

ドイツにおける橋梁の現状

小寺重郎*

要旨 筆者は昭和 29 年 11 月ドイツ政府給費生として Stuttgart 工科大学に 1 年間留学し、以後 2 年間 Philipp Holzmann 土建会社、Johannes Dörnen 橋梁会社、Leonhardt 設計事務所等で実習し、32 年 9 月帰国した。この間に筆者の接した範囲でドイツにおける橋梁の現状はつぎのようである。

1. 概況

最近のドイツ橋梁で特筆しなければならないことは、PC 橋の発達であろう。一般にスパンが大きい場合、支保工に費用を要する場合、桁高が極度におさえられ下路橋でなくては不能の場合、鉄道橋のようにわずかの間合いにかけかえをする場合等は、鋼橋の方が有利になることが多いが、普通の中小スパンでは PC 橋の方が優勢である。後述のようにスパン 90 m でも PC 橋の方がやすいこともある。鉄筋コンクリートは 10 m 前後の短スパンの橋梁にのみ用いられている状態である。鉄道橋ではいままで PC 橋が用いられたスパンは 20~30 m 前後である。ドイツでは設計はほとんど会社もちであるが、次に筆者が Dörnen 橋梁会社で実習中設計した橋梁の公開入札の結果を例示する。この例では官庁側はスパン割、桁高、荷重等を与えただけである。

例-1 Volme 橋 (仮称)

スパン 30.2+3×33.2+30.2 全長 160 m の Autobahn 橋。幅 12.5 m のもの 2 橋、荷重 SLW 60 t、桁高 1.50 m。

Dörnen 社の設計は上記の 5 スパン連続合成桁で、各橋 3 本主桁、コンクリート スラブ厚 20 cm で、鋼材重量は 2 橋合わせて 352 t (うち St 52 が 300 t)、橋面 1 m² 当り鋼材 88 kg である。鋼橋を橋脚上で上げこし、コンクリート打ち後合成桁を沈下させ、スラブにプレストレスを導入する。

入札価格は、鋼橋 790 000 DM (架設を含む)、コンクリート スラブ 530 000 DM で上部構造は 1 320 000 DM 下部構造が 978 000 DM で合計 2 298 000 DM であった。1 DM (ドイツマルク) は約 86 円である。

コンクリート スラブ、下部構造は Dörnen 社が荷重を与えてコンクリート業者に見積らせたわけだが、その業者はまた別に自分で PC 橋を設計して入札していた。その価格は上部構造 1 227 000 DM、下部構造 1 064 000 DM 計 2 291 000 DM であった。合成桁の場合はたしてコンクリート業者が良心的に見積つたかは疑わしい。あ

る橋梁会社はコンクリート業者とのコンビがよいので、合成桁に有利だといううさもある。

この入札には鋼、コンクリート合わせて 50 社近くが参加した。鋼会社の値は最低 218 万 DM、最高 270 万 DM で Dörnen の設計は鋼会社中では 2 位であった。上部構造はいずれも合成桁である。最高値の 270 万 DM の設計は 4 本主桁としたため鋼材重量が大きくなったものと思われる。これに対しコンクリート業者の PC 橋は最低約 200 万 DM、最高 250 万 DM で、結局 PC の勝利に帰した。

例-2 Ruhr 橋 (仮称)

スパン 72+96+72 全長 240 m の Autobahn 橋、幅 12.5 m のもの 2 橋、荷重 SLW 60 t、桁高は橋脚上で 3.5 m スパン中央、橋台上で 2.3 m。

Dörnen 社の設計は 2 主桁の鋼床連続桁である。桁高が変化しかつ斜橋であったので、箱型断面は製作上めんどうとなり採用しなかつた。鋼材重量は 2 橋合わせて 1 400 t (うち St 52 が 1 152 t、St 37 が 248 t) であった。

