

KİMYASAL KATKILARIN BETONA UYGULANMASI

M.Süheyl AKMAN
İstanbul Teknik Üniversitesi
İstanbul

ÖZET

Günümüz beton teknolojisinde kimyasal katkı maddeleri betonun vazgeçilmez bileşenlerinden biri olmuştur. Ulusların ve uluslararası kurumların geliştirdiği standartlarla, kimyasal katkıların üretim ve denetimleri disiplin altına alınmaya çalışılmaktadır. Ancak üretim yelpazesinin genişliği, ticari ürünlerin aşırı çokluğu, kullanıcı mühendisin sorunlarını standartlar yardımıyla kesin çözümlemesine olanak vermemektedir. RILEM bünyesinde oluşturulan 84 AAC teknik komitesi bu konuda uygulayıcılara yardımcı olmak üzere çalışmalar yapmış ve bir rapor yayınlamıştır. Bu raporda kimyasal katkıların çimentoya etki mekanizmaları, betonun hangi nitelikleri üzerinde değişiklikler meydana getirdikleri, ana kimyasal yapıları, katılım miktarları hakkında açıklamalar bulunmaktadır. Bildirimizde 84 AAC teknik komitesinin raporu esas alınarak ve kimyasal katkıların betondan soyutlanmadan, özellikle uygulayıcı yönünden gerekli varsayılan bilgiler derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sık kullanılan kimyasal katkıları, özel amaçlı katkıları, taze beton, priz halindeki beton, sertleşen beton, sertleşmiş beton, beton özellikleri

1. GİRİŞ

Kimyasal katkıları, bağlayıcı dozajının % 5'ini aşmadan, betona, harca veya çimento hamuruna katılan inorganik veya organik, sıvı veya katı maddeler olarak tanımlanırlar (1, 2, 3, 4, 5). Bu sınır ötesinde katılan, uçucu kül, silis dumanı vb. mineral maddeler, lifler katkı sayılmazlar, betonun ana bileşenleri olurlar. Nitekim son ACI çalışmalarında mineral katkıları sözcüğü bağlayıcı maddeler (cementitious materials) deyimiiyle değiştirilmiştir (6).

Beton üretiminde kimyasal katkıların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır, hatta artık katkısız beton üretilmediğini söylemek fazla abartılmış bir ifade sayılmamalıdır. Özellikle gösteren bazı yapılarda katkı kullanımı şartnamelerle zorunlu dahi tutulmaktadır; örneğin A.B.D. de yol ve hava alanı betonlarında hava sürükleyici katkı ilavesi şartı vardır.

Standartlara konu olan katkılar, belirgin özgün bir nitelik aranmayan normal betonlarda yaygın biçimde kullanılma gereği duyulan katkılardır. Bunlara “Sık Kullanılan Kimyasal Katkılar” adını vereceğiz. EN 934 Avrupa Birliği standardına göre bu katkılar 9 tipe ayrılmıştır (4).

1. Su indirgeyiciler/plastifiyanlar
2. Yüksek mertebe su indirgeyiciler/süperplastifiyanlar
3. Su tutucular (terlemeyi önleyenler)
4. Hava sürükleyenler
5. Priz hızlandırıcılar
6. Sertleşmeyi hızlandırıcılar
7. Priz geciktirenler
8. Suya dayanıklılık sağlayanlar
9. Çok işlevli katkılar.

Ülkemizde 1.ci türe akışkanlaştırıcı, 2.ci türe süperakışkanlaştırıcı denilmektedir. Bu deyimler daha ziyade plastifiyan tanımına uymaktadır. Avrupa standartlarında işlev farkından doğan su indirgeme ve akışkanlaştırma kavramları ayrı ayrı ele alınmaktadır. Amerikan standartlarında ise su indirgeyici - plastifiyan ayrımı yoktur, buna karşılık su indirgeyiciler geciktirici veya hızlandırıcı içeriyorlarsa ayrı bir sınıfa girerler, benzer gruplandırma yüksek mertebe su indirgeyiciler için de yapılmıştır; geciktirici içeren (G tipi) ve içermeyen (F tipi) yüksek mertebe su indirgeyici grupları mevcuttur. Hava sürükleyiciler ise tamamen ayrı bir standartta incelenir.

Görüldüğü gibi sınıflandırmada uluslararası bir mutabakat henüz sağlanamamıştır.

