

第六 斷 層

一

多數の犠牲者を出した。塞の河原を思はせる。

このやうに私達を苦しめる『恐ろしい山の力』とは一體何であるか。その正體を見極めなくてはならぬ。

どのやうな困難にも私達は退却するものではない。しかし私達がいままで持つてゐたトンネル工事の経験だけでは、今度の山は貫くことが困難のやうに見うけられる。その理由は一體何であらう。

私は、この大トンネルの工事に着手する前に、地質學者の意見をさいたといふことを前に述べて置いた。

しかるに、その學者の意見にあつた、地熱に苦しめられるよりも、もつと危険で、もつとがんで、烈しいことが私達の目の前に立ちふさがつてゐる。

この恐ろしい山の力の正體を知り、それを征服する手段を掴まない限り、まだ今後この長いトンネルの貫通までに幾年を要するか、どんな危険にあふか、ほとんど見當がつかない。

この事件の起つた大正十二年までは、鐵道省には地質の専門家はゐなかつた。トンネル工事を起すとき、もちろん地質のことを問題にしたが専門家がいつもゐたわけではなかつた。

このとき初めて鐵道省に専門家が三人入つた。それ以來地質學者はいつも私達と一緒に眞劍な努力を拂つたのである。

さて、私達を苦しめてゐるものの正體は何であらうか。それは實は斷層であつた。そこでこんどは私たちは、斷層といふものが、どんなものかを知らなくてはならぬ順序である。これこそ最も重大なことであることを、諸君もやがて知るであらう。諸君は、山や丘を切り取つた崖を見ることがあるだらう。その時に、その山や丘には、横に通つてゐる層のあることをよく見うけるであらう。

あるところは砂の層であり、その下には砂利や岩の層がある。さういふやうな層のことを地層といつてゐる。

このやうな地層は、どうして出來たかといへば、水成岩といはれてゐるものでは、むかし海底へ同じやうな物がだん／＼につもつて層を作つたのである。その海底があるとき地球の大變化のために隆起していまは陸になり山になつてゐるのである。

また、火成岩くわせいがんといはれるものにも火山からふき出した、熔岩ようがんや、大小の岩片がんぺんや、灰などが各、その層を作つてゐる場合がある。私達の目にはたゞ大地として見えてゐるに過ぎない地球の内部には實に複雑したものがひそんでゐるのである。

そして斷層といふのは、その地層があるところで斷ち切られてゐるのをさしてゐる。尤もこの場合必ずしも層をなしてゐないところも斷たれてゐるのであるから、層といふ字にひどくこだはらぬ方がよい。しかしとも角、地層が或るところで喰違つてゐると思つて差支ない。

これだけいつたのでは、地層が斷たれてゐるといふことはまだどんなことであるかよくわからないであらう。

地球はほゞ球形に近い形をしたものである。そしてその中心には、非常に密度みつどの大きなもの、ほかの言ひ表しかたをすると、大變に重いものがある。その重いもの

の上を私達の住んでゐる大地が包んでゐると考へてよ。

この大地の殻のことを地殻といふのである。

地殻は、一つとさのものではない。

それは前にもいつた様に、いろ／＼な地層が重なりあつて出來てゐるのである。さうしてそれはまた、表面から入つた、大きい割目や小さい割目で、きりきり割れてゐる。だから地殻の表面に近いところは、丁度寄木細工の様になつてゐると考へてよ。

