

Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Yedinci Ulusal Kongresi
22-23 Ekim 1998, Yıldız Teknik Üniversitesi İstanbul

ANTALYA-MANAVGAT-ALANYA BÖLÜNMÜŞ YOLU MANAVGAT NEHRİ KÖPRÜSÜ YAKLAŞIM DOLGULARI ZEMİNİ OTURMALARI

**Zuhal ETKESEN¹, Salih AKSOY², Nefise AKÇELİK³, Maviş AKYÜZOĞLU⁴,
Canan EMREM ÖGE⁵, Turan DURGUNOĞLU⁶**

ÖZET

Antalya-Manavgat-Alanya Bölünmüş Yolu Manavgat Köprüsü yaklaşım dolguları zemini için gerçekleştirilen detaylı jeoteknik çalışmalardan elde edilen veriler kullanılarak zemin iyileştirmesi projelendirilmiştir. Yaklaşım dolguları taban zemininde oluşacak oturmaların köprü kenar ayak kazıklarında negatif sürtünmeye neden olmaması ve yol trafiğe açıldıktan sonra üstyapıda oluşacak bozulmaların en aza indirilmesi için düşey dren uygulaması yapılmıştır.

Bu bildiride alınan oturma ölçümlerine göre “gerçekleşen oturmalar” ile jeoteknik çalışmalar sonucu hesaplanan “teorik oturmaların” karşılaştırması yapılmış, düşey dren olarak kullanılan bant drenlere ait yapım yöntemi sunulmuştur.

¹ İnş. Y. Müh. Karayolları Genel Müdürlüğü, 06100, Ankara

² İnş. Y. Müh. Karayolları Genel Müdürlüğü, 06100, Ankara

³ İnş. Y. Müh. Karayolları Genel Müdürlüğü, 06100, Ankara

⁴ İnş. Müh. Karayolları Genel Müdürlüğü, 06100, Ankara

⁵ İnş. Y. Müh. ZETAŞ Zemin Teknolojisi A.Ş. 81150 İstanbul

⁶ Prof. Dr. ZETAŞ Zemin Teknolojisi A.Ş. 81150 İstanbul

1. GİRİŞ :

Bu çalışmada kenarayak temelleri kazıklı sistem olan Manavgat köprüsünün yaklaşım dolguları altında beklenen oturmaların tamamlanmasının ölçümlerle izlenmesi, kazık imalat zamanına karar verilmesi; böylece oturmalar nedeniyle oluşacak negatif sürtünmelerin yaratacağı problemlerin ortadan kaldırılması yönünde yapılmış düşey bant dren uygulaması ve yapım yöntemi yer almaktadır.

Uygulama sırasında ve sonrasında oturma ölçüm kayıtları ZETAŞ Zemin Teknolojisi A.Ş. tarafından yerleştirilen oturma plakaları ve oturma kolonları kullanılarak alınmıştır (1), yapılan ölçümler A.Asaoka (2) tarafından önerilen “Yerinde yapılan ölçümlerden yararlanılarak nihai oturmaların tahmin edilmesi yöntemi” kullanılarak değerlendirilmiştir.

2. MANAVGAT KÖPRÜSÜ YAKLAŞIM DOLGULARI ZEMİNİ OTURMALARI :

Manavgat Köprüsü yaklaşım dolguları zemini için jeoteknik çalışmalar köprünün her iki tarafı (Antalya, Alanya) için yapılmıştır (3). Ancak burada sadece Antalya tarafındaki oturmalar için yapılan çalışmalar sunulmuştur.

Üstyapı inşasından sonra oluşabilecek ilave oturma kriteri olarak, esnek üst yapı yapılması koşuluyla köprü yaklaşım dolguları için maksimum 5 cm oturma miktarı kabul edilebilir mertebe olarak görülmüş (4), boyuna yönde farklı oturma oranı ise 1/500 olarak esas alınmıştır (5).