RILEM 84 AAC (Application of Admixtures to Concrete) teknik komitesinde, sık kullanılan kimyasal katkılar 6 gruba ayrılmıştır: I - Su indirgeyiciler, II - Yüksek mertebe su indirgeyiciler, III-Süperplastifiyanlar, IV - Geciktiriciler, VI - Hava sürükleyiciler.

Standartları oluşturulmayan fakat önemli işlevleri olan katkılar ise su altı beton katkıları, korozyon inhibitörleri, pompalama katkıları, püskürtme beton (Şofkrit) katkıları, gaz oluşturan katkılar vb. olarak sayılabilir.

Kimyasal katkılar su - çimento sisteminde fiziksel ve fiziko - kimyasal yolla etkinlik oluştururlar. Hidratasyon sürecine girmiş çimento ile meydana gelen fiziksel adsorpsiyon, kemisorpsiyon ve kimyasal reaksiyonlar sonucu etkinlik ortaya çıkar. Katkılar beton yaşamının muhtelif aşamalarında katı veya solüsyon içinde bağımsız kalarak, çimento taneleri yüzeyinde adsorbe olarak veya bazı çimento karma oksitleri ile kimyasal bileşikler meydana getirerek işlevlerini yürütürler. Problem çok geniş ve karmaşıktır, detaylı ve ileri düzeydeki fiziko - kimyasal çalışmalar yıllardır sürdürülmekte, ancak kesin ve tekil sonuçlara varmak mümkün olamamaktadır.

İnşaat mühendisleri açısından kimyasal katkı sorunu iki ana konuda toplanır:

I - Kullanılan katkı betonun hangi aşamadaki, hangi özelliğini geliştirecektir?

II - Katkının, genellikle olumsuz olan yan etkisi var mıdır? Bu etkinin büyüklüğü ne düzeydedir?

Bu iki ana sorunun yanında uygulama açısından önem taşıyan diğer problemler de doğal olarak mevcuttur: katkı nasıl, ne oranda, ne zaman katılmalı? yeterliliği nasıl denetlenmeli? gibi.

Aşağıdaki bölümlerde bu soruların yanıtları verilmeye çalışılmıştır. Betonun yaşamı 4 devreye ayrılarak özellikleri sınıflandırılmış, Tablo - I'de topluca verilmiştir. Özelliklerin kodlanması Tablo - II'nin basitleştirilmesi içindir.

2. SIK KULLANILAN KİMYASAL KATKILARIN ANA ve YAN ETKİLERİ

Kimyasal katkıların üzerindeki kalite kontrol deneyleri iki türdür. İlk deneyler betondan bağımsız olarak ürünün kalitesinin incelenmesini amaçlar; bunlar katı malzeme oranının, klorür ve alkali içeriğinin, pH değerinin, yoğunluğun tayini için yapılır, ayrıca infrared spektrası ile üretimin yeknasaklığı saptanır. İkinci deneyler ise katkının, betonda amaçlanan nitelik değişikliğini sağlayıp sağlamadığını kontrol için gerçekleştirilir. Bu değişiklikler Tablo - I'de özetlenen beton özelliklerinde olacaktır; doğal olarak bir referans karışım tanımlanır ve katkılı betonun özelliği referans betonunki ile karşılaştırılır (7). Bu ikinci grup deneyler kullanıcıyı doğrudan ve daha çok ilgilendirir. İnşaat mühendisinin bu deneyleri tekrarlaması bizzat kendi yararınadır.

Tablo -II'de sık kullanılan standartlaşmış katkıların beton özelliklerinde oluşturduğu etkiler kaba hatları ile özetlenmiştir. (+) işareti ile artışlar, (-) ile azalışlar, (o) ile etkisizlik belirtilmiştir. Ayrıca (*) işareti su/çimento oranının sabit tutulduğu, (**) işareti ise işlenebilmenin (çökme) sabit kaldığı durumları ifade etmektedir. K.S. karma suyuna katılımı belirtmektedir.

Tablo II'deki özet değerlendirmeleri mutlak doğru olarak kabul etmemelidir. Yeni gelişmiş ürünlerin etkilerinin farklı olması doğaldır.

