

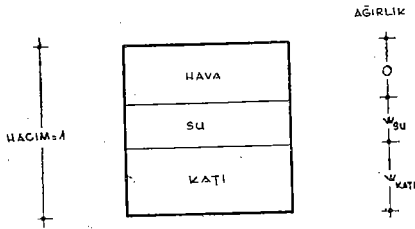
Dinlendirme ve Kurutmanın Pişmiş Topraktan Yapılan Malzeme Kalitesi Üzerine Tesirleri

Pişmiş topraktan yapılan malzemenin kalitesine tesir eden fizik özelliklerin başında kil - su karışımı ile ilgili olanlar gelir.

Kil - su karışımında su miktarı arttıkça karışımın yumuşadığını, azaldıkça sertleştiğini görüyoruz.

Bir kil nümunesinin teşkil ettiği hacim genel olarak üç kısımdan ibarettir : Katı, su (sıvı), ve hava (gaz). Katı kısım mineral zerrelere, su ve hava mineral zerrelere arasındaki boşluğu ıssal eder.

Su muhtevasının tārifi, yani kilin içindeki su miktarını kantitatif olarak ölçmenin en basit yolu, birim hacim içinde bulunan suyun ağırlığını birim hacimdeki katı madde ağırlığına oran etmektir (Şekil : 1).



$$\mu_{\text{TEVASI}} = \frac{W_{\text{SU}}}{W_{\text{KATI}}}$$

Şekil : 1

Bol su ile gayet cıvık kıvamda bulunan kilin kurutuldukça sıvı kıvamdan katı kıvama kadar geçirdiği safhaları su muhtevası cinsinden ifade etmek istersek (Şekil : 2) de görülen diyagramı elde ederiz.

Karışım kurudukça evvelâ sıvı kıvamından plâstik kıvama geçerken su muhtevası bir ara Likit Limite (LL) eşit olur ve boşluklardaki su miktarı daha da azaldıkça su muhtevası Plâstik Limite yaklaşır.

(PL) ile (SL) arasında karışım yarı katı kıvamdadır. Rutubet (SL) ye tekabül eden miktarın altına düşünce kil artık bir katı madde halini alır.

Atterberg Limitleri olarak tanınan bu limitler basit laboratuvar deneyleri ile tārīn edilir.

Atterberg Limitleri kilin iki fizik özelliği hakkında bilgi sağlar.

Yazan :

Hüsameddin GÜZ

Y. Müh. Yardımcı Prof. (ODTÜ)



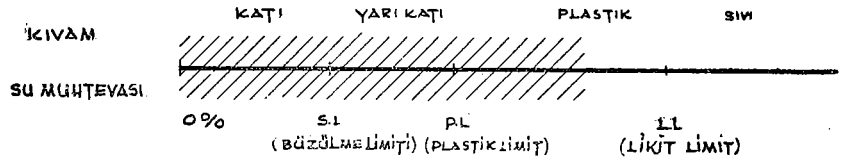
Bunlardan birincisi kompresibilite yani boşluk hacminin küçülmesine bağı olan sıkışılabilir kabiliyeti, diğeri de plâstikliktir.

Bir kilin likit limiti büyüdüğüce kompresibilitesi de artar. $LL > 50$ (%) olan killer yüksek kompresibiliteyi haiz kil olarak sınıflandırılır.

Kilin plâstiklik derecesi ise, Plâstiklik Endeksi (PI) ile ölçülmektedir. Plâstiklik Endeksi likit limit ile plâstik limitin farkı olarak tārīf edilmiştir. Plâstiklik özelliğini haiz olmayan zemin cinslerinde $LL = PL$ olup $PI = 0$ olduğu görülür.

(Şekil : 3) de görülen Casagrande diyagramında $LL = 50$ ye tekabül eden düşey hat yüksek kompresibiliteyi haiz killerin diğelerinden ayırdedilmesini sağlar. (A) çizgisi ise plâstiklik derecesini tārīn eder.

Bir zemin için bulunan (LL) ve (PI) değerlerine tekabül eden nokta (A) çizgisinin üstünde ise o zeminin cinsi plâstiklik özelliği göstermektedir. Aşağıya doğru inildikçe plâstiklik özelliği azalmaktadır. Tuğla ve kiremit imali bakımından (Şekil : 2)



Şekil : 2

deki diyagramın taranmış kısmı ilgilendığımız konu bakımından önemlidir. Zira pişmiş topraktan malzeme imal edilirken evvelâ kil su ile iyice karıştırılarak homojen bir çamur elde edilir, şekil verilmeden önce dinlendirilerek kurutulur.