このことを記憶して置いて貰ひたい。

寄木細工の一片のことを地塊ちくわいといつてゐる。その地塊には大小さまざまの形があるし、それを作つてゐるものの性質にもいろ／＼ある。

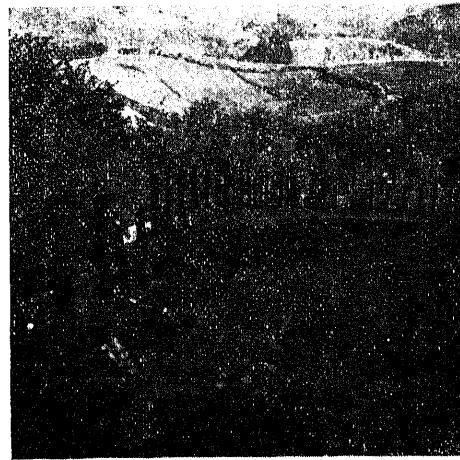
地殻はもと／＼、寄木細工のやうなものではなかつた。それが何故切れ切れのも

のになつたかといへば、地殻にゆがみが出来て、それが安定あていするために、割れたも

のと考へられる。

この寄木細工の境即ちその割れめの喰ひちがひが實は斷層とよばれてゐるものなのである。

斷層といふと、私達はすぐに崖がけなど
のことを連想したくなるだらう。事實
地層に喰ひちがひを生じるのであるか
ら、崖も出来る。しかし斷層は地表に



第 39 圖 地上に表れた斷層

崖として表れただけのものではない。もつと根深いものである。

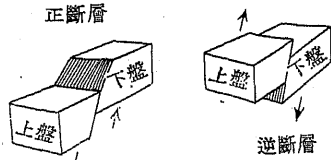
斷層は到るところにある。これをいひかへると、地殻は非常に多くの地塊によつて出来てゐることになる。

地殻に何かの理由でゆがみが出来、それが安定あていするために運動を起すのであるから、そのときには地震ちしんが起る。若し地殻が寄木細工のやうになつてゐなくて、非常

に固いものであり、そのゆがみを極端にまでこたへにこたへてゐたとする。さうすると最後にたへられなくなつてつひに破れた時には、地球上に生活をしてゐる私達には、非常な打撃げきを與へるだらう。

地殻が寄木のやうになつてゐるからこそ、その一片一片で打撃を喰ひとめることが出来るのである。

一片が動いても、境があるから次の一片は同じやうには動かない。そのとき、その境には喰ひちがひが出来る。その喰ひちがひがすなはち斷層なのである。



第 40 圖 斷層の出来方

さう考へて見ると、斷層といふものがあることは、私達にとつてはありがたいことではなければならぬ。

それにもかゝはらず、トンネル工事に従ふ私達に斷層が恐ろしいのは何故であらうか。だからもう少し斷層の構造を話さなくてはならない。

二

地質學といふ學問や、炭坑たにかちに關する方面などでは、斷層はその喰ひちがひの大きさと、その方向とが問題であるが、いまトンネルを掘る私達が關心を持つのは斷層の厚さと、そのもめ方である。

繰りかへし説いたやうに斷層は或る地層に喰ひちがひを生じたために出來たので

あるから、そのときは非常に大きな力がそこへ働くことになる。『動かない大地』と思はれてゐる大地が動くときであるから、喰ひちがひの出來る境目まかひめのところには大變な力が動く筈である。

さうして、そのとき、その境目のところは烈しい、そして凄すびい力ですり合ふ筈である。

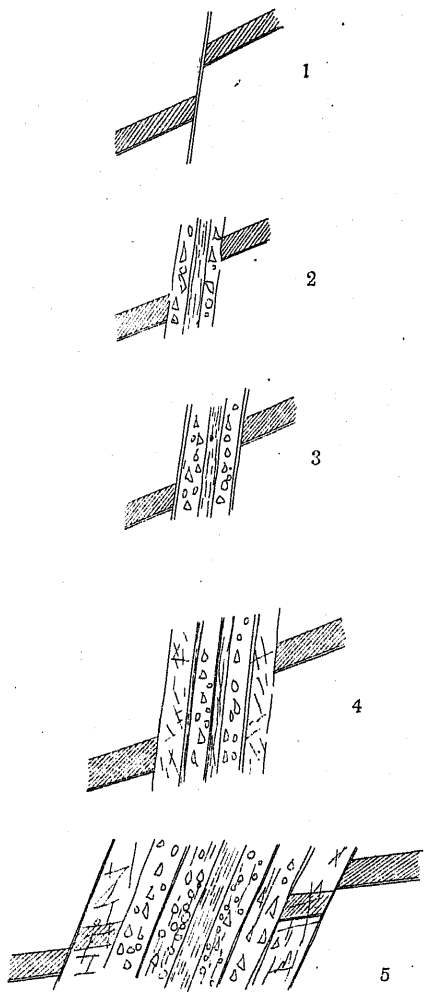
二つのものがすれ合ふときには、その境には、熱も出るだらう。ふれ合ふところの岩石をもみくちやにするであらう。かうして大昔から、その地塊の境は何回となく動いて、そのたびにその境に沿つた岩石はもまれ、すられて兩方の地塊とは異つたものすなはち粘土や破砕された岩石になつて行つたのである。