Tablo II. deki değerlendirmeleri, her katkının ana ve ikincil etkilerini belirterek somutlaştırmak yoluna gidilebilir. Ana etki, ana işlevle paralellik gösterir. Ana işlev katkıdan beklenen amaca göre tanımlanır, bu anlamda itibari bir tanımdır. Örneğin su indirgeyici bir katkı işlenebilmeyi artırma amacıyla kullanılacaksa ana işlevi çökmeyi artırmaktır, basınç dayanımını artırma amacıyla kullanılacaksa ana işlevi su/çimento oranını düşürmek olur. Su/çimento oranını düşürmek, birinci amaç için ikincil bir etkidir. İkincil etkilerin her zaman olumlu olması beklenemez ve özellikle olumsuz etkileri bilmek inşaat mühendisi için çok önemlidir.

Ana işlevleri belirlemek için katkı maddelerini kendilerinden beklenen amaçlara göre gruplandırmak gerekir. Aşağıda yapılan bu gruplandırmadan anlaşılacağı üzere katkılar farklı grupların içine tekrarlı biçimde girmektedir, yani katkıların birden fazla olumlu etkileri vardır ve katkının bir grup için ikincil sayılabilecek etkisi diğer grup için ana işlev olmaktadır. Amaçlara göre uygun gruplandırma şöyle olacaktır:

1. Taze beton işlenebilmesini değiştiren katkılar (I - Su indirgeyiciler, II - Yüksek mertebe su indirgeyiciler, III- Süperplastifiyanlar, IV - Hava sürükleyiciler)
2. Priz ve sertleşme hızını değiştiren katkılar (IV - Priz hızlandırıcılar, V - Priz geçiktiriciler ve IVa - Sertleşme hızlandırıcılar)

Tablo - I

Kıyasal katkılarla etkilenebilen beton özellikleri

Betonun yaşam aşaması	Etkilenilebilen özellik	Verilen kod
I. Taze beton	A. Birim ağırlık	IA
	B. Hava içeriği	IB
	C. İşlenebilme	
	a. Su gereksinimi	ICa
	b. Kıvam	ICb
	c. Kıvam kaybı	ICc
	d. Pompalanabilirlik	ICd
	e. Segregasyon	ICe
II. Priz aşaması	A. Priz süresi	
	a. Priz başlangıcı	IIAa
	b. Priz sonu	IIAb
	B. Terleme	IIB
	C. Plastik rötne	IIC
III. Sertleşme aşaması(yeşil beton)	A. Daynım artışı	IIIA
	B. Plastik rötne	IIIB
	C. Hidrolik rötne	IIIC
IV. Sertleşmiş beton	A. Dayanım	
	a. Çekme(veya eğilme)dayanımı	
	1. erken	IVAA1
	2. son	IVAA2
	b. Basınç dayanımı	
	1. erken	IVAb1
	2. son	IVAb2
	B. Dürabilite (dayanıklılık)	
	a. Geçirimlilik	IVBa
	b. Donma-Çözülme direnci	IVBb
	c. Termal Genleşme	IVBc
	d. Çelik Korozyonu	IVBd
	C. Elastisite Modülü	IVC
	D. Sünme	IVD
	E. Rötne	IVE