Çamurun, yüzeyinden buharlaşma yoluyla su kaybettiğçe direnç kazandığı görülür.

Plâstik çamurun çekmeye karşı

direnci $0.08 \text{ kg/cm}^2 - 0.6 \text{ kg/cm}^2$ iken fırında pişirildikten sonra $2.5 \text{ kg/cm}^2 - 25 \text{ kg/cm}^2$ ye yükselmektedir. Killerde Plâstiklik Endeksi (PI) ne kadar büyük olursa kurutulduktan sonra kilin direncinin de o derece yüksek olduğu görülür. Buna mukabil Likit Limitin büyük olması da, büzülme dolayısıyla kurur ve pişerken hacim değişmesi yüzünden çatlaklar meydana geleceğinin delildir.

Kilin birim hacmini gözönüne getirirsek bu hacmin içinde üç faz bulunduğunu (Şekil 4) de görmüş-tük.

1 — Katı faz : Mineral zerrelere (özgül ağırlık : $G_s = 2.50 - 2.70$)

2 — Sıvı faz : Su (özgül ağırlık : 1)

3 — Gaz faz : Hava (katı ve su fazların yanında havanın ağırlığı ihmal edilebilecek kadar küçüktür.)

Killerde boşluk oranı

$$V_h - V_s$$

$$(e = \frac{V_h - V_s}{V_s})$$

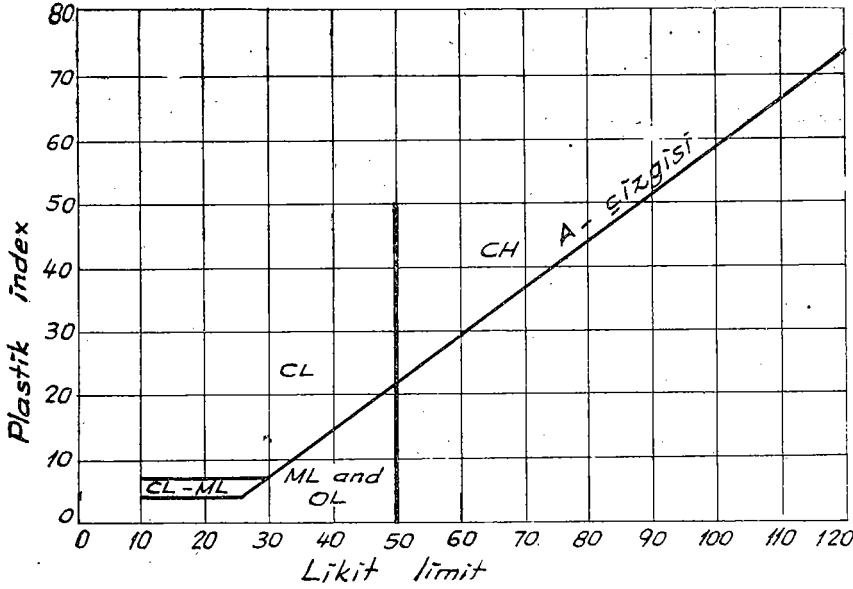
$$V_k$$

genel olarak 0.70 ilâ 2.00 arasında bulunmaktadır. Fevkalâde haller için boşluk oranının (4) e kadar yükseldiği de görülür.

(Şekil : 5) de yüzeyinden buharlaşma yoluyla su kaybederek kuru-

maya terk edilen cıvık haldeki kil - su karışımının hacminin küçüldüğü görülüyor. Buharlaşma yüzünden meydana gelen kapiller gerilmenin yarattığı basınç artışının grafiği (Şekil : 5) de (u) eğrisi ile gösterilmektedir. Su kaybı devam ettikçe katı kil zerrelere teşkil ettiği iskelet (u) eğrisi ile ifade edilen bir basınca mâruz kalmaktadır.

