

●すゝらんど●

大鳴門4Pと明石1Aと

古 屋 信 明 (垂水工事事務所第一工事長)

はじめに

約15年前に大鳴門橋4P(四国側主塔基礎)を、そして今は明石海峡大橋1A(神戸側アンカレイジ)の基礎工事を担当する機会を与えて頂いた(残念ながら瀬戸大橋に直接関与することはなかったが)。

前者の底面は海面下20m、後者は61m、しかしどちらの基礎もその底には、濡れずにそして大気圧のまま降りていく事ができる。それは勿論、総合的に検討・採用された施工法の当然の帰結である。しかし話に聞く、潜水による瀬戸大橋の基礎岩盤確認の壮烈さと比べれば、公団の人事も適材適所を得ており、ほんくらにはそれなりの局面を任せたものだと思ったりもするが、そんな経験の中で感じたことなどを、原稿不足に悩んでいるという公団だより編集局のた

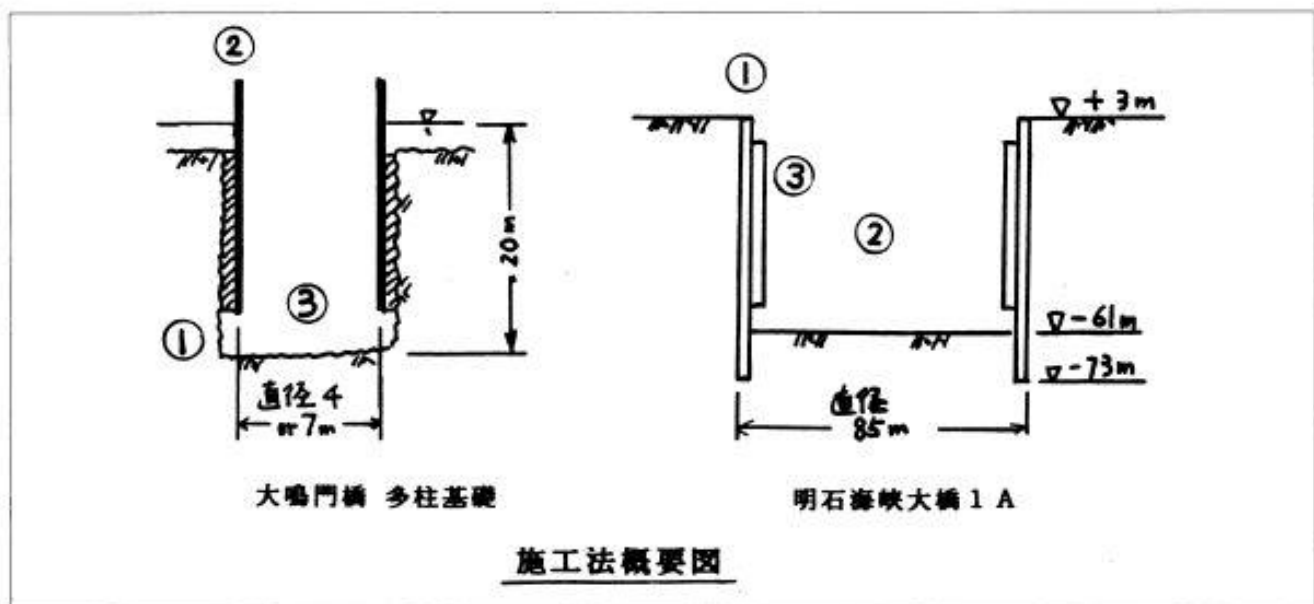
めに書いてみたい。

なお文中、アカデミックなことも多少は登場するが、全て各種の本の受け売りである。

各々の施工法

大鳴門4Pと明石1Aの施工法の概要を図に示す。

前者(多柱基礎)は、水深は浅いけれども潮流の速い岩礁地帯に、鉛直力を受ける主塔基礎を建設するために本四の長い技術開発の中で考案・開発されてきた施工法である。そのポイントは：①岩盤を大口径掘削機で円形に掘る、②鋼管を孔の中に建て込み、鋼管と孔壁の間にモルタルを詰めて水の流入を止める、③鋼管の中の海水をポンプで上げ、人が中に入って鉄筋コンクリートを打ち、柱を造る、④柱が全数でき



