

ゴッタルト・ルートの土木史

四 野 宮 哲 郎*

History of Civil Engineering Works for Gotthard Route

Tetsuro SHINOMIYA*

(Received March 31, 1981)

Seit alters war die Gotthardroute (Luzern-Mailand) eigentlich Völkersweg in Mitteleuropa. Erste eindeutig nachweisbare Überquerung durch den Saumpfad stammte aus dem Jahre 1236. 1880 wurde der große Bahntunnel durchgeschlagen, und 1882 wurde die Gotthardbahn eröffnet. Die Teufelbrücke wurde einiges Mal ersetzt; 1830 für die Fahrstraße und 1856 für den Autoverkehr. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts begann das Automobil die Bergstraße zu erobern.

Nach dem Zweiten Weltkrieg setzte immer beängstigenderen Tempo eine nie geahnte Entwicklung des Straßenverkehrs ein. Die Gotthardstraße hatte zu verschiedenen Malen ausgebaut; besonders mit dem Bau der Nationalstraße Nr. 2 und des Gotthardstraßentunnels. Die Gotthardroute könnte also seine jahrhundertealte Führerstellung behaupten.

1. まえがき

1980年9月、スイスのザンクト・ゴッタルト (St. Gotthard) 道路トンネルが開通し、世界一長い道路トンネルとなった。この機会に、この峠を越えるヨーロッパ北中部とイタリアとの連絡路、いわゆるゴッタルト・ルートにつき、道路、鉄道及びそれに付随した橋梁、トンネルの歴史を調べ、それらの変遷、発展を調べたので以下に報告する。

スイス南部には、南北両アルプス山脈が東西に走っているが、図—1から明らかなように、南アルプスのこの峠の位置で、ロイス (Reuss) 川がシェーレネン (Schöllenen) 峡谷をつくって、北アルプスが切れているので、昔からヨーロッパ北中部とイタリアの重要な連絡路となっている。

現在、南北アルプスを横断している2本の鉄道線路に

ついて、パーゼル〜ミラノ間の距離を比べると

- a ザンクト・ゴッタルト経由……372km
- b シンプロン経由……388km

となり、aの方が12km短く、鉄道による年間輸送量を比べると、aはbの、旅客において約2.5倍、貨物において約3倍となっている¹⁾。

2. 山道 (Saumpfad)

ゴッタルト・ルートは、ローマ時代からよく知られ、沿道で発見された硬貨などのローマ人の遺物がある。但し13世紀の初めまで、シェーレネン峡谷沿いには道はなく、西側の山を越えたい。その他の区間には、巾1〜2mの山道が通じていた。ローマ帝国のアウグスタス王帝のとき、東西の州が統合され、南北アルプスの間を通る東西の山道も、盛んに利用された²⁾。

アイロロ (Airolo) の南の方には、スイス最大の峡谷

*土木工学科 (Department of Civil Engineering)

といわれるダジオ・グランデ (Dazio Grande) 峡谷があるが、ここは岩壁を削ったり、川に沿って石垣を積んだりして山道を通した。その最も危険な北側入口付近では、ついに梯子を利用した。後年拡張して車道(3. 参照)とすると、この場所には2個のヘヤビン・カーブが入った。

1220年頃、いつ誰によって作られたか永遠のなぞらしいが、ツペーレン (Twärren) 橋、悪魔の橋 (6. 参照) ができて、シェーレン峡谷が通行可能となった。1236年、ブレーメンのある僧院長は、ローマからドイツへの帰途、ここを通してこの事を報告した。

ツペーレン橋は、「木曾のかけ橋」のように、岩壁に添って架け渡されたものであったが、1707年、並行してウルネル洞門 (Urnerloch; 長さ60m, アルプス最初の道路トンネル) ができて不要となった。17世紀の終りごろは、道路はすべて片麻岩又は花崗岩による敷石舗装となり、可能な所は5m位に拡張された。