Buna mukabil nümunesinin hacmi



Şekil : 3

küçüldükçe katı kil zerrelerekinin teşkil ettiği iskelet hacim değişikliğine karşı gittikçe artan bir direnç meydana gelir ki bu da (Şekil : 5) (σ) eğrisi ile gösterilmiştir. Büzülme Limiti dediğimiz (SL) bu iki eğrinin kesişme noktasına tekabül eder. Kapiler gerilmenin basınç kuvveti artık sıkışmaya karşı direnci yenemediği için (SL) ulaştıktan sonra numunede hissedilir bir hacim değişikliği olmaz.

Hacim değişmesini su muhtevası cinsinden ifade edince (Şekil : 6) daki grafiği elde ederiz ve Büzülme Limitine (SL) tekabül eden su muhtevasına gelince numunenin hacmen küçük değerine ulaşmış ve katı duruma geçme eşiğindedir.

Herhangi bir sıvının kil ile teması gelmesiyle meydana gelen karışım benzer özellik göstermez.

Benzin, petrol gibi hidrokarburlerle kil - su karışımına benzeyen karışım elde edilemez. Ancak alkollü sirke gibi (OH) grubu ve (H) ion-

ları ihtiva eden maddelerle kil - su karışımına benzer karışım elde etmek kabildir.

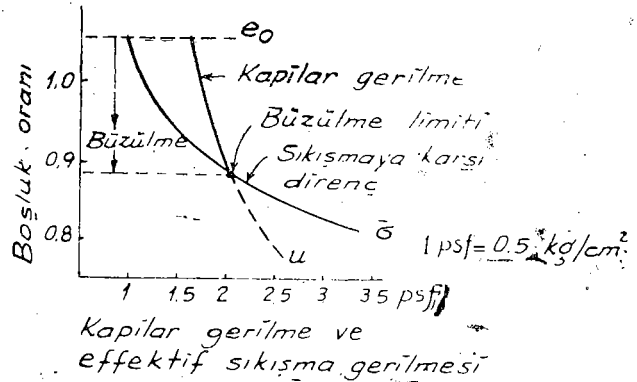
Kil - su karışımının özellikleri bizi biraz daha kilin iç yapısına inmeğe sevkeder. Elektron mikroskop

meydana gelen killer daha ziyade maddenin kimyasal karakterine bağlı olarak kristal halindedirler.

Dane çapı küçüldükçe toplam yüz alanının çok büyümesi dolayısı ile cisimlerin yüzlerindeki elektros-tatik yük ve diğer yüzeysel kuvvetler de ehemmiyet kazanmaktadır. Şöyle ki çapları 2 mm olan yuvarlak danelerden müteşkil bir cisim için özgül yüzey alanı gram başına 13 cm² iken 10 A × 10 A × 10 A boyutundaki bir zerre için özgül yüzey alanı gram başına 2220 m² olmaktadır.

(Şekil 6a) da kil zerrelerekinin yüzündeki elektros-tatik yük negatif olduğu için hemen kil zerresiyle temas halinde olan su molekülleri polar hale gelerek pozitif uçlarıyla kil zerresine yapışır. Kil zerresi etrafında hâsıl olan bu filme adsorpsiyon tabakası ismi verilmektedir. Bu film yüzeyel kuvvetler tesiri altında katı ile sıvı arasında bir durumdadır. Killerin plâstiklik özelliği bu adsorpsiyon tabakasının kalınlığı ile ilgilidir.

Yüzeysel kuvvetlerin tesiri al-



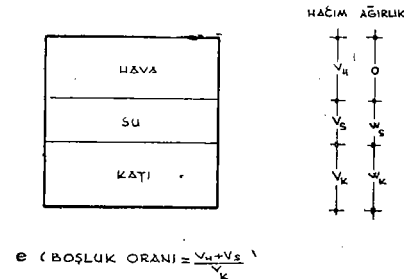
Şekil : 5

altında kil zerrelerekinin kalınlıkları 7 Angstrom (1 A = 10⁻⁸ cm) olan ince sahife (Kaolin) veya ince çubuk (Holloysit) v.s. şeklinde gözük-mektedir. Sedimentasyon yolu ile (göl veya delta formasyonları) meydana gelen killerde, ki bu killer ek-seriyeti teşkil etmektedir, sahife şeklinde olan kil zerrelereki yoğunlukları takdirde kırılarak çubuk haline gel-meleri muhtemeldir. Yerinde ana kayadan kimyasal ayrışma yolu ile

tında kil zerrelereki iskambıl kâğıdına benzer bir iskelet teşkil eder.

