

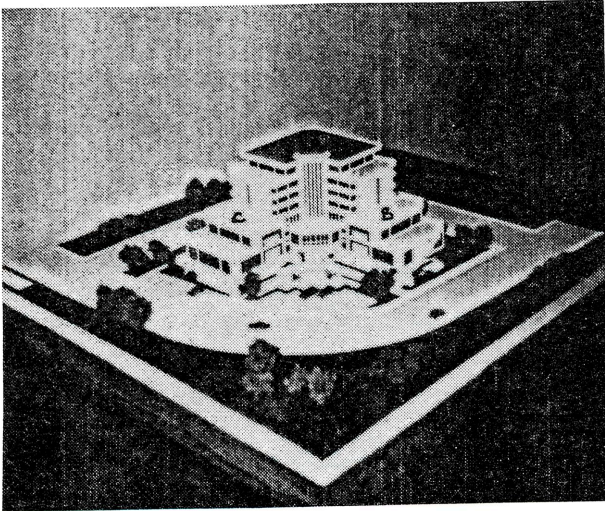
SEKİZ KATLI 3 ÜNİTELİ MANİSA ÖĞRETMENEVİ İNŞAATINDA UYGULANAN SÖNMÜŞ KİREÇTOZU İLE ZEMİN ISLAHI

Nuran ÜNSAL - Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü, MANİSA

GİRİŞ

Manisa Bayındırlık ve İskan İl Müdürlüğü'nce yapılan Manisa öğretmenleri inşaat öncesi (Resim. 1) problemleri olan inşaat zemininin islahı için yaptığımız jeolojik etüt sonucunda, inşaat temel zemin stabilizasyonunda Türkiye'deki ilk uygulamalardan biri olan sönmüş kireçtozu uygulamasına karar verilmiş ve başarılı bir şekilde sonuçlandırılmıştır. Daha önce aynı yerde yaptırılan temel zemin sondajı ve alınan numunelerin laboratuvar deneyleri sonucundaki zeminin parametrik değerleri, stabilizasyon uygulaması için baz olarak alınmıştır. Doğal zemine, 3,45 m lik bir hafriyat sonucu ulaşılmış olup, çevre tarafından inşaat sahası, daha önce çöplük olarak kullanıldığından bu kota kadar, çeşitli yabancı maddeler (naylon, kiremit, çöp, kağıt vs. yığınları..) ile dolu suni yığma dolgu zemin mevcuttur. Hafriyat yapılarak suni dolgu kaldırılmış, doğal zemine ulaşılmış, ancak bu kez de 4 gözeden çıkan 2,2 lt/sn debili yeraltı suyu ile karşılaşmıştır.

Mevcut doğal zeminimiz, yeraltı suyu içerdiği için

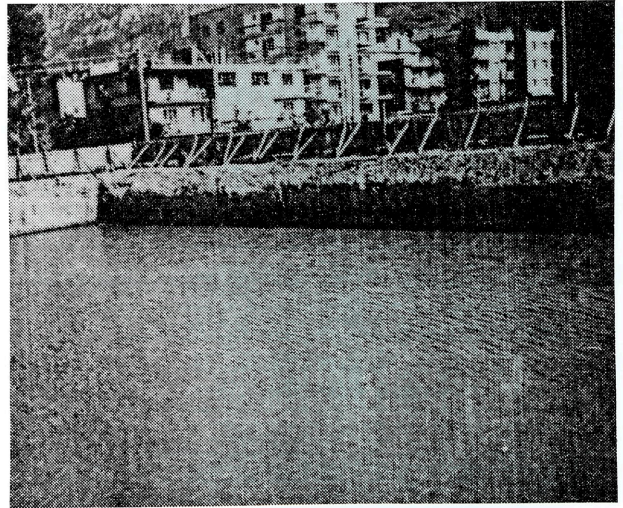


Resim.1- Manisa Öğretmenevi maketi

ve CL simgeli düşük plastisiteli killere sahip olup, A blok zemininde özellikle binadan aktarılabilecek yükleri YASS etkisi altında taşıyamıyacağından, zemin özelliklerini değiştirme yoluna gidilmiştir (Resim. 2).