Antalya tarafında 1975, 1989, 1995 yıllarında 1'er adet olmak üzere toplam 3 adet sondaj ve 1 adet CPT deneyi yapılmıştır. 1995 yılı sondajlarından alınan örselenmemiş zemin numuneleri üzerinde konsolidasyon deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Yüksekliği ~ 6.00 m. olan Antalya tarafı yaklaşım dolguları için tesis edilen 4 adet oturma kolonundan (OK1, OK2, OK3, OK4) alınan ölçümler değerlendirilmiştir. (Şekil 1)

3. ZEMİN KOŞULLARI :

Km: 76+106'da yer alan köprü kenar ayağı yakınında (Km: 76+090 - Km: 76+110 aralığında) yapılan sondajlar ve CPT'ye göre zeminde üstte kalınlığı ~ 3.00 m. olan, SPT'si $N=5-7$ arasında değişen kahverengi siltli kil (CL-ML), altında kalınlığı 3.00 m. - 6.00 m. arasında, $N=2-6$ arasında değişen gri kil-siltli kil (CH-ML) bunun altında kalınlığı 5.00 m. olan $N=15-35$ arasında değişen kum-çakıl (SM-GP) tabakası yer almakta, bu tabakayı kalınlığı 11.50 m. - 14.00 m. arasında $N=4-6$ arasında değişen gri siltli kil-kil (CL-CH) tabakası ve en altta $N=14-31$ arasında değişen kum (SM-SP) izlemektedir, (Şekil 2).

Yapılan konsolidasyon deneyi sonuçlarından elde edilen hacimsel sıkışma katsayıları (m_v), sıkışma indisi (C_c) ve şişme indisi (C_s) değerleri ve CPT deneylerinden elde edilen q_c değerleri aşağıdaki gibidir, (3).

Zemin Tabakası	m_v (cm ² /kg)	C_c	C_s	q_c (kg/cm ²)
Kahverengi CL-ML	0.010	0.100	0.005	8.2
Gri CH-ML	0.030	0.110	0.008	8.5
Gri CL-CH	0.010-0.035	0.125-0.355	0.010-0.015	10.44

Bu sonuçlara göre üç farklı yöntemle yapılan oturma hesapları sonucunda beklenen oturma miktarlarının 40 cm - 53 cm mertebesinde olduğu ve bu oturmaların % 90'ının gerçekleşmesi için 16.5 yıl süre geçmesi gerektiği görülmüştür. Önlem alınmaması durumunda, zeminde oluşacak oturmalar nedeniyle kenar ayak kazıklarının 54 ton'luk negatif sürtünme kuvvetine maruz kalacağı belirlenmiştir. Yolun trafiğe açılma tarihi gözönünde bulundurularak oturmaların hızlandırılması amacıyla düşey bant dren uygulamasına karar verilmiştir. Zeminin yatay konsolidasyon katsayısı $C_r = 0.4 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sn}$ değeri kullanılarak yapılan hesaplar sonucunda, 6 ay sonunda oturmaların % 80 mertebesinde gerçekleşmesi için, kenarayaklar etrafında üçgen yerleşim planına göre 1.20 m. aralıkla $L=20$ m. uzunluğunda bant dren uygulaması gerekliliği görülmüştür.

4. OTURMA ÖLÇÜMLERİ VE DEĞERLENDİRME :

Bant dren uygulamasından sonra 22.06.1997 tarihinde dolgu inşasına ve oturma ölçümlerine başlanmış, 24.07.1997 tarihinde dolgu proje kotuna kadar yükseltilmiş ve oturma ölçümlerine devam edilmiştir. 09.04.1998 tarihi itibarıyla alınan ölçümler, oturma hızları ve nihai (A. Asaoka'ya göre) oturma miktarları aşağıda verilmektedir (1), (Şekil 3).

