesi ile alt beton arasında ısı genleşme farklılıklarının bulunması,
- İki malzeme arasında elastik şekil değiştirmelerin uyumsuzluğu.

Önceki beton ile tamir malzemesinin deformasyon uyumu ve uygulama tekniği büyük önem taşır. Özellikle birlikte çalışma sırasında farklı şekil değiştirmeler kompozit sistemde gerilmelerin artmasına yol açabilir. Şekil değiştirme kısıtlamaları nedeniyle oluşan gerilmeler kompozit sistem tarafından absorbe edilemediği zaman tamir sistemini göçmesi söz konusu olur. İç ve dış yüklemeler nedeniyle oluşan şekil değiştirmeler tamir malzemesinin deformasyon yeteneğinden (elastik (ϵ_{El}), şekil değiştirme yumuşaması (ϵ_{Ss}) ve zamana bağlı şekil değiştirmesi (ϵ_{Cr})) küçük ise çatlama olmaz, büyük ise çatlama oluşur. Onarım sistemine etkiyen iç ve dış yükler ile göçme kriteri Şekil 8.9'da verilmektedir [13].

İç ve dış etkiler

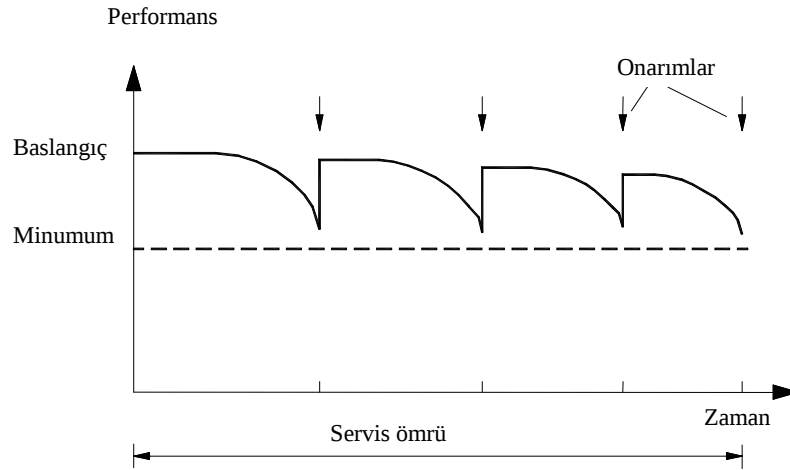


Şekil 8.9 Onarım sistemini etkileyen başlıca yükler ve göçme kriteri (ϵ_{El} = elastik şekil değiştirme, ϵ_{Ss} = şekil değiştirme yumuşaması, ϵ_{Cr} = zamana bağlı şekil değiştirme (sünme ve rötre) [13])

8.4 ZEMİN BETONLARININ BAKIMI VE TAMİRİ

Zemin betonlarının genel bakımı bunların uzun süreli performanslarını sağlamak için önemlidir. Zaman zaman bazı onarımlar da gerekli olabilir. Bakım ve onarımlar zamanında yapılırsa zemin betonu taşıması gerekli yükleri taşıyabilir, üzerine depolanan malzemeleri korur ve üzerindeki trafiğe etki etmeden görevini sürdürür. Şekil 8.10'de görüldüğü gibi, zemin betonundaki onarımlar uzun süreli performansı artırır.

İyi tasarlanmış, iyi işçilik ve malzemeyle projesine uygun inşa edilmiş bir zemin betonu için bakım sadece küçük tamiratlar ve temizlikten ibarettir.



Şekil 8.10 Belirlenen minimum bir servis ömrü için performans – zaman ilişkisi

Tamir; plak kenarlarında veya derzlerdeki kırılma ve dökülmelerin onarılması, rastgele oluşan çatlakların doldurulması, kimyasal etkilerden veya ağır malzeme darbelerinden hasar gören alanların onarılmasıdır. Zemin betonunun düzenli olarak yıkanması, yüzeyindeki aşındırıcı malzemeleri uzaklaştıracağı için yüzeyin aşınmasını azaltır.

Zemin betonu standartlara uygun tasarlanıp inşaa edilmiş olabilir, ancak beklenenden farklı yüklemelere ve trafiğe maruz kalabilir. Zemin betonları tamir edilirken aşağıdaki hususlar gözönünde bulundurulmalıdır [1];

- zemin betonunun gelecekte maruz kalacağı yükleme ve trafik koşulları,
- tamir sonrası beton yüzeyinin kotu,
- bakım ve onarım bütçesi,
- onarım süresi,
- onarım alanlarının yakınlarındaki iş ve depolama alanlarının korunması.