Bina inşaatının gerektirdiği zemin dayanımını sağlamak için, stabilizasyon ile zemin geliştirilerek, lokal bir yapı değişikliği meydana getirilmiştir. Bu uygulama, üst yapının yeniden projelendirilmesi, derin hafriyatla sağlam tabakaya inmek veya kazık temel kullanmak gibi diğer yöntemlerden çok daha kolay ve ekonomiktir. Radye temelin uygulanmasına olanak veren bu stabilizasyon 1992 fiyatlarıyla 7.5 milyon TL sönmüş toz kireç masrafı getirmiştir. Aksi takdirde radye temel döşemesine olanak vermeyen YASS nedeniyle kazık temel uygulanmak zorunluluğu, yapılan kaba bir hesapla 3-4 milyarlık bir mali bilançoyu da beraber getirecekti ki, bu da toplam keşif bedeli olan 9 milyar TL nin yaklaşık yarısı oluyordu.

YASS şehir kanalizasyonu kotununun, inşaat kotumuzdan çok yukarıda kalması nedeniyle (birleşik kaplar prensibi gözönüne alınırsa) pompa edilemiyor, yeraltı



Resim.2- Mevcut doğal zemin (Kazılmış, hafriyatı yapılmış, yeraltı suyu ve CL killeri içeriyor.)

su seviyesi (YASS) olduğundan daha ekonomik olan radye temel uygulanamıyor, tek çare büyük mali külfet olan kazık temel seçeneği kalıyordu. Ancak, etüt ve sondaj verileri sonucu: gerekli dökümanlar da taranarak en uygun zemin ıslahı olan sönmüş kireçtozu yöntemi seçilip suyunda bu yolla aynı zamanda tecriti yapılarak radye temel tatbikine olanak sağlandı.

ÖĞRETMENEVİ İNŞAATINDA STABİLİZE EDİLEN DOĞAL ZEMİNİN ÖZELLİKLERİ ve STABİLİZE DOLGU ÇALIŞMASI

Burada düşük plastisiteli CL inorganik killerin en çok yer aldığı 8 katlı olan A Blok altında yapılan sondaj (S1, S3, S5) değerleri baz alınmıştır.

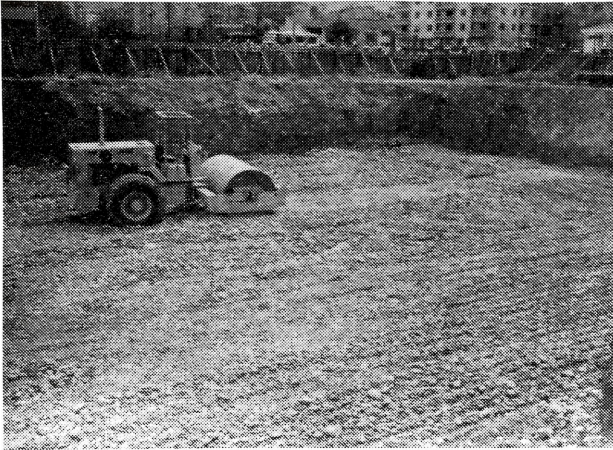
Bu özelliklerin ortalama değerleri

- a) Doğal zeminin dere boyu dağılımı:
 200 nolu elek = % 69.8
 4 nolu elek = % 94) CL simgeli inorganik killer.
 Kil yüzdesi = % 25 (Hidrometre ile)

- b) Kıvam limitleri =
 Likit limit = % 36
 Plastik limit = % 19
 Plastisite indisi = % 17 tür.

- c) PH değeri = Doğal zemin için PH = 8 alınmıştır.

Stabilize dolgu üretiminde şu aşama izlenmiştir. Tüm inşaat alanında, en derin yerdeki kazı 3.45 m olacak şekilde hafriyat yapılmıştır. Yeraltı suyu -1.00 m de bulunmaktadır. En altta 60 cm lik bir moloz+ocak artığı serilmiştir. Üzerine ise 25 cm lik kum-çakıl döşenmiştir. Yeraltı suyunun 2.2 lt/sn debili oluşu ve kireç stabilizasyonunun bazı sebeplerle gecikmesi nedeniyle yeraltı suyu üçüncü günde, yine yüzeye çıkmıştır. Toplam 85 cm lik moloz+ocak aktığı + kum çakıl karışımı tabaka, zeminde nispeten bir homojenlik ve duyarlılık sağlamış, daha sonra yapılacak stabilizasyonun YASS tarafından eritilmesini nispeten engellemiş olmaktadır. Bu tabakalar üzerine çalışmamızın konusu olan stabilizasyon yapılarak, tam bir homojenlik oluşturulmuştur.