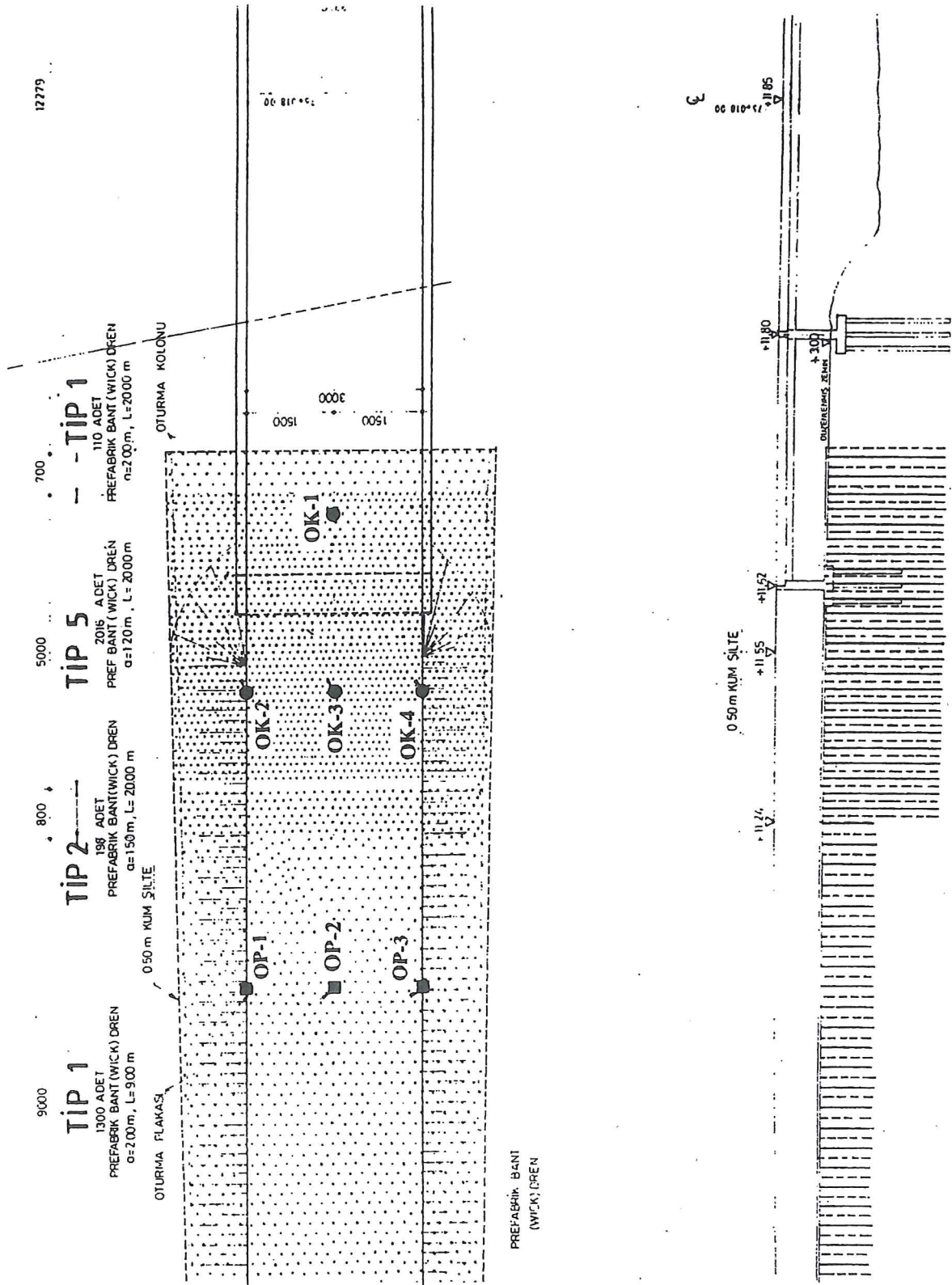
Kolon No	Ölçülen Oturma (cm)	Oturma Hızı (mm/hafta)	Nihai Oturma (cm)
OK 1	46.6	1.70	49
OK 2	44.0	1.75	46
OK 3	58.7	3.20	61
OK 4	53.2	2.50	56

Sabit dolgu yüksekliği ($H_{\text{dolgu}} = H_{\text{proje}}$) ve sabit okuma aralığı ($\Delta t = 2$ hafta) kullanılarak, oturma ölçümleri Asaoka yöntemine göre değerlendirilmiştir. Okumalar ardışık olarak koordinat kabul edilip noktalanmış, bu noktalardan geçen doğrunun $x=y$ doğrusunu kestiği nokta belirlenerek nihai konsolidasyon oturmaları tahmin edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda oturmaların 1.7-3.2 mm/haftalık hızla yavaşladığı ve 09.04.1998 tarihi itibarıyla 2 cm - 3 cm'lik kalan oturma bulunduğu belirlenmiştir. Kenar ayak imalatı için mobilizasyon, imalat ve beton prizi süreleri düşünülerek köprünün Antalya tarafındaki kenar ayak kazıklarının imalatına başlanması yönünde karar verilmiştir.