ザンクト・ゴットアルト峠は、ホスペンタール (Hospental) の南方約10kmの所で、標高2,100mの高原になっており、ここに昔からホスピッツ (Hospitz; 主に巡礼者を対象とした宿泊所) が建てられ、旅人に利用されていた。1791年9月、峠を越えた一人の旅行者は、つぎのような記録を残している⁴⁾。「道路は至る所、強い石を敷き並べ、荷物を背負った駄馬が、どこでも行き違いできる幅があった。道はあく暇もなく、15分間に20~30頭の駄馬が出会っていた。これらには酒、穀物、米、羊毛その他のがのせられ、イタリアからウリ (Uri) 州 (又はその逆) へ運ばれた。その年は一日に1,000頭の駄馬がこの峠を越えたといわれている。」

冬期は積雪4~6mに及ぶが、荷物運搬は中止するわけにいかず、途中で馬からそりに積み換えて峠を越した。途中に避難小屋はなく、ホスペンタール~アイロロ間に、わずかに3個の傘形小屋 (Schirmhäuschen) があるだけであった。もちろん豪雪荒天の場合は交通が途絶し、旅人はホスピッツなどで晴れるのを待った。

3. 車道 (Fahrstrasse)

馬車がヨーロッパの都市に現われたのは18世紀で、19世紀前半にかけて、ヨーロッパの主要都市の間に、駄馬車による交通網が確立され、当然ゴットアルト・ルートにも、馬車による走破が要求されて来た。

かくてアルプスの各峠にも、つぎつぎと馬車で通れる道路(車道ということにする。) ができていったが、ゴットアルト・ルートでは、まずテッシン (Tessin) 州で、ベリンツォーナ (Bellinzona) キアッソー* (Chiasso)

*イタリアとの国境に近いスイス南端の都市

間を完成、少し遅れてウリ州でも工事を起こし、1830年、フリーエレン (Flüelen) キアッソー間が全通した。そして今までの駄馬による貨物輸送は、荷馬車 (Fahrwerk) によるそれに転換し、馬主は駄馬供給者に変わった。郵便交通に対しても、黄色い駄通馬車 (Postkutöche) がその後10年間の峠の交通を支配した。始めのうちは一頭立てで座席数2又は3、フリーエレン~キアッソー間を週3往復したが、1842年には、5頭立て、座席数10で毎日走ってその最盛期に入った。1849年、郵便業務が国営となり、輸送能力も倍加した。

道路構造は、山道に比べれば、はるかに優れたもので、17世紀の終わり頃から、花崗岩のブロック又は片麻岩の敷石による舗装が多くなり、可能な所は幅5mに広げた。1827年~30年に建設された舗装道路の基本設計