Resim.3- B blok zemini, stabilizasyon sonrası, titreşimli, demir bandajlı silindirle sıkıştırma

Karayollarınca laboratuvar analizi yapılmış olan Uncu-bozköy ariyet ocağından alınan stabilize malzeme, sönmüş toz kireç ile harmanlanıp serilmiş ve sıkıştırılmıştır.

SÖNMÜŞ TOZ KİREÇ MİKTARININ TESPİTİ ve DOLGUNUN SIKIŞTIRILMASI

İnşaat zemininin elek analizi sonuçlarına göre 200 nolu elekten geçen ince malzeme oranı % 69.8 dir. Kil oranı ise hidrometre ile % 5 tir. Bu oranın % 10 u alınarak uygulanacak sönmüş toz kireç oranı bulunmuştur.

Sönmüş toz kireç miktarı = (kil oranı) %25x%10 = %2.5 sönmüş toz kireç oranıdır.

Temel dolguda kullanılan hafriyat malzemesi, yapılan hesaba göre 900 m³ tür.

$$900 \times \frac{2.5}{100} = 22.5 \text{ m}^3 \text{ sönmüş kireç miktarıdır.}$$

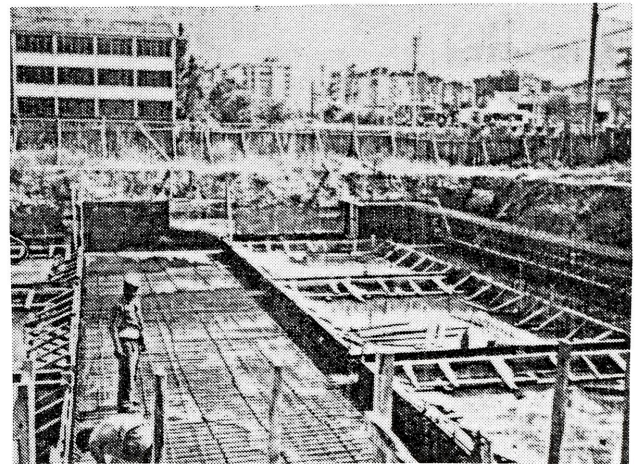
DOLGU İMALATI ve SIKIŞTIRILMASI

Stabilize malzeme, ariyet ocağından 20 şer tonluk kamyonlarla getirilerek, her kamyon hafriyatı arası 10-15 m olacak şekilde dökülerek yayılmıştır. Yayılmadan önce 22.5 m³ civarındaki sönmüş toz kireç torbaları hafriyat tepeliklerine eşit olarak bölüştürülüp boca edilerek, harmanlanmıştır (Şekil. 1). Herbiri 15 cmlik sıkışmamış, ayrı ayrı 2 tabaka oluşturulup sıkıştırılarak 25 cm lik bir sıkışmış tabaka elde edilmiştir. Sıkıştırma işlemi demir bandajlı, titreşimli silindirlerle önce 4-5 pas normal, sonra 2-3 pas vibrasyonlu olmak üzere 2 kademeli yapılmıştır (Resim 3).

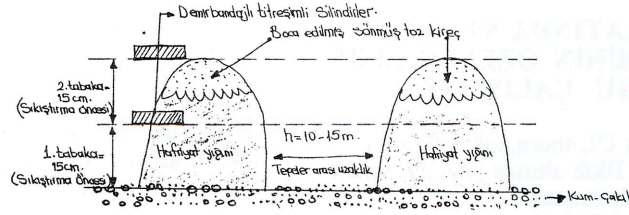
Serilen stabilize tabakalardaki sıkışma yoğunluğu, Karayollarınca yapılan standart proktor deneyine göre Max $\gamma = 2182 \text{ kg/cm}^3$ yoğunluktur.

Ancak bu değerlerin min değeri olan % 97 side yeterli olacaktır. Bu değer

$$\text{Min } \gamma = 2182 \times \frac{97}{100} = 2120 \text{ kg/m}^3 \text{ tür.}$$



Resim. 4- B blokta temel kalıp ve demir döşenmesi



Şekil. 1- Stabilize dolgu üretimi ve sönmüş toz kireç karışımı

Yaptığımız 2 kademeli tabaka sıkıştırılmaları sonucunda, Karayolları teknik elemanlarınca da görüş belirtilmiş sıkışmanın inşaat ve jeolojik yönden olabilecek en iyi düzeyde olduğu saptanmıştır.