Tablo-II
Sık kullanılan kimyasal katkıları değiştirdiği beton özellikleri

	KATKI TÜRLERİ					
	I	II	III	IV	V	VI
Çimento ağırlığına oranla katılım (%)	<0.5	0.5 - 3.0	0.5 - 3.0	<0.5	0.5	0.02 - 0.1
Katılım Yöntemi	K.S.	Geçikme ile K.S.	Yerleşmeden önce	K.S.	K.S.	K.S.
Özellik kodları						
IA	(+)	(+)	(+)	(0)	(0), (+)	(-)
IB	(0), (+)	(0), (+)	(0), (+)	(0)	(0), (-)	(+)
ICa	(-) ^{**} , (0) [*]	(-) ^{**}	(0) [*]	(0)	(0), (-)	(-) ^{**} , (0) [*]
ICb	(0) ^{**} , (+) [*]	(0) ^{**}	(+) [*]	(0), (-)	(0), (+)	(0) ^{**} , (+) [*]
ICc	(0) ^{**} , (+) [*]	(+) ^{**}	(+) [*]	(0), (+)	(0)	(0)
ICd	(+) ^{**} , (+) [*]	(+) ^{**}	(+) [*]	(0)	ICa değişir	iyileşme
ICe	(-) ^{**} , (0) [*]	(-) ^{**}	(+) [*] , (0)	(0)	(0), (+)	(0), (-)
IIAa	(0), (+)	(0), (+)	(0), (+)	(-)	(+)	(0), (+)
IIAb	(0), (+)	(0), (+)			(+), (0)	
IIB	(-) ^{**} , (+) [*]	(-) ^{**}	(0), (-)	(-)	(0), (+)	(-)
IIC	(0), (-)	(+)	(+)	(-)	(+)	(0), (-)
IIIA	(+) ^{**} , (0) [*]	(+) ^{**}	(0) [*]	(+)	(-)	(0)
IIIB	IIC özelliğine etkiye ile aynı					
IIIC	(0), (+)	(0), (+)	(0) [*]	(0)	(0), (+)	(0), (+)
IVAa1	(0), (+) ^{**} (0) [*] , (-) [*]	(+) ^{**}	(-) [*] , (0) [*]	(+)	(0), (-)	(-) [*]
IVAa2	(+) ^{**} , (0) [*]	(+) ^{**}		(0), (-)	(0), (+)	(-)
IVAb1	(0), (+) ^{**} (0) [*] , (-) [*]	(+) ^{**}	(-) [*] , (0) [*]	(+)	(0), (-)	(-) [*]
IVAb2	(+) ^{**} , (0) [*]	(+) ^{**}		(0), (-)	(0), (+)	(-) [*]
IVBa	(-) ^{**} , (0) [*]	(-) ^{**}	(0) [*]	(0)	(0), (-)	(+)
IVBb	(+) ^{**} , (0) [*]	(+) ^{**} , (0) ^{**}	(0) [*]	(0)	(0), (+)	(+)
IVBc	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(-)
IVBd	(-) ^{**} , (0) [*]	(-) ^{**}	(0) [*]	(0)	(0), (+)	(-) ^{**} , (-) [*]
IVC	(0), (+)	(0), (+)	(0), (+)	(0)	(0)	(-)
IVD	(0), (+)	(0), (-) ^{**}	(0) [*]	(0)	(+)	(+)
IVE	IIIC özelliğine etkiye ile aynı					

Not: Bu tabloda romen harfleriyle belirtilen katkı türleri RILEM 84 AAC teknik komitesince sıralandırılan katılardır, giriş bölümünde tanımlanmışlardır.

3. Mekanik dayanımı değiştiren katkılar (I - Su indirgeyiciler, II - Yüksek mertebe su indirgeyiciler, IVa-Sertleşmeyi hızlandırıcılar, V - Geciktiriciler, VI - Hava sürükleyiciler)
4. Dürabiliteyi geliřtiren Katkılar (I - Su indirgeyiciler, II - Yüksek mertebe su indirgeyiciler, VI - Hava sürükleyiciler)

Bu tartişmalardan sonra sık kullanılan kimyasal katkıların olumlu ve olumsuz etkilerini açıklamak mümkündür. Burada inceleyeceğimiz katkılar klor içermeyen katkılardır, yaklaşık kimyasal bileşimleri de fikir edinilmek üzere belirtilmiştir.

I. Su indirgeyici katkılar

Ana kimyasal yapıları: linyosulfanatlar, hidroksikarboksilik asitler, karbonhidratlar, vb.

Olumlu etkiler: Sabit işlenebilmede su gereksinimi % 6,5'tan fazla azalabilir, her yaştaki basınç dayanımı % 10'dan fazla artabilir, daha dolu bir beton elde ederek donma çözölmeye, agresiv ortama dayanıklılık artar, geçirimsizlik sağlanır, yüzey görünümü düzelir.

Olumsuz etkiler: Priz gecikebilir, rötre artabilir, çökme kaybı meydana gelebilir.

II - III Yüksek mertebe su indirgeyiciler ve süperplastifiyanlar

Ana kimyasal yapıları: Sülfone melamin formaldehit polikondansesi, sülfone naftelen formaldehit polikondansesi, modifiye linyosülfonatlar, akrilik kopolimerler, amino aromatik sülfoneik asit, fenol formaldehit kondansesi, vb.

Olumlu etkiler: Su indirgeyici olarak kullanımda, sabit işlenebilmede % 12 - 16'dan fazla su azaltma, basınç dayanımında % 15'i aşan artış, dolu beton üretimi sayesinde donma-çözölme, agresiv ortam direncinde ve geçirimsizlikte artış, süperplastifiyan olarak kullanımında işlenebilmede büyük artış.

Olumsuz etkiler: İşlenebilme kaybı, sıcaklığın bu kayıpta etkili oluşu, hidrolik rötrede artış, bazı hava sürükleyici katkılarla uyumsuzluk, segregasyona yol açma.