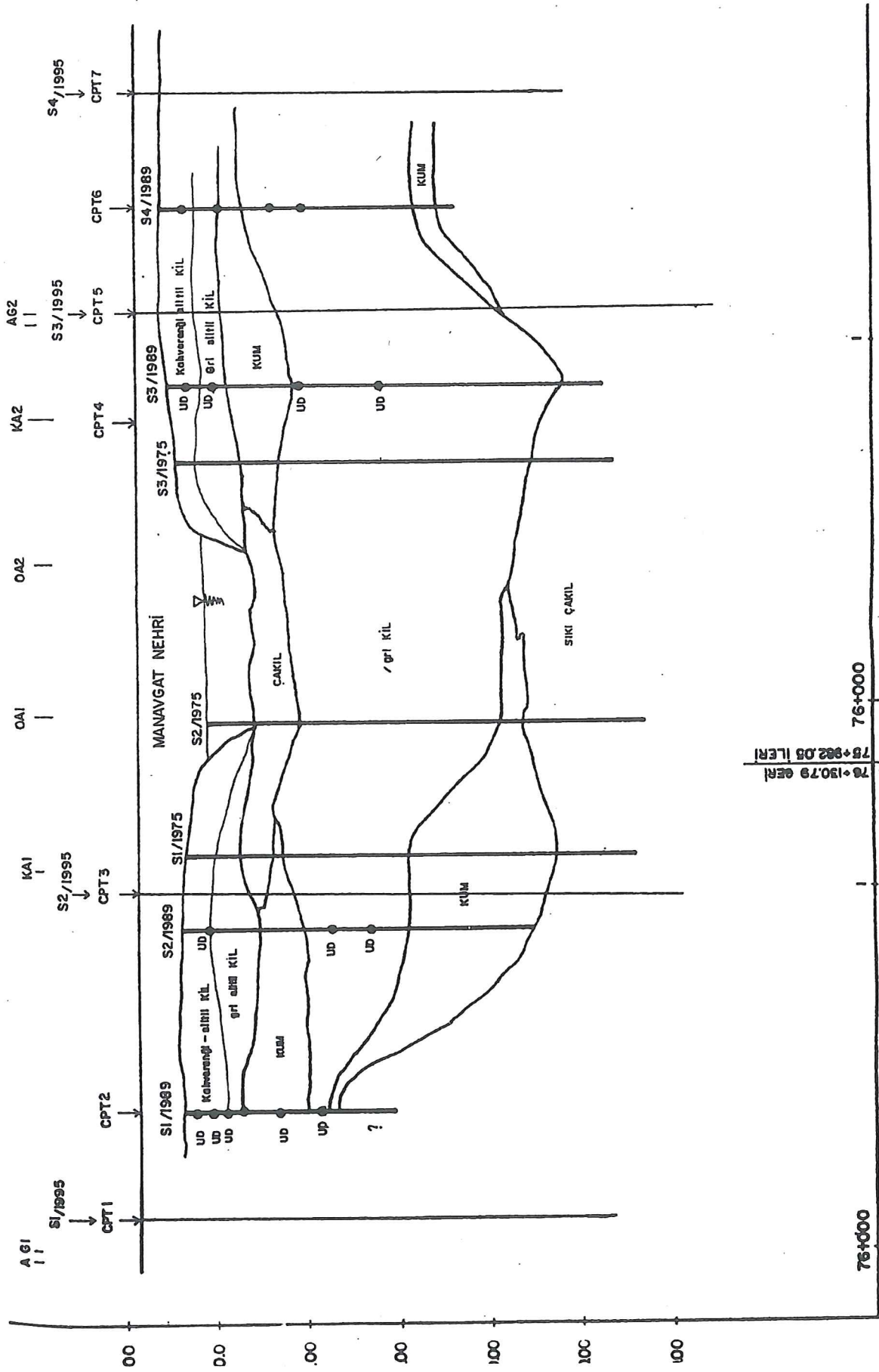
5. DÜŞEY BANT DREN UYGULAMA YÖNTEMİ :

Uygulama sırasında çıkabilecek problemler düşünülerek hazırlanan "düşey bant dren yöntemi ile zemin iyileştirilmesi durumunda uygulanacak esaslar ve işlem sırası" aşağıda açıklanmıştır (5, 6).