Belli başlı kil cinsleri Kaolinit, Halloysit, Montmorillonit, İllit, Klorit, Sepiolit, Attapulgit, Allofan ve bunların terkipleridir. Pışmış topraktan malzeme imali için en müsait kil cinsi (İllit) tir.

Kaolinit : Kimyasal formülü (OH)₃ Al₂ Si₂ O₁₀ olan kaolinit her biri 7A kalınlığında bir kitabın sahifelerine benzer şekilde tabakalardan

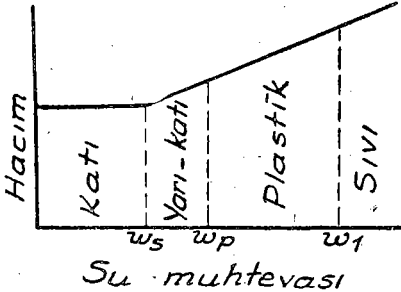


Şekil : 4

müteşekkildir 7A kalınlığındaki sahifeler birbirlerine (O) bağlantıları ile merbuttur. 7A lık üniteler birbirini takip eden oksijen, silis, oksijen, hidroksil, alüminyum, hidroksil tabaka sırasını takip eder.

Halloysit : Halloysit de Kaolinit gibi 7A kalınlığındaki ünitelerden müteşekkildir. Aradaki belli başlı fark moleküler bir su tabakasının sahifeler arasına girebilmesidir. Bu yüzden formülü, $(OH)_2 \cdot Al_2 \cdot Si_4O_{10} \cdot 4H_2O$ olmaktadır.

Montmorillonit : Montmorillonit oksijen, silis, oksijen hidroksil, alüminyum, (veya demir veya magnez-yum), oksijen, hidroksil, silis, oksijen tabakalarından müteşekkildir. Sahifeler 9.5A kalınlığındadır. Müteakip sayfalar arasında bağlantı kuvvetleri zayıf olduğu için su ile temas halinde şişme meydana gelmektedir.



Şekil : 6

İllit : Pişmiş topraktan malzeme imali bakımından makbul bir kil cinsi olan illit sahifeler arasındaki bağlantı kuvvetlerinin sıkı olmasından dolayı su ile temasa geldiği zaman şişme özelliği göstermemektedir.

Klorit, sepiyolit, attapulgit, allofan ve değişik cins killerin karışımlarından meydana gelen cinsler tabiatla rastlanan özellikleri birbirinden çok farklı fakat bir tek kalime ile kil olarak teşhis ettiğimiz zemin

cinsleridir.

Pişmiş topraktan malzeme imali bakımından killerin iki fizik özelliği üzerinde durulması icabeder. Büzülme ve tiksotropi (thiotropy).

(Terzaghi) ye göre büzülme safhasında kapilarite kuvvetleri yüzünden kil zerrelere maruz kaldığı basınç 0.5 ilâ 3 kg/cm² kadardır.

Yuğrularak açık havada bekletilen bir kil topağı buharlaşma ile dış yüzünden su kaybettikçe zerrelere teşkil eden iskeletin içindeki boşluklar gittikçe küçülmektedir.

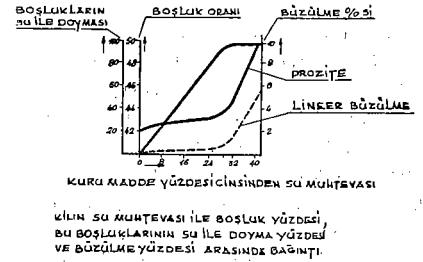
Kil ile su arasındaki münasebetten bahsederken plâstikliğin su oranına bağlı olduğu zikredilmişti. Kuru ile azar azar su ilâve edilince plâstikliğin bir mertebeye kadar arttığını görüyoruz. Bu mertebe aşılınca kil - su karışımı cıvık ve yapışkan bir hale gelmektedir. Sıvı kıvamında olan çamur işlenme kaabiliyetini de kaybeder.