Dörnen 社の入札価格は下部構造も含み 2 橋で 387 万 DM、特別設計の場合 373.2 万 DM であった。

この特別設計は筆者の提案で橋脚付近の負の曲げモーメントに対し、鋼桁の下突縁と合成した鉄筋コンクリート スラブを用いたものである。本入札には鋼、コンクリート合わせて 55 社が参加し、80 種の設計が提出された。鋼橋の平均価格は約 383 万 DM、PC 橋の平均は約 370 万 DM、最低は Dyckerhoff u. Widmann 社の PC 橋 303 万 DM で次位を相当ひきはなしていた。D.u.W. 社は Rhein 河および Mosel 河にスパン 100 m 以上の 3 スパン連続 PC 桁を cantilever election で架設したことがあり、この場合も多分この工法によつたものと思われる。

PC 橋の単価は場合により変化が多く、1 m² 当りいくらとのべることはむずかしいが、筆者がドイツ国鉄などできいた値はほぼ一致していた。それによると PC は平均 1 m² 当り 300~320 DM で、それに対し鉄筋コンクリートは 250 DM 前後であった。溶接橋は架設を含み 1 600~1 900 DM/t、鋼材は St 37 で 500 DM/t、St 52 が 630 DM/t である。溶接工、大工、左官等の専門工の賃金は大体 1 時間当り 2.0 ないし 2.2 DM である。

次にドイツの橋梁で日本に比し特筆すべきことは、多スパンの場合、原則として連続バリにすることである。

* 准員 国鉄構造物設計事務所

砂、砂利地盤のときはもちろん、相当悪い地盤のときにも数 cm の不等沈下を設計に考慮して連続バリーを用いることがある。例えば Württemberg 州で粘土地盤に基礎をおく橋脚上にスパン連続、各スパン 25 m の PC 橋を架設した。その後測定した沈下量は 2 cm だったが、割合均等していたとのことである。構造的に、沈下した際ジャッキで持ちあげられるように考えていることがある。極端な例として最近ルールの鉱害地方に不等沈下を考慮して連続ラーメン鉄道橋をかけた。スパンが長くなるほど、桁高が小になるほど、不等沈下が橋梁に与える影響は当然少なくなるし、PC 橋の場合にはさらにコンクリートのクリープにより沈下の影響は緩和されると思われる。ドイツ橋梁界の権威 Leonhardt 博士にこの点について質問したところ Autobahn 建設開始当初 (1936 年頃) は一般に連続バリーに対する不安感が強かったが、当時の橋梁課長 Schaechtele 氏が反対をおしきつて Autobahn 橋にどしどし連続バリーを用い、それ以来成績も良好なので、連続バリーが安心して用いられるようになったとのことである。もちろん日本とドイツでは地質上また河川の形態上差異があるが、あまりに不静定構造に神経質になる必要はないと思う。連続バリーにすれば、材料を節約し構造物が軽くなることはもちろん、耐久的にも構造上の不連続点がなくなり有利となり、また地震の場合にも単純桁に比し橋脚より落下しにくくなり、よいのではないかと考える。

戦後ドイツ橋梁の設計計算における進歩の一つは衆知のように平面構造的な考えの導入である。ドイツ道路橋の示方書 (DIN 1072) では荷重を幅 3 m の主車線とそれ以外の部分に分け、例えば Autobahn 橋、国道橋では主車線に 60 トン車とその前後に 0.5 t/m^2 の等分布荷重、それ以外の部分には 0.3 t/m^2 の等分布荷重を載荷させている。従つて横桁または床版により主車線荷重が各主桁に分布されることを考えれば、設計は経済的になる。この荷重分布の計算はすでに常識になつている。Leonhardt¹⁾、Hombert²⁾ が種々な場合について、格子計算による荷重分布の計算結果を表にして発表しているので、これを用いればめんどろな計算をする必要がない。しかし上記の計算には主桁のねじり剛性を考えていないので、コンクリート橋の場合、各社それぞれの方法で、このねじり剛性の影響を考えに入れようとしておいてある。筆者も Leonhardt 事務所 で実習中、近似的な一案を考え、それを 6 主桁 $2 \times 32.5 \text{ m}$ の PC 道路橋の実施設計に用いた。Holzmann 社では格子計算によらず荷重を sine 分布荷重と仮定し、スラブにより互いに結ばれた主桁間の荷重分布を計算していた。