Başarılı bir zemin betonu onarımı için; hasarın derecesi ve hasar nedenleri belirlenmeli, eski betonun yüzeyi özenli şekilde hazırlanmalı, tamir malzemeleri yerleştirilmeli, kürüne özen gösterilmeli ve uygun derzler sağlanmalıdır.

8.4.1 Zemin Döşemesindeki Hasarların Belirlenmesi

Hasar nedenlerinin belirlenmesi için zemin betonundaki hasarların durumları tespit edilmelidir. Bunun yapılması durumunda uygun bir onarım yöntemine karar verilebilir.

Zemin betonunda yapılacak onarım işlerinin tasarım ve uygulanması için aşağıdaki etkenler dikkate alınmalıdır; i) plak kalınlığı, ii) plak üzerindeki yükler, iii) gelişmiş çatlaklar (çatlak genişlikleri), iv) çatlaklarda dökülmeler, v) donatı durumu, vi) çatlakların rastgele yayılması, vii) derzlerde dökülmeler (dökülmelerin derinlik ve genişliği, derzlerdeki yük aktarımı), viii) aktif derzler, ix) derz dolguları, x) derz ve köşelerde kırılma, xi) yüzeyde oluşan hasarlar, xii) yüzey düzgünlüğü ve yataylık [1, 2].

8.4.2 Değerlendirme Yöntemleri

Zemin döşemesinin durumunu değerlendirebilmek için çeşitli deneyler yapmak gereklidir. Yapılacak deneyler her döşeme için aynı olmayabilir. Doğru bir değerlendirme için uygulanabileceklerin sırası aşağıdaki gibi olabilir:

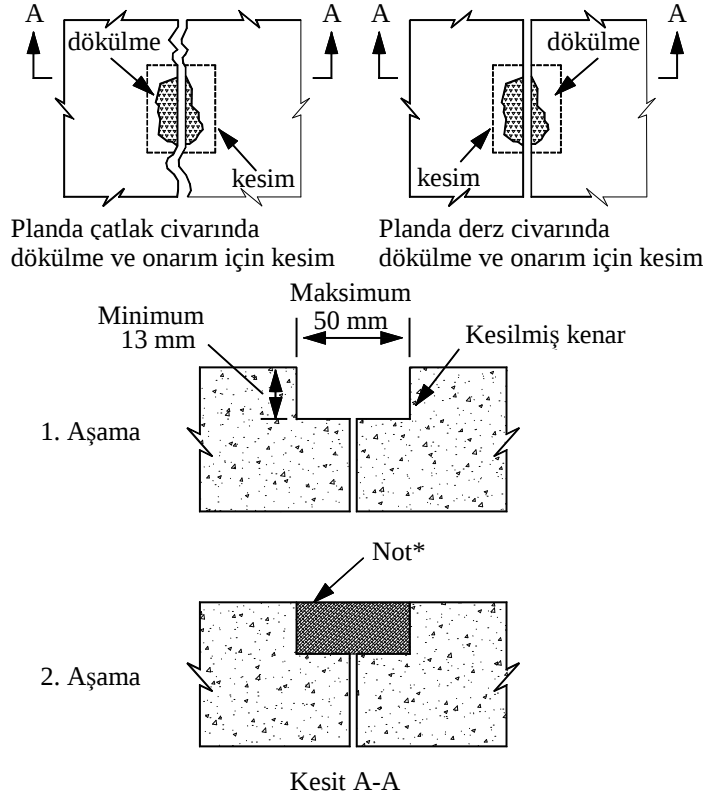
- gözle muayene,
- yüzey düzgünlüğü ve yataylığını ve derzlerdeki kıvrılma deformasyonlarını belirlemek için yüzey kotlarının ölçülmesi (ASTM E 1155),
- yüzeydeki kabarmaları belirlemek için ses geçiş hızı deneyi (ASTM D 4580),
- beton dayanımının belirlenmesi için karot basınç deneyleri,
- çatlak ve derzlerde karot ile muayene (ASTM C 42)
- beton kalitesinin, reaktif agregalarının, yüzeyde oluşabilecek bozulmaların derinliğinin belirlenmesi için petrografik inceleme (ASTM C 856),
- döşeme plağındaki boşlukların belirlenmesi,
- klasik donatılı zemin betonu halinde paşometre kullanarak plak içindeki donatıların yerlerinin belirlenmesi,
- plak kalınlığının belirlenmesi (ASTM C 174),
- plaka taşıma deneyleriyle alt zemin reaksiyon modülünün bulunması,
- ultrases geçiş hızlarıyla boşluk ve çatlak yerlerinin belirlenmesi,
- alt zemin sıkıştırma oranını bulmak için koni penetrasyon deneyinin yapılması.

