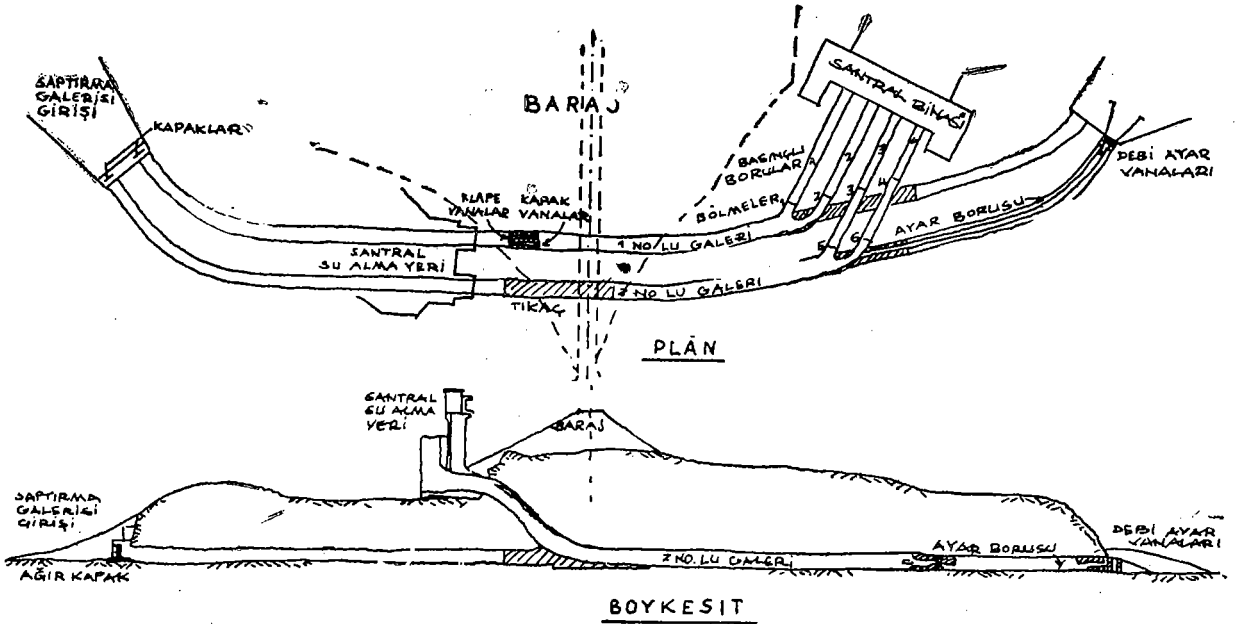




Şekil : 1 — Hirfanlı Barajındaki hidroelektrik tesislerinin plân ve kesiti

Hirfanlı Barajı İnşaatı (*)

(*)

Türkiye'de Hirfanlı Barajının baraj civarındaki arazinin coğrafyası ve jeolojisine göre tesbit edilmiştir; zira geçirimsiz çekirdekten başka bütün dolgu malzemesinin barajdan yarım mil kadar uzaktaki savak yerinde kazılıp çıkarılması gerekiyordu; böylece 2 milyon m³ kaya dolgu malzemesi nisbeten kısa mesafeden taşınabilecekti.

Barajın kendisi çok tehlikeli olabilecek çatlaklarla dolu gabro denilen aşınmış bir volkanik taştan dar bir boğaza yerleştirilmiştir. Çekirdeğin su geçirmezliği tam olarak sağlamak için nehir yatağının bir kenarından diğer kenarına kadar ve kenar ayakların her iki tarafında 12 m genişlikte ve 6 m derinlikte bir hendek açılmıştır; bundan sonra nehir yatağına ve ayakların çevresine düşey enjeksiyon yapılmıştır.

Hirfanlı projesindeki basınçlı enjeksiyonu Wimpey Laboratuvarının bu işte ihtisası olan elemanları üzerine almışlardır. Gaye, çekirdek hendeginin altındaki kayada enjeksiyonla bir perde teşkili ve hendek bölgesindeki bütün kayaların enjeksiyonla tıkanması idi. Su alma yer-

Çeviren :
Mehmetçik BAYAZIT
Yük. Müh.

○

leri, derivasyon galerileri ve basınçlı boruların enjeksiyonları da aynı firma tarafından yapılmıştır.