た後、柱頭部を連結し主塔を直接に支える頂版（鉄筋コンクリートのスラブ）を造って、多柱基礎が完成する。

なぜ水中作業を嫌ったかという、長大吊橋の主塔に作用する大きな鉛直力を比較的細い柱の先端で支持しなければならないために、配筋・コンクリート打設に確実に期したかったこと、支持岩盤の目視確認が望ましかったこと等が理由である。そのお陰で冒頭に書いたとおり、濡れる事なく潜水の装備を付ける事もなく、工事を監督することができた。底面への行き来は、初期には螺旋階段、コンクリート打設時には組まれた鉄筋を鉛直ラッタルとしてであった。写真-1は、掘削法の検討が長期にわたり技術上もいろいろとおもしろかった、直径7mの柱のコンクリート打設前の底面での思い出である。

後者（明石1Aの地下連続壁併用気中掘削工法）は、大面積の基礎を、軟弱な厚い中間層を貫いて深い支持層に確実に下げるために採用された施工法で、世の中に実績の多い地下タンク（原油、LNG等）の施工法を応用したものである。明石1Aではその規模の大きさゆえ、連壁の壁厚、コンクリートの所要強度等の点からの技術開発も必要であったが、本四のオリジナルではない。

明石1Aでユニークな点は円形であることで、間違いなく世界で初めての円形アンカレイジ基礎であろう。ケーブル張力に抵抗するというアンカレイジの機能上はやや損をしているが、掘削中の大きな土圧・水圧にアーチで抵抗できることのメリットには換えがたい。

施工の順序は：①作業基地の埋め立ての後、円形に地下連続壁を造る、②連壁を土留め・遮水壁として、内部を掘削する、③掘削に平行して、連壁を補強するための側壁を打ち足していく、④作業をドライで行なうために地下水位を下げる必要があるが、これには連壁内部に配置されたディーブウエルをかける、⑤掘削完了後の内部にはセメント量の少ない超硬練りのコンクリートを詰めて、基礎が完成する。



▲写真-1 大鳴門橋4Pの底面にて(1978年12月)

この工法も人が濡れることは期待していない。しかも深度が大であることから、底面への行き来にはエレベーターがあり、最大でもわずか2分間の旅であった。3時のお茶を飲むために地上へ出るその2分間のエレベーターの中で、1回の潜水作業に1日はかかったという備讃での監督員に課された苛酷さを、思わずにはいられなかった。

4Pの底・中生代白亜期

大鳴門橋の支持層は、和泉層と呼ばれる中生代白亜期の堆積層で、砂岩と頁岩（けつがん）の互層からなる。砂岩は割合に硬く、それに反して頁岩は強度が低く、そういう性格のまったく異なる地層が大きく傾いて現われているところに、大鳴門の多柱掘削の難しさがあった。

中生代白亜期（1.4億～6500万年前）といえ、恐竜が活躍し、そしてばたっと絶滅してしまった時代である。この恐竜の絶滅をもって地質時代は、哺乳類の天下の新生代へと変わる。大鳴門の多柱掘削では岩を大口径掘削機で砕いてしまうから、恐竜の化石が出てくるはずもなかったが、私も恐竜の大絶滅の原因には興味があった。

最近有力な学説は隕石落下説のようである。直径10km程の隕石が落下してきて大爆発を起こし（運動エネルギーが熱に変換された）、地上

のほとんどの植物が燃え、この煤と爆発による埃が大気中に漂って太陽光線が地上に届かなくなり、ために地上は長く続く冬の季節となって、食物連鎖を断たれた恐竜たちはあっという間に絶滅したのだそうだ。