(Şekil : 7) yi tetkik edersek bir kil numunesinde su muhtevası % 30 a ulaşınca porozitenin yani boşluk hacminin toplam hacme oranının birden bire arttığını görüyoruz. Bu olay boşluklar su ile doldukça kil zerrelere kendiliklerinden birbirlerinden uzaklaşmaları ile izah edilebilir. Kil zerrelere göre kalınlıkları 7A veya 9.5A olan sahifeler halinde bulunduğu bahsetmiştik. Şişme özelliğini gösteren killerde zerrelere yüzleri arasındaki mesafe 20A ile 25A kadar olmaktadır. Kuruysa bu mesafe 10A ya kadar azalırsa da plâstik kil süspansiyonu içindeki kil zerrelere yüzlerinin birbirlerinden 10³A ile 10⁴A kadar mesafede bulunması icabemektedir.

Son araştırmalar killere şişmesinin de daha çok plâstiklik endeksinin ve 0.002 mm den daha küçük bo-

yuttaki zerrelere miktarına bağlı olduğunu göstermektedir (Ref. 7).

Bazı kil cinslerinde tiksotropi özelliğinin aşırı derecede olduğu göze çarpmıyor. Tiksotropi ismi verilen özellik yoğrulduktan sonra kilin kendine zamanla direnç kazanmasıdır. Ölçü olarak tiksotropik direnç oranı târif edilmiştir. Bu oran kilin herhangi bir (t) anındaki direncinin kilin hemen yoğrulduktan sonraki (t-o) anındaki direncine oranıdır (Şekil : 8).



Şekil : 7

Kil süspansiyonlarının elektrolitlere karşı davranışları da kil zerrelere küçüklüğü dolayısıyla yüzlerinde hâsıl olan kuvvetlerin elektrik menşeli olduğuna dair bir delil addedilebilir.

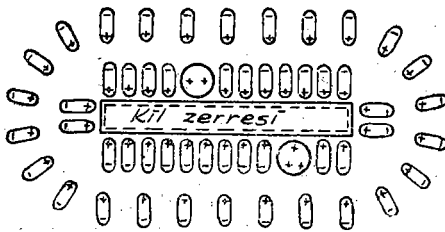
Kil zerrelere arasında belli başlı iki cins kuvvetin mevcudiyeti üzerinde durulmaktadır.

1 — Çekici kuvvet : Van der Waals - London kuvvetleri. Bir zerrenin iki düz yüzü arasındaki çekici kuvvet, (C) bir sabit katsayı ve (r) de zerrelere ara mesafesi olmak üzere $\frac{C}{r^2}$ kanununa uymaktadır.

2 — İtici kuvvet : Elektrostatik yük taşıyan bir kil zerresi etrafındaki su moleküllerini polarize ederek yaygın bir çift tabaka meydana getirmektedir. Bir diğerinden uzak mesafede olan bir zerrenin yükü bu çift tabaka yüzünden perdelanmaktadır. Çift tabakalar birbirini katedecek kadar birbirine yaklaşmaları halinde bir itici kuvvet meydana gelmektedir. Bu kuvvetlerin potansiyeli Debye denklemi yardımı ile bulunmaktadır.

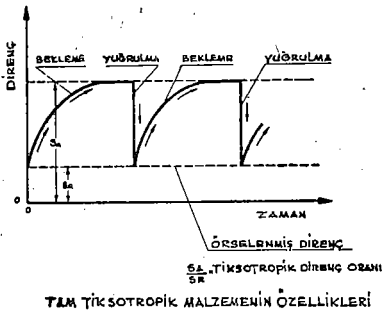
$$\eta = \frac{Kr}{Be}$$

Üçüncü olarak ileri sürülen ve (r) nin çok küçük değerleri için or-



⊕ Kation ⊖ Sıkı adsorbe olmuş su tabakası ⊖ Gevşek adsorbe olmuş su tabakası

Şekil : 6a



Şekil : 8

taya çıkan bir itici kuvvet daha vardır. Bu kuvvetin şiddeti yüksek meritede negatif (r) kuvveti ile ifade edilmektedir. (Şekil : 9) da zerrelere arasındaki ara mesafeye bağlı olarak çift tabaka itici kuvvet ve çekici kuvvet eğrileri ile bunların net toplam etkisini gösteren eğri görülmektedir. Çift tabakanın itici kuvveti elektrolit konsantrasyonuna bağlıdır. Bundan dolayı da değişik net etki eğrileri elde edilmektedir.