岩石が非常に堅い場合には、斷層の面は、まるで鏡のやうにてかゝの面で斷ち切られてゐる場合がある。そのやうなときには、斷層はほとんど厚さをもつてゐな

5。
 しかし普通の場合には、粘土や破碎された岩石でみたまされてゐる。この間につまつてゐるくだかれた岩石や、粘土の厚さとその方向とが、實は私達にとつては一番問題なのである。

さて斷層の形は、非常に複雑なものであるから、それを説明するためには41圖を見て貰ふことがいいやうである。これは勿論工地上から見た大ざつばなものである。斷層の一番簡單なのは、(1)のやうなものである。これはわづかに斷層線を示すうすい粘土をはさんだだけのものである。時には、これが鏡肌をしてゐるものがある。圖で左右に翼のやうになつてゐるのは、同じ地層である。それが喰ひちがつてゐても、トンネルを掘りすしめるとき斷層と氣がつかずに通過してしまふことがある。丹那トンネルでもこのやうな斷層は無數にあつた。

次には(2)のやうに中央に鏡肌があつて、その兩側、ときとしては片側だけにぐざぐざした粘土があるものである。これは所謂もまれてゐるといふ質のものである。



第41圖 斷層の種類

(3)になると私達たちには質の悪い斷層である。兩側に鏡肌があつて、その間に厚いもまれた區間がある。この區間を斷層破碎帯といつてゐる。その部分の岩石は斷層

の起つたとき打ち碎かれて、荒い部分は非常な力で轉がされて角がなくなり、丸くなつて表面はつる／＼してゐる。これを斷層角礫といつてゐる。細かい部分は粘土になつて、この角礫を包んでゐる。

(4)は(3)の兩側に(2)の様な破碎帯をもつてゐるものである。これは幾度も斷層で動いたために出來たものである。

(5)は斷層群ともいふべきもので、主な斷層をはざんで無數の斷層が集つてゐるものである。これは工事非常に厄介なものであつて、地質時代といふ何千萬年も前から數限りなく動いて、こんなに發達したものと考へられる。

三

さてこのやうな形で斷層といふものは、私達の前に立ちふさがつてゐるのであるが、それが工事上大變厄介なのは斷層の厚みが厚い場合であつて、非常にうすいものでは前にも述べた通り知らぬまに通過してしまふ場合もある。そのやうな場合は、粘土の厚さは、十糎くらゐのものである。

私達を苦しめた三島口四千九百五十呎の斷層は、厚さが十五米もあるといふことを先到的に述べた。第41圖にあるものでは、(3)位に相當するものであつた。

斷層はいつでも、掘り進む前に壁のやうに立ちふさがるものとは限らない。斷層が壁のやうに前にあつて、それを無事に掘り貫くために現在私達は苦心してゐるのであるが、若し斷層が、トンネルと並行にあつたとしたらどうであらう。その場合もちろんとンネルからは遠くを並行に走つてゐれば問題はない。トンネルの一方の側が丁度斷層の面に接してゐたとしたならば、大變厄介な仕事になる。

丹那トンネルの場合には、斷層はいつでも前面に立ちふさがる壁のやうな状態にあつた。これをいひかへると、この邊の斷層はいつも南北に走つてゐるものであつたといふことになる。トンネルには大體東西に掘りすゝめられてゐるのであるから斷層のある毎に、それに正面からぶつかふことになるのである。

トンネルに對して斷層がどんな働きをするか。斷層は垂直に近い角度で立つてゐるのが普通であるからそれは丁度トンネルを衝立で區切つたやうな工合になる。

衝立のところまで掘り進んで行つて、いざ、その衝立にとりかゝると、それは、いままでの堅い岩石とちがひ、何萬何十萬年かの間に何回となくもみくちやにされて出來上つてゐる粘土であつたり、碎かれた岩であつたりする。それが十米或は二十米といふ厚さに、その向ふにある堅い岩との間につめられてゐるのである。このやうなところを掘れば崩れやすいのは當り前のことといはねばならぬ。

またそこが崩れやすいばかりでなく、實は斷層にはいままでのべたものより性の悪いものがあり、その上に形に影が添ふやうに地下水といふものまでそこに控へてゐる援軍となり彼に力を添へるのである。