8.4.3 Çatlak ve Derzlerin Tamiri

Çatlak kontrolü için beton döşemelerde derzler yapılmasına karşın bazı döşemelerde gelişigüzel çatlamlar oluşabilir. Gelişigüzel çatlamların nedeni aşağıdakilerden birisi veya birkaçının bileşkisi sonucu olabilir [1];

- derzler arasındaki mesafenin çok büyük olması,
- derz kesiminin çok geç yapılması (rötre ve benzeri etkilerle oluşan çekme gerilmelerinin betonun çekme dayanımını aştıktan sonra kesimin yapılması),
- izolasyon derzlerinin uygun yapılmaması,
- plak donatılarının derzlerde devam ettirilmesi,
- yetersiz plak derinliği,
- yük aktarma çubuğu yerleşiminin yetersiz olması sonucu plak kenar hareketinin sınırlanması,
- plağa etkileyen yüklerin plak taşıma kapasitesini aşması. Bu durumun nedenleri ise yetersiz zemin taşıma kapasitesi, zemin sıkışması veya oturma; yetersiz tasarım, yetersiz beton eğilme dayanımı veya yapım sırasındaki aşırı yüklemeye olabilir.

Derz ve çatlakların tamir edilebilmeleri için önceden hazırlanmaları gereklidir. Hafif trafik etkisinde kalan ince çatlaklar servis durumunu etkilemiyorsa onarımı gerekmez ancak bunların durumu sıklıkla kontrol edilmelidir. Beton rötre yaptıkça çatlaklar açılabilir. Çatlaklar açılırsa veya çatlak kenarlarında kırılma ve dökülmeler başlarsa çatlaklar doldurulmalıdır (Şekil 8.11).



Şekil 8.11 Derz ve çatlakların onarımı

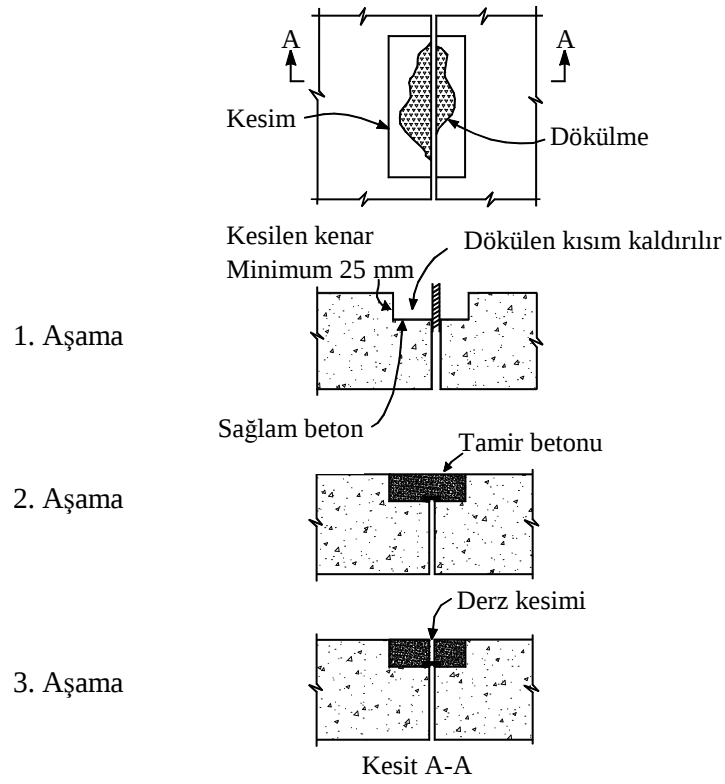
Not*: Sert veya çelik tekerlek etkisinde kalan geniş veya açılmış çatlaklarda kırılma ve dökülmeler görülebilir [1].

Onarım, yarı rijit bir dolgu malzemesi kullanılarak yapılmalıdır. Kırılma ve dökülmeler fark edildiğinde hemen onarılmazsa, trafik etkisiyle genişleyip derinleşir ve basitçe yapılabilecek bir doldurma işlemi daha zor ve pahalı bir onarım yöntemi gerektirebilir (Şekil 8.12).