Kil - su karışımının stabil olması, tiksotropik özellikte olması veya koagülasyon (flokülasyon) hâsıl etmesi kilin cinsine bağlı olduğu gibi konsantrasyon dolayısıyla bu net etki eğrisinin şekline de bağlıdır.

(Şekil : 10 da) görüldüğü gibi dışardan bir yağrulma kuvvetinin tatbiki toplam iç enerjide itici kuvvetleri büyötmektedir. Kil zerreleri arasında itici kuvvetlerin hâkim olmasıyla kil zerreleri küçük miktarlara benzer şekilde birbirine paralel bir dizilişe girerler.

Dış kuvvetlerin kalkınmasıyla zerrelere arasındaki yine çekici kuvvetler hâkim olmakta ve zerrelere uçları diğer zerrelere gövdelerine büyük bağ kuvvetleriyle yapılarak iskambil kâğıdı yapısı meydana gelmekte, bundan dolayı da kilin direncinde artış olduğu düşünülmektedir.

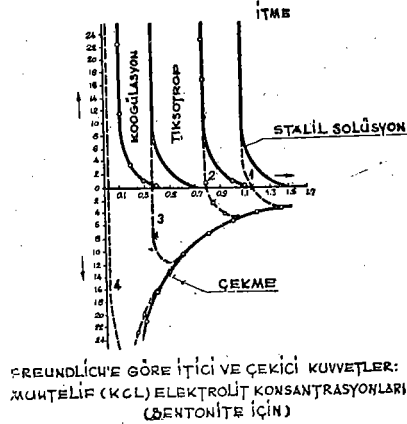
Killer, kurutulma işlemi esnasında su kaybetmektedirler. Isı yükseldikçe bu su kaybetme de killerin cinslerine bağlı olarak farklı olmaktadır. (Şekil : 11) ve (Şekil : 12) de genel olarak su kaybının 500°C civarında birdenbire arttığı görülmüştür.

Bazı cinslerde (İllit) gibi 500°C civarındaki su kaybı artışı daha az belirli olmaktadır. Pışmış topraktan yapılan malzemede daha çok (İllit)

kullanılmasını da buna yormak doğru olur. Pışırılan kil zerrelere temas noktalarında (fusion) la birbirleriyle kaynamaktadır.

Kuruma safhasında su kaybetme çevredeki havanın sıcaklığına ve havadaki su buharı ile doyma derecesine bağlıdır. Sıcak hava ile temas halinde olduğu için su kaybeden yüzün beslenmesi kapilarite ile kil topağının merkezinden yüzüne doğru meydana gelen su akımı ile sağlanmaktadır.

Çok şiddetli bir su kaybına mâruz kalması halinde kilin yüzünde sert ve kuru bir kabuk teşekkül etmekte, bu kabuğun su geçirime ka-



Şekil : 9

biliyeti de küçük olduğundan hem kabuğun büzülmesi hem de ıslak kalan çekirdek boşluğunda su buharı basıncı yükselmesi yüzünden kilde çatlaklar meydana gelmektedir.

Anı kurutma neticesinde meydana gelen çatlaklar hem ıslak kalan çekirdek rutubetinin tahliyesinde, hem de toprak hacminde ısının düzgün yayılmamış olmasından dolayı meydana gelen farkı büzölme yüzündendir.

Temas ettiğimiz hususlar pışmış topraktan malzeme imalinde dinlendirme ve kurutmanın önemini göstermektedir. Pışmış topraktan yapılan malzeme kalitesine tesir eden belli başlı hususlar aşağıdaki gibi hülâsa edilebilir.

Homojen bir malzeme elde etmek için kilin iyice ufalanması ve sıvı kıvamına gelinceye kadar, yeterli kadar su ile karıştırılması lâzım olduğuna göre :

1 — Çamurda şekil verebilmek

için ve daha sonra kurutma ve fırınlama esnasında verilen bu şekli muhafaza edebilmesi için kilin yarı katı kıvamına gelinceye kadar yeter zaman dinlendirilmesi lâzımdır. Tabii veya sun'î kurutma esnasında da bakıye suyu tedricen kaybeder.

2 — Dinlendirme safhasında çamur su kaybı dolayısıyla 0.5 ilâ 3 kg/cm lik bir kapilarite basıncına mâruz kalmaktadır. Bu basınç malzemeyi sıkıştırarak kesafeti ve direnci arttırıcı bir tesir icra etmektedir.