1955 Temmuzunda Kızılırmak üzerine bir servis köprüsü kurulduktan sonra delme işinin ilk bölümüne başlanmıştır. Köprü çalışma plâtfonu olarak kullanılarak, açılmış olan hendek çizgisi boyunca nehir yatağının altında 40 m kadar derinlikte gabro kayalar içine delikler açılmış ve kayaya basınç altında çimento enjekte edilmiştir. İş 1955 ekiminin başlarına kadar rahatça devam etmiş, bu tarihte ani bir kasırga köprünün ve delme âletlerinin büyük bir kısmını nehire sürüklemiştir. Fırtınanın devam ettiği birkaç saat içinde köprü tabliyesi seviyesine kadar 40 m genişlikte, 70 m uzunlukta ve 12 m derinlikte dolu taneleri yığılmış, geriye yalnız nehrin batı kıyısına dar bir kanal kalmıştır.

Nehrin bu şekilde hemen hemen

tamamiyle tıkanması ve aynı zamanda debinin büyük ölçüde artması sonunda köprünün yarısı seller tarafından sürüklenmiş, geriye kalan yarısı da buzlar tarafından artık kullanılamıyacak derecede bozulmuştur. Tamir işlerine derhal başlanarak üç hafta içinde enjeksiyon yeniden tam hızla ilerler hale getirilmiştir.

Nehir yatağının delme ve enjeksiyon işleri 1956 Ağustosunda tamamlanmaya kadar köprü üzerinden yapılan işlere seller yüzünden iki defa daha ara verilmesi gerekmiştir. İngiltere'den gelen firmanın elemanları ve mahalli personelle takviye edilen enjeksiyon ekibi bundan sonra nehir galerilerle yatağından saptırılmadan önce galeri kaplamalarının enjeksiyonunu yapmağa başlamışlardır.

Galerilerdeki çalışmalarda enjeksiyon pompa grupları, karıştırma tekneleri ve çimento torbaları hareketi kolaylaştırmak için dar hatlı dekoviller üzerine monte edilmişlerdir. Aynı zamanda borulardan yapılmış üç adet delme ve enjeksiyon seh-

(*) Civil Engineering and Public Works Review, Ağustos 1959.

pası da geniş hat üzerine monte edilmiştir. Bu sehpa vasıtasıyla beton ve kayalar delinip rastlanan boşluklar 7,5 kg/cm² ye varan basınçlarla çimento şerbetiyle doldurulmuştur.

Sıkı bir çalışma sonunda nehrin galeriler vasıtasıyla yolunun değiştirileceği tarih olan 1 Kasım 1956 ya kadar iş tamamlanmıştır. Bunu takiben 1957 haziranında galeri su alma kapaklarının, basınçlı boruların kaplamasının ve su alma ağzının çevresindeki kayalara yüksek basınç altında enjeksiyon yapılmıştır.

Nehir saptırıldıktan sonra membada bir sedde inşa edilmiştir. Böylece çekirdek hendeği alanın pompajla kurutulup sağlam kayaya kadar kazılması ve geçirimsizlik perdesi için delme ve enjeksiyon işlerine başlaması kabil olmuştur. Çalışılan alan son derecede engebeli ve dikti, kış mevsiminde yamaçlar kar ve buzla kaplanıyordu, geceleri ısı -15° ilâ -20°C, gündüzün ancak biraz daha yüksek oluyor, buna mukabil yazın delme işiyle uğraşanlar 35° ilâ 40°C de çalışıyorlardı.

İş tamamlandığında enjeksiyon ekibi sadece baraj ayaklarında takriben 5000 m uzunluğunda delme yapmış ve 100 ton çimento enjekte etmişti. Galerilerde 1200 m delme ve 1000 ton çimento enjeksiyonu yapılmıştı. İşin plân ve detayları Türkiye Devlet Su İşlerinin müşavir mühendisi olan Mr. Tippetts, Abbett, Mac Carthy, Stratton tarafından hazırlanmıştır.

