

隧道工學

第 1 章 隧道發達の歴史

地下に坑道を作つて通路に利用する考は非常に古くから行はれて居たので、エジプト時代には墓の内部への交通路として 200 米以上の地下の通路があつた。

紀元前 9 世紀にはアッシリヤの王 Shalmaneser 二世によつて初めて覆工を施した隧道が造られた。然し此の時代に用ひられた道具はハンマーと楔とが主なものであつた。

ローマ時代になつてローマ人は岩石を火で熱し、急激に冷して岩石に生ずる罅を利用する事や石灰質の岩石を醋酸で溶かす事や、又堅坑を造つて工期を短縮する事などを考へ出したので、隧道の掘鑿も急速の進歩を示すに至つた。中世紀には隧道工事は軍事上の目的で城の抜道等を作る事に限られて居たので、17 世紀に至つて火薬を利用する方法が採用されるまでは、昔のローマ時代の工法の上に一步も出なかつた。

火薬を利用して掘鑿した最初の隧道はフランスの Languedoc Canal の隧道で、 $6.7 \text{ m} \times 7.7 \text{ m}$ の断面を有して長さ 156 米であつた。17 世紀の後半には英佛兩國で相當多くの水路隧道が掘鑿せられたが、總て地質の堅い所謂堅岩隧道のみであつた。

19 世紀の始めにフランスの St. Quentin Canal で幅 7.3 米の隧道を掘鑿したが、この隧道は地質が悪く掘鑿後直ちに支保工を施して天井と側壁とを押へ、すぐ引續いて覆工を造つた。この隧道に於ける經驗が、將來の軟質隧道の種々な掘鑿方式を作つたと云つてもよいのである。

1820~1826 年 英國に於て初めて二本の鐵道隧道が Liverpool and Manchester Railway に出來た。米國に於ては 1831~1833 年にペンシルヴェニアに於て最初の鐵道隧道が出來、それ以來蒸氣鐵道の發達普及と共に隧道技術も急激の進歩をした。19 世紀の後半には有名な鐵道隧道が續々と着手され、1857 年に着手して 1872 年に竣工した Mont Cenis 隧道に到つて殆んど近代的の施工法に到達し、鑿岩機、空氣壓搾機等が用ひられ、米國では Hoosac 隧道で初めて鑿岩機、ダイナマイト、電氣雷管等が利用されるに至つた。第一表は 6,000 米以上の鐵道隧道である。

第 1 表 世界長大鐵道隧道表
(6,000 米以上 1933 年現在調)

順位	名 稱	國 名	延 長	幅員×高サ	導 坑	地 質	覆 工	着 手	竣 功
1	Simplon	瑞 一 伊	20,036	3.39×5.49	B. H.	Rock	M.	1895	1906
2	Apennine	伊	18,618	8.63×6.43	—	〃	Conc.	1920	1931
3	St. Gothard	瑞 一 伊	15,000	8.00×7.50	B. H.	〃	B. M.	1872	1882
4	Loetschberg	瑞 一 伊	14,534	9.14×6.10	B. H.	〃	—	1906	1913
5	Mt. Cenis	佛 一 伊	12,847	8.00×7.50	B. H.	〃	B. M.	—	1871
6	Cascade (New)	米	12,538	4.88×7.32	C. H.	〃	—	1925	1928
7	Arlberg	奥	10,025	8.02×7.62	B. H.	〃	M.	—	1885
8	Moffat	米	9,802	4.88×7.32	C. H.	〃	—	1923	1927
9	清 水	日 本	9,702	4.88×6.02	B. H.	〃	—	1922	1931
10	Ricken	瑞	8,605	—	—	—	—	—	1910
11	Arthur Pass	ニ ー ジ ー ラ ン ド	8,553	4.57×5.12	B. H.	Rock	Conc	1908	1923
12	Tauern	奥	8,525	—	—	—	—	1901	1907
13	Ronco	伊	8,300	—	—	Rock	B. M.	1882	1888
14	Tenda	〃	8,098	—	—	—	—	—	1899
15	Hauenstein	瑞	8,047	—	—	—	—	—	—
16	Karawanken	奥	7,976	—	—	—	—	—	1906
17	Rogers Pass	英 領 カ ナ ダ	7,894	8.08×6.63	C. H.	Rock	—	1913	1915
18	Somport	佛 一 西	7,882	—	—	—	—	1909	—
19	丹 那	日 本	7,807	8.53×6.86	—	Mixed	Conc	1918	1933
20	Jungfrau	瑞	7,200	—	—	—	—	—	1912
21	Borgallo	伊	7,077	—	—	—	—	—	1887
22	Hoosac	米	7,064	7.62×6.10	—	Rock	B.	1854	1876
23	Severn	英	7,019	7.92×7.47	—	Mixed	B.	1879	1886
24	Marianopli	シ シ リ ー	6,844	—	—	—	—	—	1900
25	Turchino	伊	6,447	—	—	—	—	—	1900
26	Granchenberg	瑞	6,437	—	—	—	—	—	1909
27	Wocheiner	奥	6,315	—	—	—	—	—	1909
28	Mt. D'Or	佛 一 瑞	6,104	—	—	—	—	1912	1915