普通トンネルが掘り進められると、トンネルの上の地層に含まれてゐる地下水はどん／＼と坑道に出て來る。そして永くたつうちには、その水も遂には涸れてしまふ。ところが若し衝立があると、一區劃の水はかかれても、その次の區劃の水には影響しない。そこでこの衝立の役目をしてゐる斷層につきあたつて、それを打ち壊すと、丁度桶の底へ穴をあけたやうに、その向ふの水が一度に流れ出すのである。

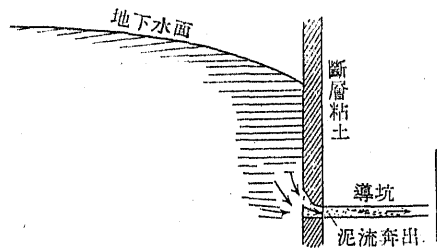
若しそこが堅い岩石であればよいが、生憎とさういふところは斷層粘土とか角礫であるからたまたまでない。

坑道を掘る時、山を絶對にゆるめずに支へるといふことは出來ないから、必ず幾

分かはゆるむ。そのゆるむところは断層面のやうな崩れやすいところである。一たんにゆるむと見るや、水は直ちにそこへ浸入し、途中の粘土をと、かして坑道に出て来る。さうしてその勢はどんく烈しく、強くなり、遂には大崩壊を起してしまふのである。

断層の説明はむづかしいので、思はずなぐなつた。それでも諸君に十分にわからせ得たかどうかを危ぶむのである。しかしともかく、私達が非常に苦しみ、十六人の犠牲者を出した、三島口四千九百五十呎の事件の説明は、これで不十分ながら一通りわかるはずである。

第37及び38圖で「悪い所」としてあるのが、實は断層であつたのだ。この断層をトンネルが貫通してゐるところは、厚さ十米であるが、



第42圖 断層と地下水

断層破碎帯といふものは、どこまでも同じ厚さをもつてはゐない。またその長さももちろん一定してゐない。さういふことを記憶してゐて貰ひたい。

十六人の溺死者^{てきししや}を出したこの大事故のときから、にはかに水が私達を苦しめることになつた。いままでも、三島にも、熱海口にも、湧水^{ゆきず}のあつたことは前に話してゐいた。しかしそれは、まだく仕事をすることに耐へ得る程度のものであつた。

ところが、この三島四千九百五十呎の断層を過ぎたあたりからのちに、湧き出て来る水は、刻一刻に増してゆきその勢は眞に恐るべきものとなつた。それではその時の水が何故こんなに恐るべき状態だつたかを話さなければならぬのであるが、その前に地下水といふものは何であるかを知つておく必要がある。

地下水

地下水とは地中にある水だ。

井戸は地表から何米か下に掘り下げて、地下水を得るのである。

谷川の水も、さかのぼって行つてその元をたづねてみると、岩間から出てゐる泉の場合が多い。泉の場合は、それは地下水である。

それでは、地下水といふものは、どうして出来るのか。むかしから地下水についてはいろいろの説があつた。例へば海の水が地中に入ったのだといふもの。空氣が地中のすきに入つて水となつたといふもの、その他にもまだ説があつたが、結局今では、雨が地中に入ったものであるといふ考へに落ちついてゐる。

地球上に降る雨は、非常に澤山の量であるが、その一部分は、すぐに蒸發して再び空にかへつてゆく。一部分は、直接に地表を流れて、河となり、海または湖水に入る。

さうして残つた一部が地下に滲み込んで、やがてどこかへ泉となつて湧き出す。雨がこのうちのどれに、どれだけの分量入るかといふことはもちろん明確にはわからなう。

地質や地形の狀況、山肌を覆ふ植物の狀態や氣溫の相違によつてもちがふし、また細々とした雨が永く降つたのちに大雨が降れば地表を流れる量は非常に多くなる。非常に日でりがつといいたあとで、夕立などがあつても、水はほとんど地中に滲み込んでしまふのである。

このやうに、いろいろの條件が影響するのであるが、私達がこゝで最も重要視す

るのは、地下水をたくはへる地下のしくみなのである。

雨が地下に滲みこんで、地下水となつて再び地表に湧き出てくるまでは、地中のすきまに入つてゐるはずである。その水の入つてゐるところの地質によつてその水の量がさまるのである。