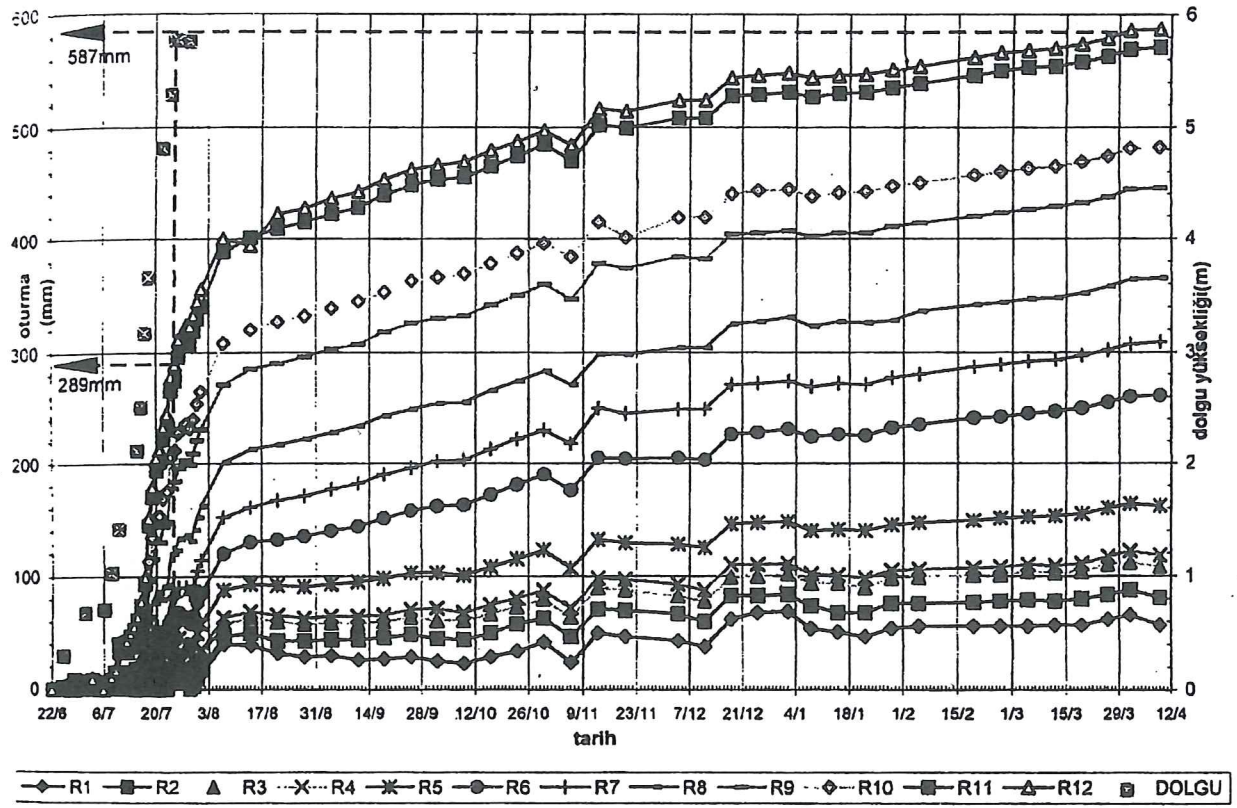
- Dolgu taban zemini minimum % 3 çatı eğiminde gerekli bitkisel toprak sıyırması yapılarak enine su deşarjına izin verecek şekilde hazırlanmalıdır.
- Kum şiltenin ilk 25 cm'lik tabakası hazırlanan yüzeye serilip sıkıştırılmalıdır.
- Düşey bant drenler aşağıda belirtilen hususlara uyularak ilk kum şilte tabakası üzerinden yerleştirilmelidir.