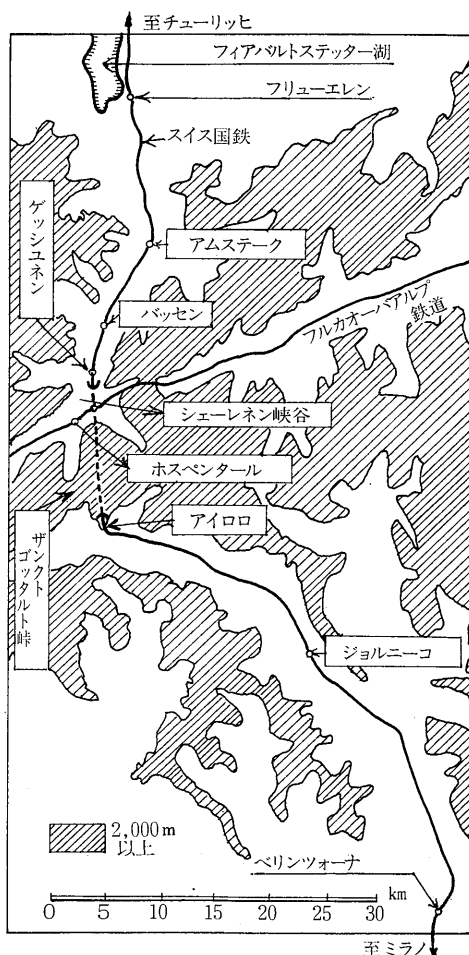


図-1 ゴットアルト・ルートの峠の南北を、スイス国鉄線によって示したもの。

は、現在でもそのまま使用できる模範的なものであった。幅員は5～8m、勾配は10%以下であった。

4. 鉄道

スイスで最初の鉄道が開通したのは、1847年で、イギリスより22年遅く、ゴッタルト鉄道ルツェルン～ベリンツォーナ間建設工事に着手したのは、1872年（新橋～横浜間開通の年）である。南北から次第に延長して大トンネル（5.参照）を完成し、1882年に全線開通した。1850年頃のゴッタルト越えは、バーゼル～ミラノ間を、湖上の汽船と郵便馬車と南方の一部の鉄道とを乗り継いで3日かかったが、その行程を12時間で行けるようになった²⁾。なお現在は、TEE（ヨーロッパ各国間の直通特急列車）によって6時間で到達する。1909年から国鉄（1898年設立、略称 SBB）となり、1920年、アムステーク（Amsteg）アイロロ間から始めて、大トンネルを含めて電化していった。全線でトンネル80個、支間10m以上の橋梁324個、最急勾配26‰となっているが、この線を世界的に有名にしたのは、峠の前後の5個のループ・

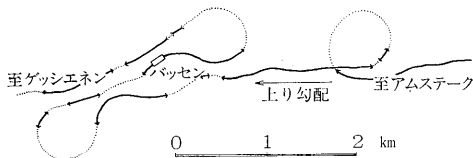


図-2 バッセン付近の線路平面図。最小半径003m, 最高勾配26‰

トンネルと、2個のヘアピン・トンネルで、図-2にバッセン（Wassen）付近の3個を示す。この区間は、本線路中、線路選定に最も苦心した場所で、設計者にはこのほかに、スイッチ・バック案、ケーブル・カー案があった由であるが、両者とも時間のロスが多く線路容量が小さくなるので、開通後の輸送量の増大から考えて、それらを採用しなかったのは賢明だったと思う。

1926年、本線の直上約300mの所でこれと直交して、フルカ・オーバーアルプ（Furka-Overalp）鉄道の本線、及びシェーレネン峡谷を走ってSBBと連絡する支線が開通した。この私鉄は、軌間1m、最急勾配110‰、総延長100km、ほとんど全区間にわたり、アプト式ラック・レールを使用している⁷⁾。

5. ザンクト・ゴッタルト・トンネル（鉄道）

ゲッシエネン（Göshenen）からアイロロまで延長15.0km、複線形、シンプロン完成までの約20年間、世界一の長大トンネルで、当時「かけ」といわれた大工事である。1872年9月南口、10月北口着工、始めは手掘り、翌年機械掘り（1871年開通したモンズニー・トンネルの経験を

生かす）となった。進むに従って出水が増加し、南口600m付近で約11t/分、北口4,000m付近で約10t/分となった⁸⁾。1925年、(わが国の丹那トンネルでは、40t/分以上の出水が約1年続いた。それに比べれば少ないが、当時としては相当工事を困難にしたであろう。) 又、岩石の粉末、爆破の煙、人と動物（ずり出しに使う馬とろば）の呼気で温度が60度まで上り、毎月、動物が約30匹死んだ。

1880年2月導坑が貫通し、最初に、この工事の最大の功労者であり坑道中で病死した、ルイス・ファヴル（Louis Favre）技師の遺影が南側から北側に渡された。貫通の際の南北中心線の狂いは、わずかに横に33cm、縦に5cmであった。当時としては立派な精度である。完成迄の死亡者は310人（内177人はトンネル内で死亡）ほかに無能力化した者が877人いた⁸⁾。完成後の年間通過人員は、25万人という予想であったが、1882年（開業初年）100万人を超え、1977年には、さらにその2倍に増加した。

7. で述べるように、20世紀に入って、自動車による峠越えが盛んになったが、道路は、半年以上雪のため通行不能となるため、1956年、列車による自動車輸送を開始した。年次ごとの輸送台数は表-1の通りである。1968年に減少したのは、近くのサン・ベルナルディノ（San Bernardino）道路トンネルの開通によるものと思われる。

表-1 列車による自動車輸送台数

年次	台数 (千台)	年次	台数 (千台)
1956	118	1972	518
1964	375	1973	479
1967	599	1974	464
1968	436	1975	471
1970	518	1976	395