コンクリート橋、合成桁橋のコンクリートスラブの計算にも版理論を用いている。しかしこの場合も Rüscht 教授³⁾ 等が種々な形、支承条件のスラブについて計算し

た結果を表にして発表しているので、これを用いれば簡単に計算できる。PC 桁、合成桁ともに主桁間隔は日本に比して大きく 3 m 前後が普通である。

自動車交通量の増大およびスピード上昇により橋も道路の流れにそぐべく、斜橋または曲橋は漸次ます傾向にある。かかる場合には計算がむづかしいことが多いので模型実験により解析することがある。Leonhardt 事務所でも簡単な実験解析装置を考案し、斜橋等の設計に利用していた。

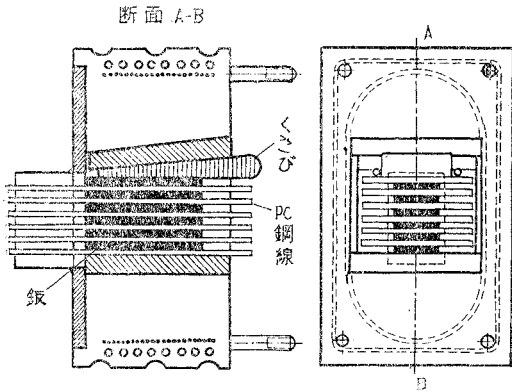
2. プレストレストコンクリート橋

フランスの PC が Freyssinet のみで発展しているのに対し、ドイツでは各土建業者が他人に特許料を払いたくないためもあつて、各独自の方法を考案し用いているので 20 種近くの PC 方法がある。PC 工法の名前もその会社名をとつたものが多い。ドイツには PC 専門会社はほとんどなく、総合土建会社に PC 部門があり、設計施工をしている。小さい土建業者は特許料を払い他社の方法を用いている。この場合には競争相手であるドイツ土建会社の方法を用いず設計事務所 Leonhardt の工法、または外国の Freyssinet、BBRV (スイス) を用いることが多い。ドイツ国鉄では国立試験所の試験 (くり返し試験も含む) に合格した工法のみを用いている。

種々の PC 工法のうちすぐれた特徴があると思われるのは、鋼棒を用い端にネジを設けナットでアンカーした Dyckerhoff u. Widmann 法 (Dywidag 法) と、最大 PS 力 1000 t くらいまで PC 鋼線を集中してシース 1 コ内にまとめ、コンクリートブロックにアンカーし引張る Baur-Leonhardt 法であるが、これらについては横道教授が土木技術 (32 年 9 月, 11 月号) にくわしく述べておられるのでここには特に述べない。ただこの特徴を生かした二、三の実例を示す。鉄道橋のように幅のせまい橋では、横締め用 PC に、PS 導入時すべりをさげえないクサビによるアンカー方法を用いず、とくにネジじめの Dywidag 法を指定して使わせることがある。また筆者が Leonhardt で実習中、他社から、どうしてもその会社の PC 工法では与えられた主桁のウェブに数多い PC 線がおさまらないので Baur-Leonhardt 法を用いたいという設計依頼がきたことがある。

その他の方法を大別すると、クサビにより PC 鋼線を直接桁端にアンカーするもの、多くの PC 線をいろいろな取付け方法により、ある伸介物にアンカーし、その伸介物 (端にネジがきつてある) を引張つて桁端にナットでアンカーするもの、の二つに分けられよう。まず前者では、クサビとして鋼材が多く用いられ、PC 線との接触面にすべり止めに設けた歯の性質、鋼材の硬度等に問題があるようである。結局費用の点で Freyssinet のコンクリートクサビの方が有利でなかろうか。クサビによ

図-1 Holzmann 法のアンカー図面



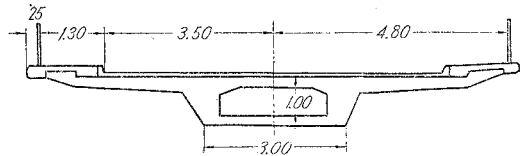
るアンカー方法の変形である Holzmann 方法 (図-1 参照) では、一単位で 100 t ほどアンカーしうる長所がある。後者の一例として、PC 線を伸介物にとりつけるのに、吊橋のケーブルのアンカーに類似し、ただ白鉛の代りに高強モルタルを用いたものもある (Beton-Monierbau)。