IV - IVa - Prizi ve sertleşmeyi hızlandırıcı katkılar

Ana kimyasal yapıları: Kalsiyum nitrat ve nitritler, tiosülfatlar, formatlar, trietanolamin, vb.

Olumlu Etkiler: Priz sürelerini kısaltmak, ilk mekanik dayanımlarını yükseltmek (1 ve 2. gün), hidrasyon ısısını ilk saatlerde yükseltme (taze beton donmasına karşı iyi).

Olumsuz etkileri: İşlenebilme kaybı, rötrede artış, nihai dayanımda azalma, alkali-agrega reaktivitesini artırma, hidrasyon ısısını yükseltme (sıcak havada beton dökümünde sorun).

V - Geciktiriciler

Ana kimyasal yapıları: Glükonat, salisilik asit, kalsiyum linyosülfonat, sodyum boroheptonat, vb.

Olumlu etkiler: Priz sürelerini uzatmak, nihai dayanımları az miktar artırmak, su miktarını azaltmak.

Olumsuz etkiler: Ana işlevinde sıcaklık ve miktarlara aşırı bağlı olmak, ilk dayanımları düşürmek (1,2 gün), hidrolik rötreyi artırmak.

VI - Hava sürükleyici katkılar

Ana kimyasal yapıları: Ağaç reçina tuzları, yağlı asit tuzları, sülfone hidrokarbonik asit tuzları.

Olumlu etkiler: Donma-çözülme dayanımını artırma, kılcal su emmeyi azaltma, yüzey görünümünü düzeltme, işlenebilmeyi geliştirme, su geçirimsizliğini azaltma.

Olumsuz etkiler: Mekanik dayanımlarda azalma,

3 - ÖZEL AMAÇLI KİMYASAL KATKI MADDELERİ

İnşaat mühendisliğinde farklı işlevleri olan yapılar ve bunların üretiminde kullanılan özel yöntemler vardır. Beton malzeme olarak özgün yapılarda kullanıldığında veya özel yöntemlerle üretildiğinde kendisinden ek nitelikler beklenmesi doğaldır. Ek niteliklerin sağlanmasında kimyasal katkıların rolü birinci sırayı alır. Ne yazık ki bu alanda kullanılan özel amaçlı kimyasal katkı maddelerinin tümünü bu bildiri çerçevesinde ele almak olanaksızdır. Mamafih nispeten yaygın kullanılan ve sorunları ile daha fazla karşılaşılan özel betonların kimyasal katkı maddeleri, olumlu ve olumsuz etkileri ile bu bölümde incelenmeye çalışılmıştır. Bunlar pompa beton katkıları, şotkrit (püskürtme beton) katkıları, su altı beton katkıları, korozyon inhibitörleridir.

3.1. Pompa Beton Kimyasal Katkıları

Bu katkılar daha ziyade pompa betonlarının kohezyonunu artırmak ve iletim sırasında oluşabilecek segregasyonu önlemek amacıyla kullanılırlar. Pompa betonlarında akıcılık, terleme, çeperle sürtünme sorunları da mevcuttur. Bu sorunlar için sık kullanılan kimyasal katkılara başvurulur; örneğin normal çimento dozajlı pompa betonlarında hava sürükleyici ve su indirgeyici katkılar, zengin çimento dozajlılarda ise süper plastifiyanlar tavsiye edilir.

Pompa beton katkılarının ana kimyasal maddeleri suda çözünen polimerler (sellüloz eterler, polietilen oksitler, karboksil vinil polimerler, polivinil alkol, vb.), doğal zamk dispersionları, stiren-karboksil kopolimerleri, sentetik polielektrolitler ve akrilik emülsiyonlardır. Taze betonun viskozitesini fiziksel etkiyle artıran bu katkılar, özellikle düşük dozajlı pompa betonlarında yararlı olurlar, terlemeyi de azaltırlar. Bu ana işlevlerden terlemenin azaltılması pompa betonlarında belirli bir düzeyde tutulmalıdır, çok düşük terleme çeper-beton sürtünmesinde olumsuzdur.

Priz aşamasında çoğunlukla geciktirici olurlar. Sertleşme süresinde ise ilk dayanımı düşürebilirler.

Katılım oranları oldukça düşüktür. Çimento ağırlığının %0.01- %0.5 arasında olabilir, akrilik emülsiyonlarda bu oran nispeten yüksektir: (%0.1 - %1.5) (8).