ZEMİN KİREÇ STABİLİZASYONUNUN MEKANİZMASI

Stabilizasyon sırasında sönmüş kireçtozu, zemindeki CL simgeli killere etkileşime girer, ısı ve nem etkisi altında, zamana bağlı olarak zemin mukavemeti artar ve başlıca şu özellikler gelişir (Construction Manual on lime stabilization (1959) göre).

- Plastisite indisi, kabarma potansiyeli, şişme basıncı ve şekil değiştirme azalır.
- Taşıma gücü kapasitesi, önemli miktarda artar.
- Serbest basınç dayanımı 60 kata dek arttırılabilir.
- Optimum su muhtevası üzerinde suyu olan zeminlerde ve bataklık zeminlerde zeminin suyunu azaltır.
- Stabilize edilmiş kil, yağmur ve diğer yüzey sularını içine çekmeyerek konstrüksiyonda oluşabilecek gecikmeleri, azaltabilir. Plastisite azalacağı için arazi çalışma koşulları da iyileşir.

Kil mineralleri ile sönmüş kireç tozu arasında puzolanik reaksiyon oluşarak yeni çimentolaşan bileşenlerin uzun zaman içinde yüksek dayanım kazanması gerçekleşir. Özellikle yeraltı suyu mevcut ve CL simgeli killerin hakim olduğu öğretnemevi inşaat zemini gibi zeminlerde kireç stabilizasyonu, geniş kapsamlı ıslah imkanları oluşturmaktadır.

Sönmüş kireç tozu, kil mineralinin kristal kafesinden silisi sökerek reaksiyona girer. "Sert ve suda erimez bir (kalsiyum silikat jeli) oluşur. Oluşan jel, kil topraklarını çevreleyip boşlukları tıkar, zaman geçtikçe jel, (hidratlı silis)e dönüşür. Bu reaksiyonlar suyun mevcut olduğu ortamda en iyi sonucu verir. Su aniden azalırsa süreç kesintiye uğrar.

[(Kil+sönmüş toz kireç) → (su altında) (kalsiyum silikat jeli) → (hidratlı silis)] Ortamın PH değeri azalır. Bunun sonucunda ilk önce killerin plastisitesi düşer.

Killer önce jel şekline sonra çimentolanarak blok bir yapıya dönüşmüştür. Kimyasal yapıya paralel olarak jeolojik yapıda değişmektedir. Bu işlemler esnasında reaksiyon hızı yüksek olmadığı için yapım ve dolgu üretimi sırasında sorun çıkarmaz. Doygunluk düzeyini aşmış sulu zeminlerde, kireç stabilizasyonu zemin suyunu hızla azaltır. Öğretnemevi zemininde de görüldüğü gibi geniş ve çok yönlü etkileri ile suya karşı bir önlem tabakasını kendiliğinden oluşturur.

Zemin ıslah edilip, yeraltı suyu da kendiliğinden kaybolduktan sonra, kuru zemin üzerinde 10 cm lik koruyucu bir grobeton tabakası yapılmıştır. Bu tabaka içine bir yan tedbir olarak geçirimsizlik sağlayan sika ve benzeri özel katkı maddeleri karıştırılarak, daha sonra radye temel, kalıp ve demir döşemesine geçilmiştir. Halen inşaat sağlıklı bir şekilde devam etmektedir (Resim. 4).

KATKI BELİRTME

Çalışmalarımızı dirayetli tutumları ile destekleyen Manisa Bayındırlık İskan Müdürü Sayın Tahsin Okay'a, çalışmamızın tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Dokuz Eylül Üniversitesi'nden Sayın Dr. Recep Yılmaz'a, Karayolları Manisa Şube Şefi Sayın Zeki Küskü ile Kontrol Mühendisi Erol Dikicioğlu'na teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca Jeoloji Mühendisleri Odası İzmir Şubesine teşekkür ediyoruz.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Yılmaz, H.R. (1990) "Kohezyonlu bir zeminin bazı parametrelerinin kireç stabilizasyonu ile değişimi üzerine bir araştırma" D.E.Ü. Müh. Mim. Fak. İnş. Müh. Bölümü Bornova/İzmir.
- Arba, (1959) Construction Manual on lime stabilization.
- Prandil, H. (1981) "Alteration of Soil" parameters by stabilization With lime Aust.
- Glare, K.E. Cruchley, A.E. (1957) "Laboratory experiments in the stabilization of clays With hidrated lime" Geotechnique.