PC 鋼線として漸次多く用いられるようになったものに、ダ円形リブ付鋼線 (Ovalgerippte Sigma Stahl) がある。これは熱処理した圧延鋼線で断面は 20 mm² と 30 mm² があり、形状、材質がコンクリートとの付着に有利なので付着によるアンカーに好んで用いられる。Baur-Leonhardt 法でも最近漸次この線を用いるようになり、線をコンクリートブロック内に扇状に分布させてアンカーしている。実験によるとコンクリートブロックを適切に配筋すれば、これで 1000 t までの PS 力に耐えうる。上述の Beton-Monier 法もこの線を用いている。Holzmann 法もこれを用い、リブは両側の鋼板にくいこむのですべらない。円断面鋼線も圧延熱処理したものが多く、この種鋼線の応力-ヒズミ曲線は普通の鋼に似て、降伏点のはつきりしている。

フランス、日本においては、架設カ所の側で主桁を 1 コづつまず打ち、架設してから横締め等により一体にする広い意味でのプレキャスト工法が採用されているのに対し、ドイツの PC 橋はほとんど従来の鉄筋コンクリート橋と同じく、支保工の上の型ワクで全橋一体にコンクリート打ちをする現場打ち工法である。従つて断面も I 形を用いることは少なく、T 形または箱型が多い。横方向は必ずしも PC 構造にしない。最近道幅が 10 m 以下だと単箱型として下部構造を単柱状とする例をしばしば見かける。この場合連続バリだとねじりに対しては両端の橋台で支えることもある。桁のウェブはせん断力とねじりモーメントによるせん断応力の和により決められる。筆者が Leonhardt 事務所設計したこの種 PC 道路橋 17.7+23+23+17.7 m の断面を 図-2 に示す。

写真-1 は B.-Leonhardt 法によるスパン 35 m の道

図-2



路橋の工事中の写真である。箱型断面で下側スラブはすでに打つてあり、いまウェブを配筋中のところで、集中 PC 鋼線のケースが見える。支保工とそのコンクリート基礎の間にジャッキを入れ型ワクの高さを調節する。

写真-2 は 2×28 m の Fressynet 法による PC 鉄道橋の型ワク組立中の所を示す。このような場合には支保工 I-beam のタワミにより、打つたコンクリートに悪影響を与えないようにコンクリートを数区間に分けて打つ

写真-1

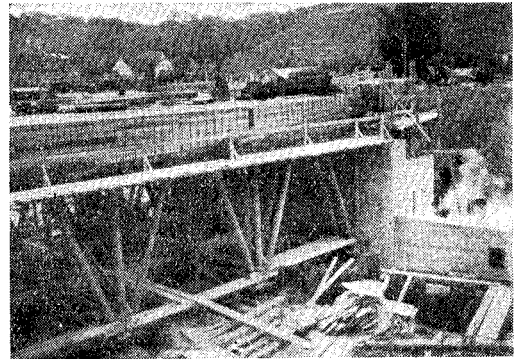


写真-2

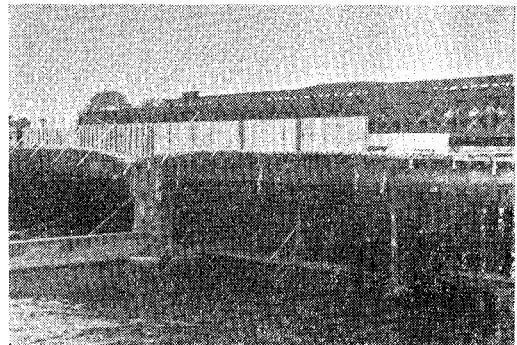
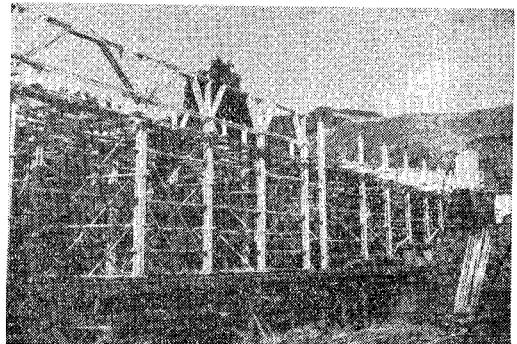