3 — Dinlendirme ve kurutma esnasında su kaybının tedrici olması lâzımdır. Aksi takdirde teşekkül eden kabuk çatlamalara yol açar.

4 — Killerin tiksotropik özellikleri dolayısıyla yağrulmuş çamurun dinlendirilme esnasında direnci kazanması mevzu bahis olabilir.

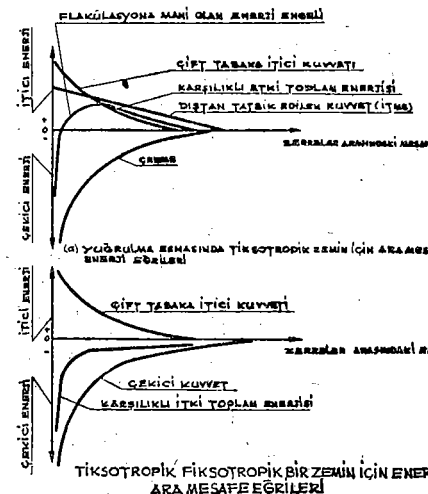
5 — Prodüksiyonu artırmak ve dolayısıyla maliyeti düşürmek gayesiyle sun'î kurutma tatbik edildiği takdirde rasyonel esaslara dayanan deneylerle kilin cinsine uygun optimum sıcaklık rutubet şartlarının tayini lâzımdır.

Gölbaşı ocaklarından alınan numuneler üzerinde yapılan deneyler iş'arı mahiyette yukarıda bahis konusu edilen hususları teyit etmektedir.

Birinci kalite tuğla ve kiremit imalinde kullanılan toprak için :

LL = 47.1

PI = 24.1 bulunmuştur.



Şekil : 10

Likit limitin, 50 den küçük olması (PI) ninde bu (LL) için (20) den büyük olması üzerine dikkati çekmek isteriz.

Buna mukabil ikinci kalite toprak için :

LL = 59.2

PI = 31.3

Bu sefer (LL) in 50 den büyük olması, kururken hacim değişikliği yüzünden mamül maddenin kalitesinde düşük lük meydana getirmektedir. Fakat (PI) yine (A) çizgisinin üstündedir. Köylerde (lo) ile silindiren toprak damlarda kullanılan (çayır toprağı) denen kil için:

LL = 164.3

PI = 127.6 bulunmuştur.

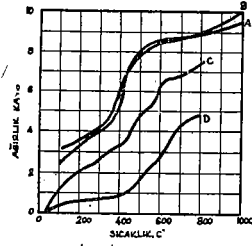
B. Amerika'da piyasa malı Bentonite kilinin karakteristikleri ise :

LL = 442.0

PI = 339.0 dur.

Tuğla ve kiremit fabrikalarında toprak karakteristiklerinin değişmesi kalite kontrolunu güçleştirdiğine göre gelen partilerden nümune alınarak (LL) ve (PI) tayıni fabrikaya gelen toprağın karakteristiklerinde değişiklik olup olmadığını farketmeğe kâfidir.

Toprak cinsinde değişiklik görüldüğü takdirde dinlendirme, kurutma işlemleri esnasında o yönde tahhiz cihazına gidilebilir. Lüzumlu teç-



KURUMA EĞRİLERİ (GRİM, BROY, BRODLEY TARAFINDAN)

A. İLİT
B. İLİT
C. MÜSKOVİT, İNCE ÇÖBÜTÜMÜŞ
D. MÜSKOVİT, 100 NO. ELEK. (C DEN DAHA İRİ)

Şekil : 12

- 2 — Physico - Chemical Properties of Soils : Clay Mineral R. E. Grim Ion Exchange Phenomena. A. W. Taylor Soil - Water Systems. İ. Th. Rosenquist ASCE - Journal of the Soil Mechanics And Foundations Division, April - 1959.
- 3 — Clay Mineralogy R. E. Grim
- 4 — Technologie Des Produits en Terre Cuite V. Bodin
- 5 — Elasticity, Plasticity and Structure of Matter - Chapter 12 - Clay R. Houwink
- 6 — Fundamental Aspects of Thixotropy in Soils ASCE Transactions - Part 1-1961 J. K. Mitchell
- 7 — Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays. ASCE Proceedings No. 3169 June 1962 - H. Bolton Seed, R. J. Woodward, R. Lundgren. İmar ve İskân Bakanlığı Tuğla ve Kiremit Semineri için hazırlanmış tebliğidir.