大絶滅を英語では **great extinction** というが、恐竜が経験したようなこの悲劇は **the** ではなく、**a** だったらしい。つまり長い生物の進化を追っていくと、何千万年かに一度 **extinction** があり、生物相ががらりと変わっているという（もっともこれで地質時代を分けているのでもある）。そして先住の優勢種が減じた後、下積みになっていた連中がわが世の春とばかりに適応放散を果たすというのである。2.4億年前に三葉虫が、1.9億年前にその時代の貝が、1.4億年前にアンモナイトが減じている。これらの原因が全て隕石であるか否かは判っていないが、最近の惑星探査の結果、宇宙では隕石の落下・衝突はありふれた現象（月の表面のクレーターが証拠、地球誕生も隕石の衝突・合体によるという）らしいので、多分そうなのであろう。地球上に芽生えた生命が進化していく過程で、宇宙の荒々しさも大切な役割を果たしてきたという事なのかもしれない。

しかしこれは、もし存在するのだとすれば、神の意志を示しているのだろうか。もし6500万年前にあの隕石が落ちてこなかったら、地上を支配しているのはまだ恐竜であったかみしらず（恐竜は息の長い生物で、絶滅前の1.5億年間を生息していた）、哺乳類の先祖は恐竜たちに踏みつぶされぬように、ちょろちょろと草の影に隠れながら生活していたかみしらず。当然の事ながら、霊長類もましては人類も登場はしていなかった事であろう。そのかわり恐竜たちが進化して、少し不器用な手つきで、少し格好の悪い大鳴門橋を架けていただろうか。あるいは隕石落下説の前に言われていたように、子孫を作る上では能率の良い哺乳類が恐竜の卵を好物にして、結局は恐竜を絶滅に追いやっていただろうか。そしてこの先、我々の上に **Sodom** の

火が降りかかってくることはないのだろうか。

1 Aの底と側壁

大鳴門橋の多柱底面は掘り終わってからようやく入れたのに対し、明石海峡大橋 1 A では常に掘削面へ行けたから、90年11月から91年8月にかけて我々は過去へ遡る旅をしていたことになる。初めは沖積世（過去1万年間、氷河期の終わった後）の土砂を掘り、洪積世（200万年前以降で、氷河期でもある）の砂礫層（明石層と呼ばれており、明石 2 P はこれを支持層にしている）とシルト層を突破して、-55m程で目的の神戸層に到達した。

神戸層は約1500万年前以前（1500～200万年前の間が抜けているのは、この間このあたりが陸上になっており、新たな地層の堆積がなかったから）の砂岩・泥岩の互層で、古い瀬戸内海に面してその頃あった古神戸湖への堆積物といわれている。土木的に一からげに言うとは軟岩で、石化度が低い（従って強度も低い）。マッシュな盤としてある時にはハンマーで叩くと良い音がするが、隅を叩いたりもんだりするとすぐに元の砂に戻る。岩盤の世界では、1500万歳というのはまだ青二才でしかないようだが、これしかないのだからこれを支持層にせざるを得ない。明石海峡大橋が世界最大スパンの吊橋になろうかというのに、支持層の条件は瀬戸大橋等よりは格段に悪く、従って地質調査や基礎の設計には苦勞があったと聞く。

海面下61m付近の子定していた K1-4 砂岩層に到達するのが、ちょうどお盆に重なってしまった。おまけに満々たる海から20mと離れていない所に、地下水位を下げながら内径81mの深く大きな穴を掘っているデリケートな作業のクライマックスである。従って現場は盆休みなしで動き続け、工事区の職員も施工管理員も毎日岩盤検査に出た。