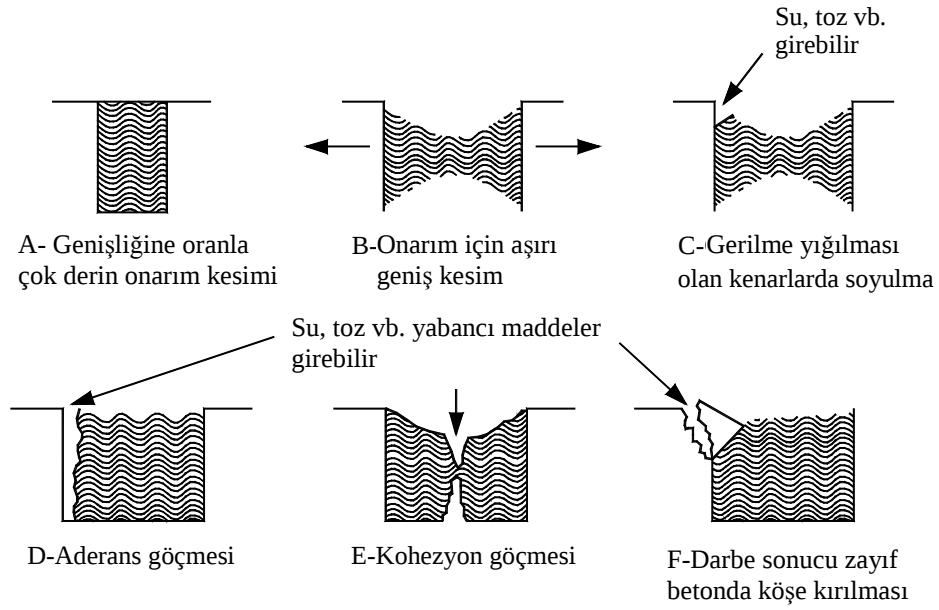
Zemine oturan döşemelerde, sıcaklık veya rutubet hareketlerine bağlı olarak kılma veya genleşme oluşur. Çatlaklar onarıldıktan sonra da plaktaki hareketlerin dikkate alınması gereklidir, aksi halde plaktaki hareketler tekrar başlayınca yapılmış onarımlar işlevini kaybeder [1, 2].

Yarı rijit derz dolgularının genleşme yetenekleri oldukça azdır ve plakta çeşitli hareketler oluştuğunda yapıştıkları yüzeylerden ayrılabilirler (Şekil 8.13). Dolgu malzemesi kırılma ve dökülmeleri önlemede yetersiz kalırsa onarım gereklidir. Derz hareketleri sonucu elastomerik derz dolguları da işlevlerini kaybedebilir. (Şekil 8.13c ve 8.13d)

Çatlak beton plakta kendiliğinden oluşmuş bir derz gibi düşünülebilir. Derz ve çatlaklar birbirlerine benzediği için bunların onarımı da benzer şekilde yapılır.



Şekil 8.12 Kısmi derinlik onarımı: Çatlayan ve dökülen kısımların kesilerek alınması, tamiri, derz kesimi [1]



Şekil 8.13 Onarılmış bir derz veya çatlakta oluşabilecek hasarlar

8.4.4 Aktif Olmayan Çatlak ve Derzlerin Onarımı

Hareketin olmadığı çatlak ve derzler için onarım, kırılmış dökülmüş betonun temizlenmesi ve iki kısmın tekrar yapışması şeklinde yapılır. Sağlam olmayan beton, toz ve moloz kaldırıldıktan sonra çatlak derzin iki yüzüne epoksi yapıştırıcı uygulanmasının ardından epoksi esaslı bir tamir harcıyla temizlenmiş olan boşluklar doldurulur.

8.4.5 Aktif Çatlak ve Derzlerin Onarımı

Plak hareketlerine bağlı olarak derz veya çatlakta deformasyonlar olursa onarım yarı rijit bir epoksi ile yapılmalıdır. Böylece düşey kenarlara yeterli destek sağlanırken kılma veya genleşme hareketlerine de izin verilmiş olur. Yarı rijit epoksi uygulanacak bölgenin derinliği 13 ila 25 mm arasında ve genişliği ise mümkün olduğunca az olmalıdır [1, 15].