Barajın 1,5 mil uzağındaki çukurlardan alınan malzemeyle killi siltten geçirimsiz bir çekirdek yapılmıştır. Malzeme 15 cm lik tabakalar halinde döşenmiş ve her biri 10 tondan fazla gelen ve D. 8 traktörleri tarafından çekilen, çiftler çiftler çalışan keçi ayaklı silindirlerle sıkıştırılmıştır. Çekirdeğin memba tarafındaki dolgu 30 cm lik tabakalar halinde yayılıp silindirlenen yarı geçirimsiz aşınmış gabrodandır; malzeme ince taneler çekirdeğe yakın olacak ve membaya doğru taneler kabalaşacak şekilde dizilmiştir. Çekirdeğin mansap tarafında buna benzer yarı geçirimsiz bir diğer bölge vardır, ilâve olarak yarı geçirimsiz kısımdan su akımı ile yerleştirilmiş 3 m genişlikte bir filtre ile

ayrılmış, barajın hacminin üçte birini teşkil eden temiz bir kaya dolgu kısmı bulunmaktadır. Yarı geçirimsiz dolgu D. 8 traktörleriyle çekilen 50 tonluk silindirlerle sıkıştırılmıştır.

Baraj, membadaki seddeden mansap taraftaki eteğine kadar 350 m uzunluğundadır; nehir yatağı seviyesinden 80 m kadar yüksekte olan kuronmanın ayaklar arasındaki uzunluğu 350 m kadardır. Dünyadaki toprak ve kaya dolgu karışımı barajların en büyüklerinden biridir. Avrupa'daki bu tip barajların en büyüğüdür. Biriktirilen su toplam yüzey alanı 108 mil kare olan 46 mil uzunlukta ve en geniş yeri 9 mil olan bir göl teşkil etmektedir. Savağa genişletilmiş bir tabii vâdiden yaklaşılmaktadır, savağın kuronman genişliği 100 m kadardır. Betonarme savak gövdesi baraj kronmanından 10 m kadar alçaktadır ve ana geçit yolunun bir parçasını teşkil eden betonarme bir köprüyü taşır. Su savaktan eğimli yüzeyler ve üç tane 18 m lik düşü vasıtasıyla 70 m aşağıdaki nehere dökülür. Savak tabanının genişliği 20 ile 100 m arasında değişir. Savak iki Quarrymaster perforatörü ile delinip gelignite ile atılan 10 m yükseklikte setler halinde açılmıştır. Kazının en derin noktası 60 m kadar derinlikteydi; şev eğimleri her 20 m de bir 3 m genişlikte düzlükler bulunmak üzere 1 yataya 2 düşey şeklinde idi.

İnşaat devresinde savağı baraça bağlamak için kilometrelerce yol inşası gerekmiştir. Malzemenin baraja varmadan önce ıslatılabilmesi için bazı noktalarda Euclid kamyonlarının yüklü olarak altından geçebileceği su püskürtme kemerleri yapılmıştır. Kayaları su ile sevk etmek, kumu tane büyüklüğüne göre ayırmak, beton imâl etmek ve günlük işlerde kullanmak için gerekli çok miktardaki suyu temin için nehirdeki bir sal üzerine büyük tulum balar yerleştirilmiştir.

Galeriler ve Santral Su Alma Yerleri

Baraj gövdesinin teşkili sırasında nehrin yolunu değiştirmek için sağ ayakta çıkış uçları santral bi-

nasının 100 m kadar mansap tarafında olan, biri 500 ve diğeri 550 m uzunlukta iki galeri açılmıştır. Bu galerilerin yukarısında barajın sağ tarafında santral için betonarme su alma tesisleri vardır; kapakların kontrol tertibatını taşıyan su seviyesinin üzerindeki kulelere ana santrale gelen yoldan güzel bir köprüyle geçilir. Bu su alma yerinden nehrin yolunu değiştiren galerilere doğru eğimli su yolları vardır; galerilerin orta kısımlarından su her galeri için iki tane olan basınçlı borulara ve oradan türbinlere gider.