砂利層や砂の層はすきまが多いから、水を含む率も多い。またひび割れの多い岩石も澤山に含むことが出来る。

地下深いところにある花崗岩といふやうな極めて堅い、すきまのない岩石は水をほとんど含んでゐない。ところが火山から吹き出した熔岩などは極端に云へば海綿の様に水を含むことが出来る。とにかく土壌や、砂層、礫層や、熔岩などは水をよく含む。またその中を透して水が流れ易い。粘土はそれ自身では多量の水分を吸収はするが、それを通しては水は流れにくい。すなはち粘土は水を堰き止める力が大

きいのである。このことは大事なことであるからよく記憶して置いて貰ひたい。

ところで、地中に入つて行つた水は一體どうなるのか。それは地中を通つてやがてどこかへ湧き出るのであるが、水は自分の最も通りよいところを通るのである。

雨は山全體にふりそぐるのであるし、山の表面を流れる水は、河に入つてしまふが、地中に滲み込んだ水は、山全體の地中へ入るわけである。ところで山の頂上でも、麓の方でも同じやうに地表から何十米かの間が水の滲み入りやすい地質であつて、それより内部は大體に於いて堅い岩石となり、水を含むことが少い。さうすると水はどうしても山の或る層を傳つて下へゆくことになる筈である。

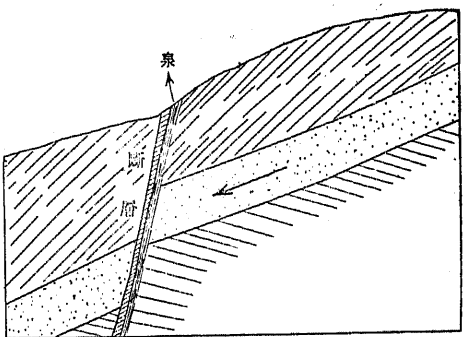
その場合に若し水を透し難い層が地表面迄出て居れば上の方から地中を流れて来た水は泉となつてそこへ湧き出て来るのである。

また、第43圖の様に水の進む方向に斷層でもあると水は斷層の粘土に遮られ、斷

層に沿つて上へ湧き出ることがある。そのわけはすでに断層のところを詳しくしてあるから、こゝには改めて説明しない。

泉の水は、雨がふつたからといつて、急に増しはしない。

また、日でもりがついても急に涸れてしまふことはない。して見ると、地中に滲み込んだ水は、いつでもある一定の量を保つてゐるわけである。すなはち泉となつて出て来る水は、何日前か何ヶ月前に山の上に降つた雨が地中に滲み込んだものであつて、その水が流れつくす前に、



第43圖 泉

また雨が降つて水を補給することになる譯である。

だから、地下に含まれてゐる水の量は、若しその地質が土壤や砂や割れ目の多い岩などであれば、非常に大きな量である。そして、山が大きければ大きな程、水の蓄へられてゐる量も多いことになるのである。

トンネルを掘れば、ほとんどすべての場合に地下水にあふ。その量は多いこともあり、少いこともあるが、それは地質に關係する。また山の高さや大きさに比例するといつてよい。

地質が地下水の動きやすいやうなものである時には、大湧水たいゆうすいを起す。その反對に、ほとんど水を通さぬやうな地質の時には、山が高く、大きくても水は出ないこともある。

さき二つの山があるとする。どちらも水を通しやすい地質であれば、山の大きな

方が湧水量が多いのである。特に斷層破碎帶等の水を透さない層があつてその背後に熔岩流のやうに水を多量に含んで而も通し易いものがある時には、その個所で急に大湧水を起すことがある。

また地表に近いところでも、比較的軟弱なんじやくな地質では、地下水が厄介な邪魔をすることがある。といふのは掘つたときには、ほとんど水がないのに、四五日たつてから次第に水が滲にじんで来て、ある程度の湧水を見ることがあることである。

これはトンネルを掘つたために、その地盤がゆるみ、その結果上部に僅かながらすきが出来て、地下水がそれを傳つて滲みて来て、遂にはトンネルの内へ湧き出すのである。かういふことから考へて、トンネルを掘ることは、新しい一つの泉を作ることになるともいへるのである。

しかもその新しく出来た泉は、山の最も下にあるといふこと、また自然に作られたものでないといふことから、山に含まれてゐた地下水は急にしばらく取られるやうな状態になると思はなければならぬ。

地下水の話が大變なぐなつた。實はもつと詳しく話す必要もあり、詳しくすればもつと面白いこともあるが、先を急ぐからこのくらゐで打切つて置かう。