6. 悪魔の橋（Teufelsbrücke;）

アンデルマツ（Andermatt）から少し北に行って、シェーレネン峡谷に入った所で、ロイス川は急流となり、断がいて絶壁の間を落下するが、ここに絶壁が左岸から右岸に移る関係で、どうしても橋が必要な地点がある。伝説によれば、1200年頃、悪魔が一夜のうちに架けたと言われこの名がついた。これは支点だけ切り石の、小さな木橋であつたらしい。

1590年、2代目（図-3⁵⁾の手前）が石のアーチ橋として架設された。スパン、高さ共に15m位、山道用の粗末なものだった。1885年、暴風雨によって破壊されたが、

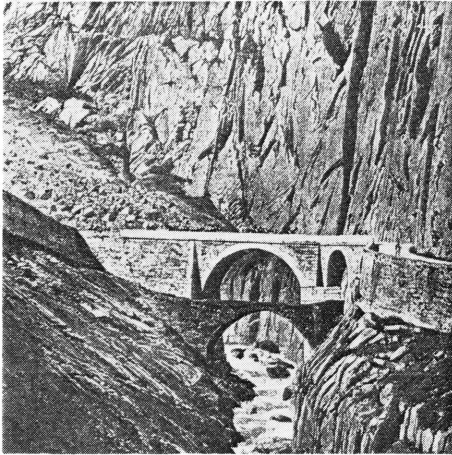


図-3 2代目悪魔の橋（手前）と、3代目悪魔の橋（奥の方）。奔流はロイス川である。

それ以前に車道用としてそのすぐ上流に、1880年、3代目（図-3⁵⁾の奥の方）が架設された。これは高さ30m、スパン25mのアーチ橋で、現在まだ、歩行者などが使用している。

1956年、自動車用として4代目が架設された。スパン68m、高さ60mリブを3層のブロック積みとした鉄筋コンクリート・アーチ橋である¹⁰⁾（図-4）。悪魔の橋は、交通状態に応じて、つぎつぎと改築された好例と言えるであろう。

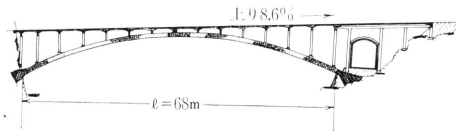


図-4 4代目悪魔の橋。3代目の少し下流を、斜めに渡っている。

1. 自動車道路 (Autostrasse)

構造上はっきり車道と区別したわけではない。1856年、カール・ベンツが彼の自動車を道路上で試運転したとき、誰も現在のような隆盛を予想しなかったろう。ゴタルド・ルートを走る自動車も次第に増加した。そこで舗装に、平坦性にすぐれたアスファルト（まれにコンクリート）舗装が使用されるようになった。年代を追って見ると、1902年、ドイツのある詩人が、イタリア旅行から帰国するとき、始めて自動車でゴットアルトを越えた。1909年ゴットアルト峠が正式に自動車に開放された。（シンブロン峠より3年遅い）。当時は各州とも通行税を徴集し、速度制限は厳しく、地元からはあまり歓迎され

ず、妨害さえ受けたようである。

1913年既に1万台の外国の自動車がスイスに入国したが、そのうちの相当量がこの峠を越えている。

1922年 始めて郵便バスが走った。

1928年 アイロロで、一日の自動車通過台数160台となった。

1935年 アルプスの道路建設に対する連邦決議によって、ゴットアルト・ルートでも活発な工事が始まった。ホスペンタール付近ではアスファルト舗装を施工、トレモラ（Tremola）谷は花崗岩ブロックを円弧状に並べて舗装した。峠からアイロロ迄は、直線距離4.2kmで高低差870m（傾斜20%）であるため、トレモラ谷には、数十個のヘアピン・カーブが入った。（図-5、細線）