写真-3



ている。

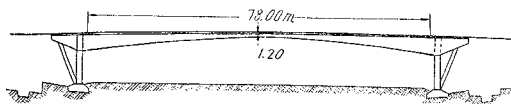
写真-3 に 33+38+33 m の Autobahn 橋の支保工を示す。この場合にはコンクリートを全橋連続して1回目につ打った。この支保工はこのまま横移動させ第二橋の支保工として用いる。

骨材は普通0~3, 3~7, 7~15, 15~30の4種に分け適切な粒度に配合し、セメント量をなるべく少なくするようにつとめている。普通セメント使用量は 300~350 kg/m³ である。微粒砂が少ない場合には石粉などをまぜる。流動性をますために Plastiment 等を添加することが多い。

20~30 m 前後の PC 橋の可動端用クツとしてしばしば用いられるものに Burkhardt 氏考案のクツ (Betonrollenlager) がある。これは高強度コンクリートを加圧下に鋼管内に圧入したもので、例えば径 31.4 cm で設計支承载力 2.4 t/cm である。なおこのクツはドイツでは特許になつている。陸橋の場合には連続バリエで橋脚をヒンジ柱とすることが多い。

しばしば用いられる PC 橋の一型式に 図-3 に示すラーメンがある。ラーメンの柱を垂直な圧縮材と斜の引張材に分けてある。この引張材はプレストレスされているこれによるとスパン中央の桁高を非常に小にしうる。

図-3



3. 鋼 橋

戦後ドイツの道路橋では上路鉄桁が次第に長スパンにも用いられるようになった。床版(鉄)も主桁の突縁として考え、また格子計算等により荷重を主桁間に分布させたため、溶接の発達とあいまって上路鉄桁の使用範囲は増したのである。鋼床鉄桁、合成桁、箱型断面の発達がこの現われである。鉄道橋では鋼床鉄桁を用いた閉床式鉄桁、溶接トラスが多く用いられるようになった。

上路鉄桁で長スパンを渡るとき、活荷重によるタワミが現示方書 DIN 1073 に規定されている最大許容タワミ $l/500$ をこすことが多いが、タワミ自身は橋梁設計の本質的なものでないとして許可している。示方書のタワミの制限も近く廃止されるのではなからうか。設計荷重がそのまま橋にのるようなときには、自動車は静止しているし、自動車が高速で走っているときには一定の間隔があつて、設計荷重よりはるかに小さい荷重が働いているので、設計荷重によるタワミが大でもかまわないとの説もある。

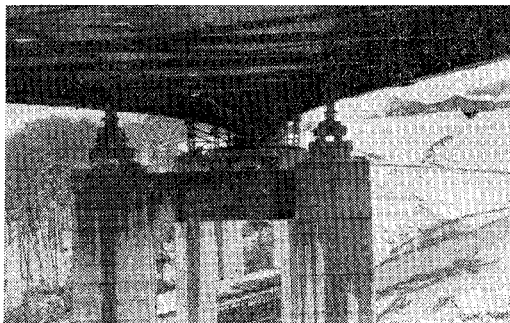
ドイツ鉄道で規定している衝撃係数の値は、いままでのタワミ、ヒズミ測定結果よりえた値の最大値をもとに

して定めたものである。測定結果のちらばりは大で、道床の有無による有意差はたしかめえない。コンクリート桁については測定結果は少ないが、いままで鋼桁の測定値のちらばりの範囲内に入つたので、コンクリート橋にも同じ係数を規定している。運転列車の荷重が大になるほど、測定した衝撃係数は小になるので、設計荷重に現在の衝撃係数を乗じて衝撃荷重を求める計算は安全すぎるの考えもある。なおレールの継目は大きな衝撃を与えるので橋梁上には継目を設けないのが原則である。