8.4.6 Kısmi Onarım ve Tüm Derinlik Boyunca Onarım

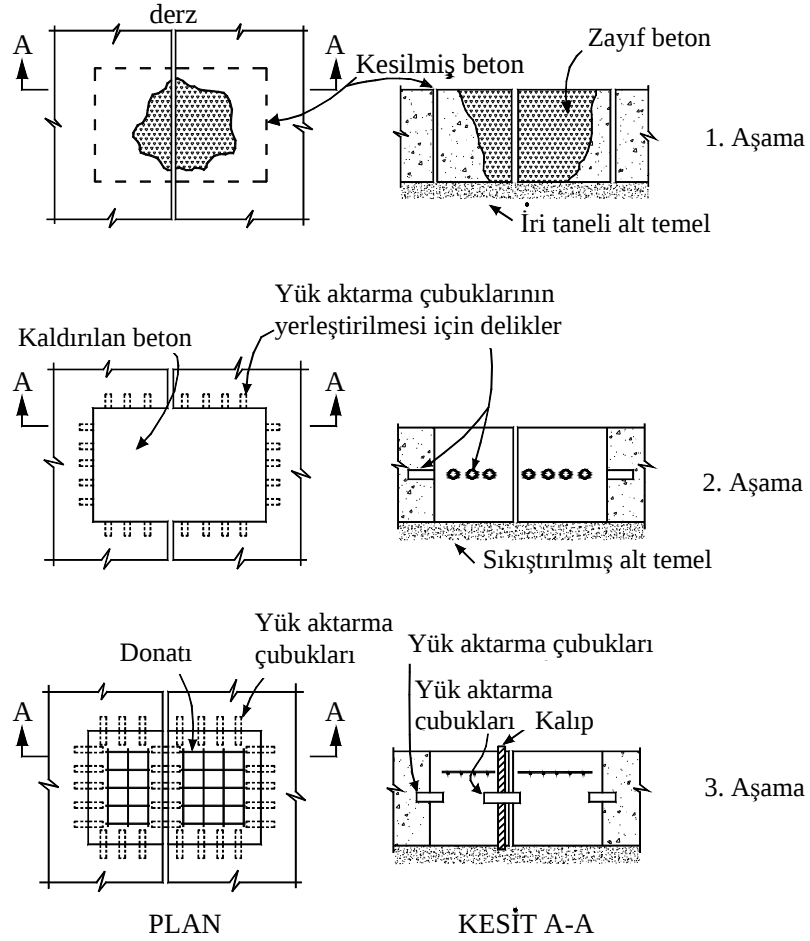
Derin ve geniş çatlaklar için yapılacak onarım da derin ve geniş olmalıdır. Yapılacak tüm onarımlarda, onarım sağlam betona kadar devam etmelidir. Eğer sağlam beton plak kalınlığının yarısından daha derinde ise, onarım plağın tüm kesit derinliğince yapılmalıdır.

Kısmi onarımlarda, onarılacak bölge işaretlenir ve beton 50 mm derinliğe kadar kesilir ve kesilen bölgedeki beton kaldırılır. Sağlam betona ulaşıldıktan sonra, tamir edilecek olan bölge pürüzlendirilir. Yüzey temizlendikten sonra yüzeye aderans sağlayıcı tercihen epoksi esaslı bir malzeme uygulanır ve tabaka kurumadan önce tamir betonu yerleştirilir. Derzde hareketler oluşacaksa derz tamir betonunda da devam ettirilmelidir. Derz üzerine yerleştirilecek bir kalıp da bunun için kullanılabilir, tamir malzemesi yeterince sertleştikten sonra kalıp çıkartılır.

Tüm derinlik boyunca onarımda, sağlam olmayan, kırılmış ve dökülmüş betonlar plağın tüm kesit derinliğince kesilir. Yük aktarma çubuklarının yerleştirilmesi için tamir edilecek alanın genişliği ve boyu her iki yönde en az 1 metre olmalıdır. Beton kesilip kaldırıldıktan sonra Yük aktarma çubuklarını yerleştirmek için kesilmiş düşey kenarlara dik yatay delikler açılır. Onarılacak alandaki alt zemin tekrar sıkıştırılmalı ve yüzey düzeltilmelidir.

Aktif bir derz içeren tamir alanında derzin görevini yapmasını sağlayacak biçimde onarım yapılmalıdır. Şekil 8.14’de gösterilen onarımda; önce derzin bir tarafının, ardından diğer tarafın tamir edilmesi gösterilmektedir. Derzin iki yüzü arasındaki aderans bir kalıp kullanılarak önlenir [1].