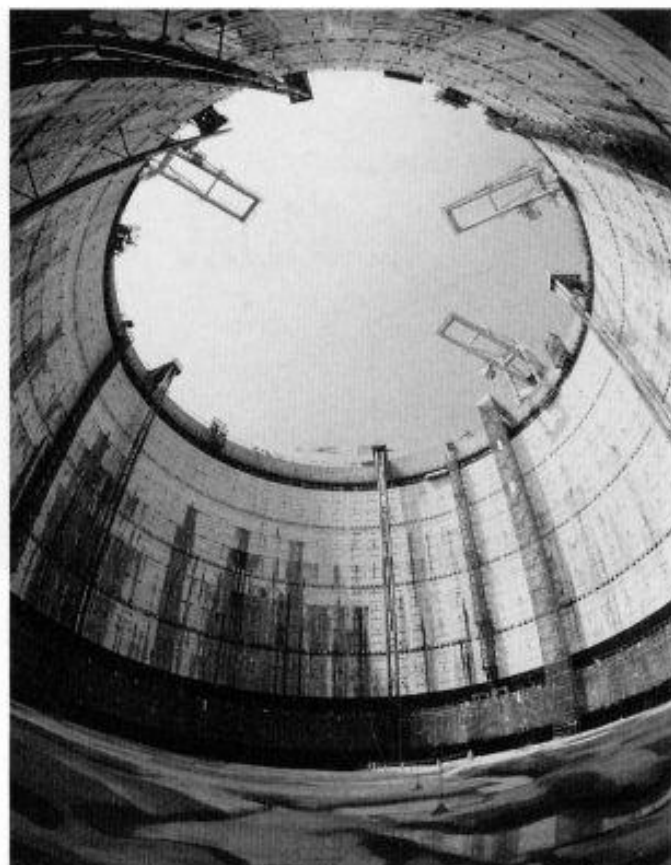
私も去年の秋に亡くなった父の初盆であったが、世界一の橋を造る工事の大事な局面だから父も許してくれるだろうと掃省せず、学生時代

のロック・クライミング用のハンマーを持って、掘り終わったばかりの穴の底を歩き続けた。このハンマーは、かつては前穂高岳東壁などに行っていたことがあるが、それから長いこと家で金づちの代わりをさせられていた。世界一の橋を支える岩盤検査に使われて、長年の鬱憤も晴れた事だろう。仕上げの終わったばかりの神戸層砂岩を叩いて澄んだ音がすれば、岩壁でハーケンが歌った時のように私の心も晴れるようであったし、濁った音の時にはやや心も影った。

ところで1Aの掘削をしながら、平行して連壁を補強するための側壁を構築してきたことは前に書いたとおりであるが、それには高知県須崎で生産されたセメントを用いた。セメントを作るには石灰岩がいるが、須崎での原石山は近くの鳥形山である。

高知県の特に太平洋側の地質は四万十帯と呼ばれているが、この研究を通じて、鳥形山の石灰岩は約1.3億年前の、その頃の赤道付近のサンゴ礁が起源らしいという事が、最近判ってきたという。それがどのように日本まではるばると流れてきたかという、地球表面は十数枚のプレートに別れ、それらが剛体的に移動して今の大陸・海洋の分布を決めているという、例のプレート・テクトニクスによる。この研究の成果は、鳥形山だけではなく日本列島そのものの誕生にも、海洋底プレートがベルトコンベアのように各種の地質を運び込んだ事が寄与しているとも言っている。ともあれ、私はJICAによるインドネシア派遣時代、熱帯魚たちと一緒にサンゴ礁の海で泳いだこともあるから、鳥形山とインドネシア列島が必ずしも1.3億年前に隣り同志の存在ではなかったにせよ、ここでの再会になつかしい思いがした。

そんな1Aの穴の底から見上げれば、写真-2に示すように丸い空があり、雲が流れ、たまには西へと飛んで行く飛行機が見えた。それは、タイムトンネルを通して太古から20世紀の世界を眺めているような、のびやかな思いを私に与えた。掘削の不陸を均す置換コンクリートを打



▲写真-2 掘削の終了した明石海峡大橋1A

設して、平らな面を得た9月20日の夕方、私たちは、JV・作業員たちと一緒に、海面下61mのソフトボールを楽しんだ。そこは、ローマのコロシウムにも負けない現代のアリーナであって、コンクリートで埋めてしまうことが惜しいほど美しい、円形の空間であった。

(1991年10月)