Ankara 14-16 Haziran 1962

○

KÖY VE KASABA İÇME SU TESİSLERİNDE ŞEBEKE BORULARININ KİREÇLENMESİ

Köy ve kasaba içme su şebeke tesisatlarının kireçlenmesi (incrustation) Türkiye'de çok rastlanılan, giderilmesi müşkülât arzeden, müziç bir ârizadır. Suyun içindeki kirecin tasfiyesi, yani suyun yumuşatılması kabilse de bu takdirde suyun maliyeti fahiş derecede artmaktadır. İller Bankasının bu konuda tedbirler araştırdığına şifahen muttali olmuş bulunuyorum.

Bu yazıda, bu müşküle faydalı olur ümidiyle, kireçlenmenin esasına ait bilgiler verilmektedir. Bu prensipleri gözönünde bulundurarak, tanzim edilecek projelerde bu kompleks problemi tamamen olmasa bile kısmen kontrol altına almak kabil olabilir.

Kireçlenme şekilleri :

Genel olarak kireçlenme dört şekilde tezahür etmektedir :

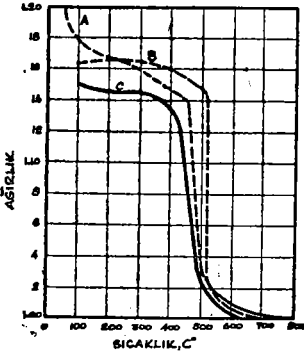
- 1) Suyun içindeki solüsyon halinde bulunan kalsiyum karbonat (Ca Co₃) ve magnezyum karbonatların çökmesiyle meydana gelen kireçlenme,
- 2) Suyun süspanسیون halinde taşıdığı kil ve silt gibi malzemelerin çökmesiyle meydana gelen kireçlenme,
- 3) Suyun içinde bulunan demir bakterileri yüzünden meydana gelen Kireçlenme,

Bu takdirde suyun içindeki bazı cins organizmalar eriyik haldeki demirle beslenerek büyümekte ve suyun temas halinde olduğu boşlukları koyu koloidal bir madde halinde doldurmaktadır. Hava ile de temasa gelince bu madde sertleşmektedir.

4) Demir bakterilerinden başka maddelerle beslenen organizmaların hâsil ettiği müküslerle kireçlenme, Bu cins organizmalarda amonyak ve ölü hücrelerle veya tahallül eden organik maddelerle beslenmektedir.

En çok rastlanılan kireçlenme tipi 1 nci maddededir. İçme suyunun içinde organik madde yok gibidir. Kireçlenmenin birinci derecede âmil kalsiyum karbonat yani (kireç) tir. Kirej, alüminyum silikat ve demir sülfatlarla beraber esas bağlayıcı vazifesi görür ve ince kum zerrelerini tesbit eder. Enkrüstasyon maddesinde kireç miktarının az olması da bu yüzdendir. Çok daha nadir olmakla beraber, bazı hallerde, suyun içindeki süspanسیون halindeki yabancı maddelerin doğrudan doğruya mekânîk yoldan çökmesine de rastlanır.

Kireçlenmenin sebebi : Kireçlenmenin sebebi, yeraltından gelen kaptaj sularının az veya çok miktarda serbest karbon dioksit gazı ihtiva etmesidir. Su, yağmur halinde ve yağış esnasında yeraltına sızarken havadaki karbon dioksiti absorbe eder. Suyun karbon dioksit absorbe etme kapasitesi sıcaklığa ve basınca bağlıdır. Sıcaklık ne kadar düşük ve basınç ne kadar yüksekse, su, o derece fazla karbon dioksiti absorbe ederek bünyesinde tuta-



KURUMA EĞRİLERİ - (NUTTING TARAFINDAN)
800°C AĞIRLIK ESAS ALINMIŞTIR

A - HALLOYSİT
B - KOOLİT
C - ANAKİT

Şekil : 11

hizat 1000 T.L. içinde olup deneyler orta mektep mezunu bir lâborant tarafından yapılabilecek şeylerdir.

Referans :

- 1 — Introductory Soil Mechanics and Foundations G.B. Sowers and G. F. Sowers - Second Edition, 1961.