合成桁については日本でもすでに広く用いられているので簡単に述べる。シベルはほとんど剛性シベルを用いている。前述したように多スパン橋は連続バリエが原則なので連続合成桁橋が多く、橋脚上の負のモーメントが問題になる。これに対してはコンクリート床版を PC 鋼線によりプレストレスする方法、鋼橋をあげこして架設しコンクリート打ちし、硬化後合成桁を沈下せしめコンクリート床版に圧縮応力を導入する方法等がある。例えば 2×25.8 m の Kamen Autobahn 橋では橋脚上で 12 cm 合成桁を沈下せしめている。多スパン連続バリエ等で橋の全長が大になるときはこの量が 1 m をこす場合がある。写真-4 は 7×40.8 m の Loithal Autobahn 橋の橋脚上のあげこし状態を示す。あげこし量は最大 3 m である。合成桁ではときにより下突縁、腹縁に St 52, 上突縁に St 37 を用いて合理的に材料を使うこともできる。斜橋の場合、斜角が大になると鈍角部のコンクリート版に負の曲げモーメントにより引張応力が起り、ひびわれを生ずることがあるので注意を要する。これに対しては支承上の端桁を設けず、各合成桁がなるべく自由に独立して働らくようにするのも一つの対策であろう。コンクリート床版をそのまま路面とすることは少なく、普通その上に防水工とアスファルト舗装を設ける。コンクリート床版を直接路面とすることは、力学上必要な厚さより数 cm 厚くし、さらにあとでアスファルト舗装をしてもよいように設計上考慮することが多い。

つぎに鋼床鉄桁には横桁の間隔が主桁間隔の 1/3 以下になるときは、Cornelius 氏の特許に抵触するので、Dörnen 社等ではなるべくこれ以上になるようにしてい

写真-4



た。従つて横桁間隔が比較的大になり異方性鉄として計算した場合には注意を要する。縦リブとして DEMAG, Dörnen 社では鉄を折り曲げた箱型リブを用いている。ねじり剛性をますことにより荷重の分布はよくなるし溶接量も減ずる。しかしこれについても DEMAG 社が特許を申請し問題になっていた。鋼床鉄の細かい計算方法等については別の機会に述べることにする。鉄の許容応力は、いままで計算していない尖端応力を考えているために相当高くとり、特に応力の重複に対しては降伏点応力まで許していることがある。鋼床鉄が破壊実験のとき示す薄膜的性質は設計には考えていない。舗装には普通 5 cm 厚程度のアスファルト (Gussasphalt) を用い、床鉄上には、ずれ止めを溶接する。

単箱型断面の計算には普通 *Verwölbung* による軸方向応力の大きさは、曲げ応力に比しはるかに小さいので *Verwölbung* の影響は無視している。ねじりモーメントはセン断応力のみによりとるとする。構造上、断面の変形を防ぐため補剛ラーメンを十分にしている。箱型断面でなくても下突縁間の対風構を一種の底鉄とみなし、箱桁橋のように計算することもある。

ドイツ国鉄では数年にわたり種々な溶接部材について疲労試験を行い、その結果にもとづいて溶接鋼鉄道橋示方書を改訂した。溶接部材の許容疲労応力は鋼材、溶接の種類、その断面のうける最小最大応力の比 K によつて異なる。これによると例えば $K = -1.0$ では St 52, St 37 の許容応力はほとんど変わらない。また力と直角方向の突合わせ溶接は、力の方向に表面を仕上げる等、とくに入念に施工すれば疲労に対し丈夫である (St 37 では $K = -0.5$ でも母材と同じ許容応力をとつている)。この場合力と直角方向に仕上げるるとむしろ害を与える。鉄道溶接橋梁設計の場合、なるべく疲労許容応力の高い溶接を行い、材料を十分活用するようにつとめている。従つて上記突合わせ溶接を行うことが多い。例えば溶接トラスの場合、ガセット プレートは弦材と突合わせ溶接されることが多い。弦材は箱断面にすることが多い。箱断面は密閉されていれば内壁にペンキを塗る必要はない。

Hightension bolt については最近 Karlsruhe 工科大学で大規模な系統的实验を行い、暫定規定もつくられ次第に広く用いられようとしている。ボルトの値段もどんどんやすくなつてきている。断面計算の際孔をひく必要がないことが多く、またくり返し荷重に有利なので、鉄道橋でも溶接トラスの格点などに好んで用いられている。Dörnen 社では最近フルス化学工場との協同研究の結果、トラスの格点を樹脂により接着したことがある⁹⁾。まだ試験期であるので安全のためさらにボルトでしめていますが、次第に橋梁にも接着技術が応用されるのではなからうか。橋梁のクツとして特殊鋼 *Kreutz-Panzerstahl* が用いられ、反力の大きいとき、クツの高さを制