1972年 テッシン州で、上記区間をさらに緩勾配とし、ヘアピン6個でアイロロまで下るアスファルト舗装道路

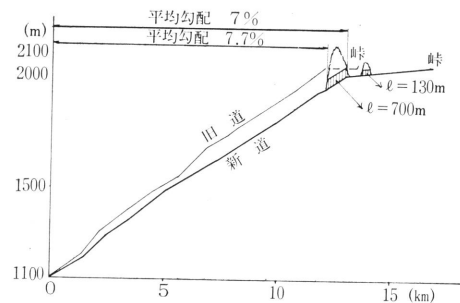


図-5 峠とアイロロの間の新旧自動車道路比較図。

(a) 平面図

(b) 縦断面図（アイロロを共通の原点としたもの）

を完成した(図-5, 太線)。ところどころで車線の平面交差を避けて旧道と接続しているの、アウトバーン(8. 参照)と言い得るかも知れない。

8. アウトバーン (Autobahn) Nr. 2

スイスには、国道計画路線が1.837kmあり、1977年末現在、1,014km供用中、351km工事中¹¹⁾となっていたが、そのうちのN2(パーゼル〜キアッソー)282kmは、1981年末までに約80%完成の予定になっている。アウトバーンは、多車線で方向別に分離され、平面交差しないことを原則としているが、国道Nr. 2の南方はほとんどアウトバーンになっている。アムステーク〜ゲッシエネン間は、4〜6車線で既に開通している。

9. ゴットアルト道路トンネル

1969年着工、始めの予定より2〜3年遅れて、1980年9月開通、総延長16.9km(うち取付トンネル630m)、道路では世界一、道路幅7.8m、明高4.5m、2車線である。

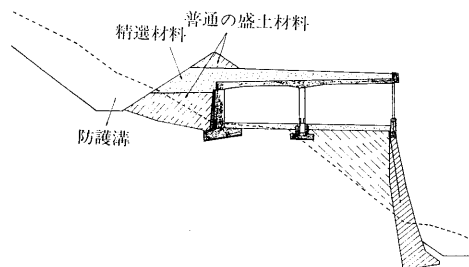


図-6 ゲッシエネン北方のなだれ被害防止設備

北口から約1km入った所で、鉄道トンネル(5. 参照)の5m下を、これと25度の角度で交差している。山が余り高くなくて道路に近い所に、通風用の斜坑、立坑を4箇所設けるためと、鉄道トンネルで経験した中央部の断層を避けるために、中間に、R=2,000mの曲線を入れて西の方へ2.5km寄せて「く」の字形の線形となった。

特殊な施工法としては、スライディング・フローの使用がある。これは掘さく、ずり出し装置を全部のせて、掘さくと共に前進させる台で、ヨーロッパでは始め

ての使用といわれている。(日本では、新清水トンネルで使用した。)

10. 結語

ゴットアルト・ルート建設については、古今を通じてそれぞれの時代の土木技術を駆使し、苦心が払われた。

スイスでも、ヨーロッパの他の諸国と同じく、早くから馬車交通が発達し、それに伴って道路建設、特に舗装技術は早くから立派なものが作られた。

最近、世界の先進各国を通じ、中距離大量輸送と都市交通の点から、鉄道斜陽論の影が薄れて来た感があるが、ゴットアルト・ルートの歴史を見ると、まさに道路、鉄道両交通の協力である。しかもさらに輸送力を増強するために、鉄道はアムステークからジョルニニコ(Giornico)まで長さ45.1kmの新トンネルを、道路は2本目のゴットアルト・トンネルをそれぞれ計画中である。

ゴットアルト・ルートに関する限り、道路、鉄道の協力が絶対に必要なのであろう。最後に、本論文を書くに当り、ドイツ語、道路、トンネルに関しそれぞれ一條正雄、佐藤寛政、北村市太郎の各氏から多大の御教示を頂いたことを付記し、深甚の謝意を表したい。

参考文献

- 1) O.ペール著、前島郁雄訳;スイス, p. 102, 帝国書院, 1979.
- 2) *Ibid.* p. 103.
- 3) Hans Pater Nething; *Der Gotthard*, p. 45, Ott-Verlag, Thun, 1975.
- 4) *Ibid.* p. 47.
- 5) *Ibid.* p. 51.
- 6) *Ibid.* p. 147.
- 7) 本島三郎; スイスの鉄道, pp. 218~219, 鉄道研究会, 1966.
- 8) G. E. Sandstrom; *History of tunneling*, p. 171, Barrie and Rocklife, London, 1963.
- 9) Siedentop; *Tunnellabyrinth Schweiz*, p. 27, Orell Fussli, Zurich, 1977.
- 10) *Schweizerische Bauzeitung*, 74 (Jan. 21) p. 38, 1956.
- 11) 高速道路調査会; 世界のハイウェイ p. 127, 紀伊国屋書店, 1979.