3.2 Püskürtme Beton Kimyasal Katkıları

Püskürtme betonlar (şotkrit) çok hızlı priz yapmak ve sertleşmek zorundadırlar, ayrıca püskürttükleri yüzeyle çok iyi aderans sağlamalıdır. Bu betonlarda kullanılan kimyasal katkıların ana işlevleri bu iki amacı gerçekleştirmektir; nitelikleri nedeniyle püskürtme beton dışında su sızıntılarını tıkamak, hızlı onarımları gerçekleştirmek üzere de kullanılırlar.

Bu katkıların ana kimyasal maddeleri sodyum veya potasyum'un alüminat, hidroksit veya karbonatlardır; daha başka kimyasalların da kullanıldığı öne sürülmektedir: florosilikatlar, ferrik sülfat, sodyum florid, kalsiyum alüminat, vb. Katkıların etkisi genellikle C_3A + alçı taşı reaksiyonunu hızlandırmak, erken dönemde büyük oranda ettrenjit oluşumunu sağlamaktır (9).

Püskürtme beton kimyasal katkıları taze betonun kohezyonunu artırır, priz 3 - 4 dakikada başlayıp, 10 - 15 dakika içinde sona erer. Sertleşme aşamasında basınç dayanımı hızla artar, sertleşmiş betonun nihai dayanımı ise % 20 - 25 oranında düşer, çimento dozajı çok yüksek olursa, bu düşüş % 50'lere varabilir. Beton boşlukludur, bu bakımdan durabilite yetersizdir, özellikle donma - çözülme direnci azalır. Hidrolik rötre de yüksek olur.

Katılım oranları kimyasal katkıların tanımında esas alınan % 5 değerini aşabilir.

3.3. Su Altı Betonu Kimyasal Katkı Maddeleri

Su içinde istenilen nitelikte beton dökmek zordur ve kendine özgü yöntemler ve araçlar gerektiren bir inşaat mühendisliği çabasıdır. Bu betonlarda çimentonun yıkanması, böylece düşük kaliteli bir beton üretilmesi en önemli sorunu teşkil eder, yayılan çimento tanelerinin çevredeki suyu kirletmesi de ikincil bir sakıncadır. Su altı betonu kimyasal maddelerine "yıkanmayı önleyen katkı" adı verilir. Bunlar betonun segragasyonunu önleyerek, döküm sırasında betonun çözülmemesini sağlarlar. Ana işlevleri beton karma suyunun viskozitesini artırmaktır.

Bu katkıların ana kimyasal maddeleri suda çözünen sellüloz eter veya akrilik polimer'dir. Bu iki madde pompalamaya yardım eden katkılarla aynıdır. Ancak katılım oranları oldukça yüksektir: Çimento ağırlığının % 1 - 1.5'u kadar; genellikle süperplastifiyanlarla birlikte kullanılırlar.

Taze betonda kohezyonu artırdıkları gibi kendiliğinden yerleşebilen bir beton elde etmeye de imkan verirler. Çökme değeri zamanla artarak 10 dakika içinde 10 - 14 cm'den 23 - 26 cm'e yükselir. Priz süresi sellüloz eter'de uzar, akrilik polimerde kısalır, süperakışkanlaştırıcı katılımı ile hızlanma düzelebilir. Terleme tamamen önlenmiştir. Beton su içinde döküldüğünden bu husus bir problem teşkil etmez.

Basınç dayanımı artışı normal betonun artışına benzer gelişir. Su içinde bu gelişme daha ileri düzeydedir, ve katkı arttıkça bu düzey daha yükselir (10,11).

3.4. Korozyon İnhibitörleri

Beton alkalın yapısı nedeniyle içindeki çelik donatının paslanmasını bir oranda önler. Ancak beton içine özellikle aktif klor iyonu gibi öğelerin diffüzyonu sonucu passivasyon etkisi yitirilir ve donatıda korozyon başlar. Betonarme deniz yapılarında donatı paslanması sık rastlanan ve ekonomik kaybı çok yüksek bir hasar türüdür. Elektrokimyasal bir olay olan çelik paslanmasında anot ve katot reaksiyonu adını verdiğimiz oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonlarının aynı zamanda olması ve birbirini tamamlaması korozyonun süreklilik kazanmasının şartıdır. Anot reaksiyonu nötür demir elementinin demir iyonuna dönüşmesi ve elektron açığa çıkarması, katot reaksiyonu ise çıkan elektronların tüketilerek pil devresinin kapatılmasıdır. Pas dediğimiz malzeme ise demir iyonunun hidroksit haline gelerek çökmesi sonucu oluşur. Beton içindeki donatı, yüzeyinde sür'atle oluşan ilk pas tabakası ile kaplanır ve böylece tabaka içinde kalan demirin giderek iyonla dönüşmesi olayı, yani anot reaksiyonu durmuş olur. Bu tabakayı koruyan alkalın çimentonun varlığıdır. Eğer koruyucu pas tabakası yırtılırsa demir elementi tekrar iyonlaşmaya, yani anot reaksiyonu yeniden oluşmaya başlar.