Şekil 1 : Antalya Tarafı Oturma Kolonu ve Oturma Plakaları Konumları



Şekil 2 : Antalya - Mersin Yolu Manavgat Nehri Köprüsü Jeolojik Kesit



Şekil 3 : Oturma Kolonu 3'e Ait Oturma - Zaman Grafiği ve Asaoka Grafiği

- e. Prefabrik sentetik bant drenler bir mandrel veya ceket yardımıyla, yırtılmadan zeminde gerekli proje derinliğine indirilmelidir. Ancak arazide sıkışamaz tabakaya projede belirtilen derinlikten daha erken rastlanması durumunda Kontrollük tarafından bant dren boyları revize edilebilir.
- f. Bant dren yerleştirme için sabit yük ve sabit hız (min. 5 cm/sn) tercih edilmelidir. Ancak zeminde SPT'si yüksek tabakalarla karşılaşıldığında vibrasyon etkisi kullanılabilir. Bu da yetersiz kaldığında ön delgi yapılmalıdır. Ön delgi yapılması durumunda, ön delgi derinliğine kadar delik açılır açılmaz tercihen bant yerleştirilmeden önce açılan kuyu içine kum şilte malzemesi özelliğinde kum doldurulmalıdır. Ön delgi tercihen auger ile yapılmalı ve SPT'si yüksek öndelgi gerektiren tabaka geçildikten sonra, auger ile sıkışabilir zeminde en fazla 60 cm ilerlenmelidir.
- g. Bant drenlerin düşeyden 6 cm/m'den daha fazla sapmaması, yerleştirme sırasında düşey su terazisiyle kontrol edilerek sağlanmalıdır.
- h. Bantların yerleştirilmesi sırasında zeminde örselenmenin en az olmasına özen gösterilmelidir.
- i. İlerleme hiç bir şekilde düşen ağırlık (şahmerdan) yöntemiyle yapılmamalıdır.
- j. Mandrel bant dreni uygulama sırasında yırtılmaya, kesilmeye veya aşınmaya karşı korunmalı ve gerekli derinliğe inildikten sonra mandrel yukarıya çekilmelidir.
- k. Mandrel kesit alanı dikdörtgen veya eşkenar dörtgen olup, toplam boyda 80 cm²'yi geçmemelidir.
- l. Mandrelin bağlı olduğu ekipman kapasitesi uygulama için yeterli olmalıdır.
- m. Bant dreni yerleştirme işlemi tamamlandıktan sonra, daha önce yerleştirilmiş olan 25 cm'lik kum şiltelin kirlenme nedeniyle şartname dışına çıkıp çıkmadığı kontrol edilmeli, bu ilk tabaka kirlenilerek şartname dışına çıkmış ise yenilenmeli, şartname dışına çıkmamış ise ilk 25 cm'lik kum şilte üzerinden itibaren, bant 20 cm daha yukarıdan kesilmeli ve kum şiltelin son 25 cm'lik tabakası serilmelidir. Sonuçta 50 cm kirlenmemiş (–No. 200 < % 3) kum şilte elde edildiği kontrol edilmelidir.
- n. Uygulamanın her iki tarafında kum şiltelin taşıyacağı suları toplayıp deşarj edecek yeterli kapasitede beton kaplamalı kanallar inşa edilmelidir.

6. SONUÇ :

Antalya-Manavgat-Alanya Bölünmüş yolu Manavgat Köprüsü yaklaşım dolguları altında oluşan konsolidasyon oturmaları, laboratuvar, arazi deneyleri sonuçları ve oturma ölçümleri değerlendirilerek hesaplanmış olup; oturma ölçümleri sonucunda bulunan oturma miktarı, laboratuvar ve arazi deney sonuçlarına göre bulunan değerlerden 8 cm-9 cm mertebesinde fazladır; ayrıca 6 ay sonunda oturmaların % 90'ı tamamlanmış olup, hesaplara göre bu süre içinde % 10 fazla oturma gerçekleşmiştir. Bu farklılığın zemindeki tabakalaşmanın değişken olmasından, arazi deneylerinin tek bir nokta düşeyini temsil etmesinden ve laboratuvar deneylerinde kullanılan küçük boyutlu deney örneklerinin örselenmesinden ileri geldiği tahmin edilmektedir.

Bu projede oturma ölçümleri değerlendirilerek oturmalar daha hassas bir şekilde tahmin edilmiş, oturmaların yola zarar vermesi engellenmeye çalışılmış ve zemin iyileştirmesine yönelik yapım yöntemi verilerek uygulamada çıkabilecek aksaklıklar en aza indirilmeye çalışılmıştır.

Kaynaklar :

1. ZETAŞ ZEMİN TEKNOLOJİSİ (1998) “Antalya-Alanya Devlet Yolu Manavgat Nehri Köprüsü Yaklaşım Dolguları Aletsel Gözlem Raporu ≠ 5”
2. ASAOKA A. (1978) “Observational Procedure of Settlement Prediction” Soils and Foundations, JSSMFE, Vol. 18, No. 4, Japan, pp 87-101.
3. ETKESEN Z., AKYÜZOĞLU M. KURTULMAZ E. (1996) “Antalya-Alanya Devlet Yolu Manavgat Nehri Köprüsü Yaklaşım Dolguları Zemin Etüdü” Teknik Araştırma Raporu.
4. HIGHWAY RESEARCH BOARD (1971) “Zemin Araştırma İşlerine Ait Teknik Şartname”
5. KGM Teknik Araş. Dai. Bşk. (1995) “Zemin Araştırma İşlerine Ait Teknik Şartname”
6. AMERICAN WICK DRAIN CORPORATION (1990) “Suggested Specification for Installation of Vertical Plastic Drainage Wicks”