B. H. Bottom heading M. masonry Conc. Concrete
C. H. Center heading B. Brick

我が國では地下の通路又は水路として極く小断面の坑道を掘る事は昔から行はれたが、隧道と稱すべきもので最も古いものは明治 8 年に着手した大阪神戸間鐵道の石屋川隧道である。これは延長僅かに 61 米の短い隧道で、而も英人技師の手で出来たものであるが、其の後明治

11 年 10 月、日本人技術者のみの手で京都大津間の逢坂山隧道(延長約 660 米)に着手し 12 年 9 月導坑の貫通を見た。

明治 29 年には最近まで日本一の長隧道であつた笹子隧道の工事に着手し鑿岩機、電気機關車等も利用されて、幾分の進歩を見たが其の後久しく技術上の著しい變化もなく経過した。

大正 8 年鐵道省は上越線の直轄工事に着手し清水隧道の計畫を進めたので、同隧道で使用する方式、機械、器具等に關する研究をなし、一方同線棚下隧道を試験場として種々の新しい工法を實施した。大正 11 年には清水隧道の工事に着手し、續いて第一乃至第四湯檜會隧道も最新の機械力を用ひて施工されるに至つた。一方熱海線では大正 7 年に有名な丹那隧道の掘鑿に着手したのであつて、同隧道では非常な湧水に遭遇した爲め、セメント注入法、空氣掘鑿法等の新工法が用ひられ、特にセメント注入法の如きはこの隧道で研究と熟練を積むた爲め、將來の一般土木工事に利用される事が多いと思はれる。これ等の隧道と相前後して石北、猪之鼻冷水、物見、禮文華山、坂の上、第一飛鳥、下久野、大刈等の長隧道が次々と着手されたので、大正の末から昭和の始めにかけて隧道工事の全盛時代を現出したのである。従つて總ての方面に一大進歩を示し、其の成果が最近完成した高山線宮隧道、岩徳線欽明路隧道等に集つた様に感ぜられるのである。

今日までに竣工又は着手した著名な鐵道隧道は第 2 表及第 3 表に示すものである。

第 2 表
國有鐵道 1,500 米 以上 隧道 (昭和 8 年調)

線 名	隧 道 名	大 さ	延 長 (米)	完 成 年 度
上中石豫筑	越 本 線 北 讚 本 線 豐 本 線	清水	9,702	昭和 6 年
		笹子	4,657	明治 36 〃
		猪之鼻	4,326	昭和 6 〃
		冷水	3,845	〃 4 〃
因室篠中熱	美 本 井 本 線 蘭 央 海 線	物禮冠	3,075	〃 6 〃
		文 華	2,727	〃 3 〃
		見山	2,657	明治 33 〃
		着佛	2,646	〃 34 〃
東海肥田山	道 本 田 次 本 線 肥 田 次 本 線 陰 本 線	逢坂	2,457	大正 14 〃
		山 上 島 野 刈	2,326	〃 10 〃
		第一	2,284	昭和 3 〃
		久 野 刈	2,264	〃 2 〃
肥篠磐	薩 井 西 線 越 西 線	矢第	2,241	〃 5 〃
		二 白	2,217	〃 5 〃
		嶺 坂 瀨	2,097	明治 44 〃
		平 瀨	2,084	〃 35 〃
			2,006	大正 3 〃

山高日紀山	陰豐勢	知本東	線線線線線	梶斗襲荷田	賀	觀野山坂代	單	線	1,992	明大	治正和	45
紀東大山函	勢海	西本	線線線線線	由東水苜稻		良山分谷穗	單	並	1,953	昭	和	13
上紀中帶中	勢陰館	本本	線線線線線	第一湯坊	一	曾師居山鳥	單	列	1,929	大	正	4
上奥上日山	勢央	西本	線線線線線	第小島金善	二	川谷川浦井	單	線	1,916	昭	和	4
室上日(私鐵)	蘭豐	本本	線線線線線	第第第德白	二二	狩曾岳	單	並	1,898	大	正	7
參大	宮阪	電軌	線線線線線	第第第青	二二	山駒	單	列	1,885	昭	和	3
				青生	四		單	並	1,865	昭	和	10
							單	並	1,861	大	正	15
							單	並	1,859	明	治	44
							單	並	1,777	明	治	38
							單	並	1,761	昭	和	4
							單	並	1,712	昭	和	4
							單	並	1,673	明	治	43
							單	並	1,655	明	治	42
							單	並	1,653	昭	和	39
							單	並	1,643	昭	和	5
							單	並	1,629	昭	和	32
							單	並	1,612	昭	和	5
							單	並	1,602	昭	和	5
							單	並	1,555	昭	和	11
							單	並	1,548	昭	和	3
							單	並	1,541	昭	和	5
							單	並	1,529	大	正	5
							單	並	3,433	昭	和	5
							單	並	3,388	昭	和	8

第 3 表

國有鐵道建設線工事中の延長 1,500m以上隧道 (昭和 8 年調)

線名	隧道名	大さ	延長 (米)	工事年度
熱仙嶽八三高山	海山德濱	丹仙欽夜	7,809	{ 大昭昭 { 正和和 { 昭 和 { 昭 和 { 昭 和 { 昭 和 { 昭 和
	吳山	吳宮	5,347	
			3,100	
			2,850	
			2,495	
			2,079	