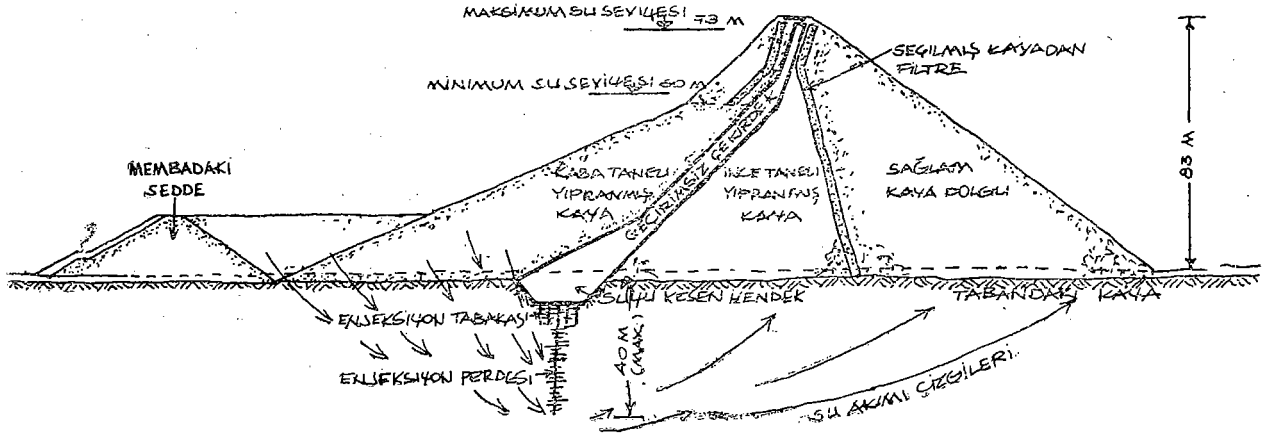
Debiyi kontrol eden kapakları ve ızgaraları işletme tertibatını taşıyan betonarme yapılar temelden 50 m yüksektedir ve 100.000 m³ kayanın kazılmasını gerektirmişlerdir. Bu yapılan cephesi 45 m genişliktedir; ızgaraların önünden asıl galeri ağzına olan uzaklık 20 m dir. Yapının duvarları 1,5 m kalınlıktadır; kapaklar için bir şaryoyu taşıyan geçit köprüsü 75 m den daha uzun ve zemin seviyesinden 30 m den daha yüksektedir.

Bütün yapı tali zelzele tesirlerine dayanacak şekilde boyutlandırılmıştır, öyle ki bütün ağırlığın onda birinin yatay yük olarak alınması halinde yapıya bir zarar gelmez. Yapı 40 m su yüküne dayanacak şekilde inşa edilmiş ve su üstünde kalan kısmı bu bölgede görülen çok şiddetli rüzgârlara dayanacak şekilde hesaplanmıştır.

Santral binası

Santral binası dört jeneratör alacak şekilde plânlanmış betonarme bir yapıdır. Jeneratör salonunu ve toplanı kısmını içine alan ana binanın uzunluğu 80 m dir. Binanın dışındaki transformatör bölmelerini saymazsak genişlik 19 m kadardır. Ayrıca tali şalterleri, batarya odalarını, kontrol odalarını, idare merkezlerini ve santralin işletilmesiyle ikinci derecede ilgili diğer tesisleri içine alan iki ek bina daha vardır.

Güneydeki ek bina 30×12 m² olup birisi esas giriş salonunu ihtiva eden üç katı vardır. Balkon ana jeneratör salonuna bakar. Binanın kuzey ucunda su boşaltma çukuru, ısıtma ve havalandırma tesislerini, transformatör yağ temizleme ve makine atölyelerini ve depo ma-



ŞEKİL : 2

hallini içine alan daha büyük bir ek bina vardır.

Betonun büyük kısmı binanın inşa edildiği sağlam kayadan 17 m kadar yüksekte olan jeneratör salonu seviyesinin altındadır. Temeli inşa için sert kayada 100.000 m³ kadar kazı yapılmıştır, kayaların yüzleri güvenilmez bir durumda olduğundan inşaat sırasında kaymalardan doğacak kaza ve ziyanlardan korunmak için devamlı dikkat sarfı gerekmiştir. Bu tehlikeye karşı koymak için hususi tedbirler düşünülmektedir, bu binanın iki kenarı boyunca koruyucu duvarlar inşası şeklinde olacaktır.