Tamir edilmiş alanın yüksekliği tamir görmemiş alanın aynı olmalıdır. Tamir malzemesi, belirlenen dayanıma ulaşana kadar tamir bölgesi trafiğe açılmamalıdır.



Şekil 8.14 Tüm plak derinliği boyunca onarım

8.4.7 Plâgın Zemin Desteği Kaybı İçin Onarım

Plâgın oturduğu zeminin destek kaybı şu nedenlere bağlı olabilir;

- plak kenar ve köşelerinde kıvrılma,
- trafik etkisindeki plâgın titreşimlerine bağlı olarak alt zemin ve alt temelın sıkışması,
- yeraltı su seviyesinin azalması sonucu nem içeriğinin azalmasıyla birlikte zeminde rötre ve oturma.

Yetersiz plak kalınlığı veya derzlerdeki yetersiz yük aktarımı sonucu plak kenarlarında büyük çökmeler oluşabilir. Zemin desteğinin kaybolması veya tekrarlı büyük sehimler sonucu plak kenarının altında boşluk veya yumuşak bir hacim oluşabilir. Bu durum farkedilmeyip gerekli önlemler alınmazsa derze paralel bir çatlak oluşabilir.

Plak altındaki boşluk doldurularak veya gerekli alanlardaki derzlerde yük aktarılması sağlanarak plağın fazla sehim yapması önlenebilir. Yük aktarımını sağlamak için gerekli derzlere yük aktarma çubukları eklenebilir.

Plak altındaki boşlukları doldurmak için ise boşluğa çimento ve su karışımı enjekte edilebilir. Bu işlem sırasında plak yüzey kotu sürekli ölçülmeli ve plağın yükseltilmemesine dikkat edilmelidir.

8.4.8 Zemine Oturan Beton Döşemelerin Yüzey Onarımı

Beton yüzey onarımının küçük alanlarda veya döşemenin tamamında yapılması gerekli olabilir. Birçok durumda, döşeme yüzey kotu değiştirilmeden onarım yapılmalıdır. Onarılmış yüzeyde istenen düzgünlük ve yataylık sağlanmalı, yüzeyde herhangi bir eğim, rampa vb. kalmamalıdır.

Yüzey onarımı veya restorasyonu için karar verirken aşağıdaki hususlar gözönüne alınan etkenlerdir;

- yüzeyde hızlı aşınma ve tozlanma,
- yüzeyde kabarma, soyulma vb. hasarlar,
- tekerleklerin geçtiği kısımlarda aşınma,
- kimyasal etkiler veya su akışı gibi nedenlerle yüzeyde erozyon.

Yüzey hazırlanması beton onarımı için çok önemlidir. Uygun mekanik kenetlenmeyi sağlayacak, kir veya tozdan arındırılmış temiz ve sağlam bir yüzey elde etmek gereklidir.

8.4.8.1 Zemin betonunda yüzey hazırlanması

Yüzey onarımı yapılacak bir plakta yüzeyi hazırlamak için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Kullanılacak yöntemi belirlerken aşağıdaki hususlar dikkate alınır:

- kaldırılacak tabakanın kalınlığı,
- betonun durumu (sağlam, çatlak veya parçalanmış),
- klasik donatılı plaklarda yüzeye yakın donatı bulunup bulunmaması,
- yüzeye uygulanacak yeni kaplamanın türü ve kalınlığı,
- onarım sırasında izin verilebilen gürültü, toz ve egzoz dumanı.

Yüzey tabakasının kaldırılması ve temizlenmesi için basıncı ayarlanabilen bir su jeti kullanılabilir. Çeşitli asit çözeltileriyle de yüzey tabakası kaldırılabilir.

8.4.8.2 Beton kaplamalar

Beton yüzeyi yapıdaki servis durumunu etkileyecek bir duruma geldiğinde yüzey onarılacak gerekli olan yüzey özellikleri elde edilmelidir. Onarım yönteminin seçimi maliyete, onarılacak alanın büyüklüğüne, zeminin izin verilebilen kapalı kalma süresine, istenen dayanıma, kimyasal dayanıma ve aşınma direnci ile onarım sırasındaki çevre koşullarına bağlıdır.

Yüzey onarımı için yapıştırılmalı kaplamalar kullanılabilir. Bu kaplamalar normal beton veya epoksi esaslı beton olabilir. Kaplama ile yüzey arasındaki yapışmayı sağlamak için aderans artırıcı malzemeler uygulanabilir.