Yukarıdaki çok kısa izahattan da anlaşılacağı gibi korozyonu önlemenin yolları anot veya katot reaksiyonlarını durdurmaktır. Anot reaksiyonunun durdurulması donatı üzerindeki koruyucu pas tabakasının korunması ile mümkündür. Beton içine katılan korozyon durdurucu (inhibitör) maddeler, gerçekleştirdikleri işlevleri bakımından anot reaksiyonunu durduran anionik, katot reaksiyonunu durduran kationik inhibitörler olurlar. Her iki reaksiyona da etkiyen karma inhibitörler de mevcuttur. Anionik inhibitörler koruyucu tabakanın ömrünü uzatan katkılardır ve daha başarılı inhibitörlerdir. Diğerleri laboratuvar düzeyi araştırmalarda kalmışlardır.

Anionik inhibitörlerin kimyasal birleşimleri kalsiyum ve sodyum nitrittir. Sodyum benzoat ve sodyum kromat da bu amaçla kullanılmıştır. Katodik inhibitörler anilin, kloro - alkil, nitro- alkil anilindir. Karma inhibitör olarak da aminobenzenetiol'un adı verilmektedir. Günümüzde en yaygın inhibitör kalsiyum nitrittir. Kalsiyum nitrit betonun klor diffüzyonunu azalttığı gibi, donatı düzeyinde koruyucu tabakanın hasarı için gerekli varsayılan klor konsantrasyonunun eşik değerini de yükseltir; yani klor iyon konsantrasyonu daha yüksek olsa bile tabakaya zarar vermez (12).

Taze betonun işlenebilmesi kalsiyum nitrit ile bir miktar artabilir. Organik türdeki inhibitörlerdeki durum aksine bir etki oluşturur.

Kalsiyum nitrit ilk ve son priz sürelerini kısaltır. Bu bakımdan geçiktirici ile kullanımı yoluna gidilir. Mamafih kalsiyum klorürün yasaklandığı işlerde hızlandırıcı olarak bu inhibitörün kullanılması iyi bir çözüm olmaktadır.

Sertleşme aşamasında kalsiyum nitrit basınç dayanımını bir miktar artırır, sodyum nitrit ise etkisizdir, buna karşılık 28 günlük dayanım azalır. Diğer inhibitörler de dayanımı düşürürler. Donatı yüzeyinde oluşan inhibisyon tabakası donatı-beton aderansını düşürür.

Sodyumlu katkılarda alkali-agrega reaktifliği artabilir, keza çiçeklenme problemiyle de karşılaşılabilir.

Kalsiyum nitrit kullanım oranı çimento ağırlığının % 3'ü metebesindedir. Bu oran pas payı, servis ömrü gibi özelliklere bağlı olarak değişir.

3.5. Farklı Amaçlı Kimyasal Katkılar

Betonlardan beklenen farklı amaçlar için üretilmiş pek çok kimyasal katkı vardır. Bunların adlarını vermekle yetineceğiz (3).

- Gaz oluşturan katkılar(hafif beton, genleşen beton, rötresiz beton elde etmek üzere, hidrojen peroksit, aliminyum tozu, vb.)
- Enjeksiyon harcı katkıları(petrol kuyu harçları, prepakt beton, geciktirici, su indirgeyici, bertonit kili, metil selüloz, vb.)
- Aderans artırıcı katkılar (eski betonla yapışma, organik polimer emülsiyonları)
- Renklendirici katkılar (renkli beton elde etmek, mineral pigmentler)
- Flokülleşme yapan katkılar (terleme hızını artırma, miktarını azaltma, sentetik polielektrolitler)
- Böcek, bakteri oluşumunu önleyen katkılar (polihalojene fenoller, bakırlı bileşikler)
- Su defedici katkılar (kılcal su emmeyi azaltma, stearatlar, sabunlar, petrol ürünleri)
- Alkali-agrega reaksiyonuna direnci artıran katkılar (lityum, barium tuzları, su indirgeyici, geciktirici ve hava sürükleyiciler)