1957 de 2 numaralı galerinin girişindeki kapağın kapatılmasıyla, Hırfanlıdaki çalışmaların başlamasından üç yıldan fazla bir zaman sonra ve programındakinden 3,5 ay evvel Kızılırmak kontrol altına alınmış oldu. Böylece 1 numaralı galerinin kapağındaki vanalarla nehri barajın aşağısında istenen seviyede tutacak kadar suyu geçirip geri kalmasını biriktirmek kabil oldu. 2 numaralı saptırma galerisinin memba ucundaki ağır kapak muazzam bir gürültüyle indirildi, seyredenlerin alkışları arasında membaya doğru bir metre yükseklikte bir kabarma dalgası meydana geldi. Bu ağır kapak İngiltere'de imâl edilmiş çelik profil ve lamların yerinde monte edilmesiyle yapılmış ve 50 tonluk vinçlerle nihai durumuna 3 m kalıncaya kadar indirilmişti, kapak indirilmeden önce hususi bir çerçeveden geçen 4 cm çapında çelik bir telle tutuluyordu, bu telin yakılmasıyla kapak indirildi.

Bu kapağı indirebilmek için iki şartın sağlanması gerekiyordu; birinci şart baraj seviyesinin su alma tabanından 5 m yükselmesiydi, ikincisi de 1 numaralı galerideki ayar vanalarının yerleştirilmesinin tamamlanmış olmasıydı. 1956 Kasımında nehir iki galeri içine saptırılmıştı, 1957 Mayısında bahar selininin yeter derecede azalmasıyla 1 numaralı galeri kapatılabilir duruma geldi; bu galerinin kapağı ahşap la kaplı hafif bir çelik çerçeve şeklindeydi, toplam ağırlığı 13 ton kaddı, yazın görülen az miktarda suya mukavemet edebiliyordu.

Bu kapak bir 54 RB ile sapan kullanarak indirilir indirilmez galerideki kişi boyunca toplanmış olan 2 m kalınlıktaki çamur tabakası bir 22 RB ekskavatorü ve Euclid'lerle kaldırıldı, galeriye mansap ucundan girilmekteydi. Hemen bundan sonra bu galerinin kuvvet santralına ve çıkışa giden kısımlarının enjeksiyonuna başlandı, beton kaplamayla kaya arasına 7,5 kg/cm² basınçla enjeksiyon yapıldı, bu iş için bir ton çimento kullanıldı, ayrıca tünel boyunca çatlaklı kayalara 25-25 kg/cm² basınçla enjeksiyon yapıldı.

Bundan sonra 1 numaralı galeride, kuvvet santralına giden borularla kesişme yerinin hemen memba tarafına ilk tıkaç betonu yerleştirildi. Tıkaçtan memba uçlarında klape vanalar ve mansap uçlarında Glenfield ve Kennedy tipi kapak şeklinde vanaları bulunan iki tane 113 cm lik boru geçmektedir. Tıkaç betonu galerinin çıkış ucundan giren Fordson Hiliftlerle beslenen 15 cm

lik bir pompayla beş kademede yerine konmuştur.

Tıkacın bulunduğu kısımdaki galeri kaplamasının yüzeyi tıkaç betonuyla iyi bir birleşimi sağlayacak şekilde pürüzlüydü, su sızmasına tamamen engel olmak için ilk rötreten sonra da basınçlı enjeksiyonun devam etmesini sağlamak üzere betonun çeşitli kademelerine 2,5 cm lik borular konmuştur. Bu enjeksiyon su galeriye girmeden önce mümkün olan en son anda yapılmıştır. Vanalara santrale giden 1 numaralı üzerindeki asma bir merdivenle inilmektedir.

1 numaralı galerideki akış vanaları tanzim edilirken haznedeki seviye su alma ağız seviyesine gelmez suyun santrale verilebilmesi için 2 numaralı galerideki dikkatle plânlanmış çalışmalara devam ediliyordu. İşin bu safhasında 300 m² kadar tutan iki beton tıkaç yerine konmuştur, bu betonun büyük kısmı galerinin mansap ucundaki devamlı akım ayarılama binasının tamamlanmasında kullanılmıştır.

Önce eğimli su alma şaftından galerinin esas su nakleden kısmına geçiş bölgesi betonlanmıştır. Bu kısmın kronmanı şaftların ilk betonlanması sırasında hazırlanmıştı, fakat alt yarının kalıpları tıkacın mansap ucunu teşkil etmektedir ve hususî şekilde yapılmıştır. 4 numaralı basınçlı galeriyle kesişme yerinde, 8 m çaplı galerinin ayar borusunun başladığı yerde 2,5 m lik bir birleşimle 4,9 m ye indiği kısımdaki mansap tıkacı için de prefabrike ka-

(Devamı 37. sayfada)