4. GENEL DEĞERLENDİRME

Betonun kimyasal katkı maddeleri, beton teknolojisinde önemli, değerli işlevler gerçekleştiren karışım öğeleridir. İşlenebilme, dayanım, dayanıklılık gibi temel özellikler yanında düşünebilecek her türlü niteliğin elde edilmesinde kimyasal katkı maddesi inşaat mühendislerine yardımcı olmaktadır. Bu alanda büyük bir kimya endüstrisinin oluştuğunu görüyoruz. İnşaat mühendisine oldukça yabancı adlar taşıyan kimyasal ürünler tüketicinin pazarına sunulmaktadır; sonuçta tüketici kararsız, endişeli ve hatta zor bir duruma düşmekte, seçimini yapamamaktadır. Aslında kimya bilgisine sahip olmak da çözüm sağlamıyor, zira problem salt kimyasal madde ile bitmiyor, bu maddenin betonla ve özellikle çimento ile girişimi daha somut problemler ortaya çıkıyor.

Firmanın önerileri genel mahiyettedir. Katılım oranları, süreçleri, çimento türleri vb. hususlarda üreticinin çözümlerinin yüzde yüz başarılı olacağını varsaymak acı sonuçlara götürebilir. Ülkemizde standardına uygun üretilen her fabrikanın çimentosu farklıdır. Fiziksel ve mekanik özellikleri standarda uyan çimentoların kimyasal bileşimleri farklı olabilir. Bu farklılık kimyasal katkı ile girişiminde istenmeyen yan etkilerin doğmasına yol

açabilir. Kimyasal katkıların ana ve yan etkileri hakkındaki bilgi birikimi bu aşamada yararlı olacaktır. Bu yaklaşım kullanılan katkı ve çimentonun oluşturabileceği yan etkileri deney yoluyla saptamayı zorunlu kılar.

İnşaat mühendisi üreticinin öneri ve açıklamalarını elbette dikkate alacak, ama ana ve yan etkileri görmek üzere muhakkak bir ön araştırma yapacaktır. Bu ön araştırmada katkı-çimento uyumu, katkı-katkı uyumu ve katkı oranı önemli parametrelerdir.

3 Son olarak her inşaat mühendisinin bildiği bir gerçeği tekrarlamak gerekir:

Kurallarına uygun olarak üretilmeyen kötü bir betonu kimyasal katkı ile iyileştirmek olanaksızdır.

KAYNAKLAR

1. TS3452/1988 ve TS3452/1984 -Priz Süresini Ayarlayan ve Karışım Suyunu Azaltan Katkı Maddeleri ve Betona Hava Sürükleyici Katkı Maddeleri, TSE, Ankara
2. ASTM C494-92 Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete
3. ACI 212.3R-89 Chemical Admixtures for Concrete
4. pr EN-934 (1-6) Admixtures for Concrete, Mortar and Grout _CEN (Comite Europeen de Normalisation), 1994
5. Paillere A.M., Ben-Basat M., Akman M.S., "Guide for Use of Admixtures in Concrete", RILEM - Materials and Structures, 1992, 25 pp.49-56
6. ACI 318/318R-17 ACI Building Code/Commentary 1996 Chapter 2 -Definitions
7. pr En 480(1-10), Admixtures for Concrete, Mortar and Grout, Test Methods-CEN, 1994
8. Valore R.C., "Pumpability Aids for Concrete", ASTM Special Techn. Publ. 169, 1978
9. Burge Th.A., "Erstarrungsbeschleuniger für Spitzbeton", Fachtagung "Spitzbeton" des Schweizerischen, Ingenieur und Architectur - Vereins (SIA), Zurich, 1982
10. Nakajo N., "Non-Dispersible Underwater Concrete Mixed with Cellulose Ether based Polymer", 5th. Inter. Cong. on Polymers in Concrete, Brighton, 1987
11. Sakuta M., Yoshioka Y., Kaya T., "Use of Acryl_type Polymer as Admixture for Underwater Concrete", Polymer in Concrete, ACI SP, 1983
12. Gianetti F., Akman M.S., " Betonarme Dayanıklılığını Geliştirme Üzerine Korozyon İnhibitörü Olarak Kalsiyum Nitrit Kullanımı", IV.cü Korozyon Sempozyumu, İTÜ. Ayazağa, Ekim 1994