図-4 (a) 鑄鋼クツ (総重量 1 696 kg)

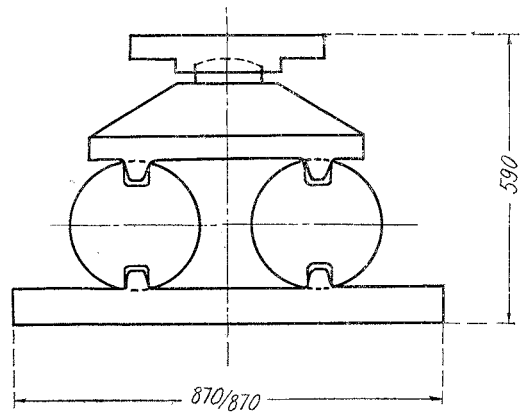
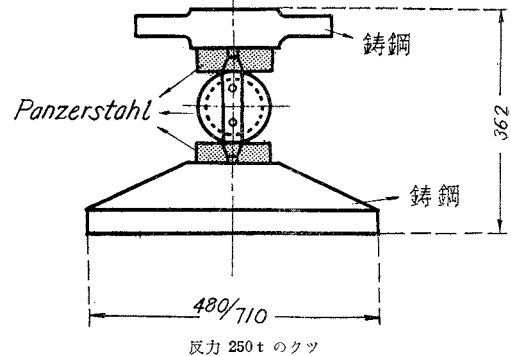


図-4 (b) 鑄鋼および Panzerstahl クツ
鑄鋼 273kg, Panzerstahl 53.2kg



限された場合には、特に在来の鑄鋼製のクツに比し有利である。支承反力 250 t の場合両者を比較すると 図-4 のようになる。

最近架設前にペンキをぬらず、架設後にさび落しをし塗装することがある。これは運搬、架設に際しペンキが破損されるからばかりでなく、圧延被膜を完全に除去するためには、むしろ架設してしばらく放置し、それからさび落しをした方がよいというのである。しかしこれについてはまだ種々論議があるようである。

4. 技術

次に筆者の接した範囲でのドイツ技術者についてかいてみよう。Gymnasium (中学校・高等学校に相当する) の卒業試験に合格すれば、学生は好き勝手な大学に入れる。工学関係は独立していて総合大学には属さず全国に 8 工科大学があり特に優劣はない。地域的にも比較的分散しているので学生の数が一校に偏することはあまりない。工科大学に入るには 6 カ月～1 年の実習経験がなければならぬ。その間学生は左官、溶接工などとして実技をおぼえるわけである。ときには 2 年近くも働らき、学費をかせぐものもある。土木の学生は、1 組に 150～200 人もいる。休みは年に 5 カ月あるが演習の宿題が相

当多いうだ。建築構造もドイツでは土木 (Bauingenieur) に含まれる。8 学期 (1 学期は 6 カ月) の講義をうけ、中間試験と卒業試験に合格し、卒業論文が通ると、工学士 (Diplom Ingenieur) の資格をえて大学卒業ということになるが、落第したら学資の関係で途中で止めるものもかなりある。入るにくらべると出る方がむしろかしくなっている。研究室に残り博士論文をかかもの (博士になるとドイツでは一躍社会的地位があがる)、教授の助手になるものもあるが、それもいつまでも大学に残ることは少なく大学を去る (大学付属試験所などに勤務する場合には一般職業と変りない)。工学部の場合大学教授は外部の工業界より迎えられることが多い。コンクリート構造物の教授はほとんど土建会社出身、鋼構造の教授は橋梁会社出身、構造力学もしかりである。資格を重視するドイツでは、教授の地位は絶大であり、よびかけるにも必ず Professor をつけることを忘れない。収入も大学よりの定収のほかには工事、設計の Advice、検査などの報酬が多い。工大のほかには専門学校に相当する Bauschule があり多くの中堅技術者を養成している。

大学を出て就職すれば月 600 DM (約 52 000 円前後) の収入がある。景気のよい西独では求人が多く、新聞に工学士求む、経験ある技術者求む、製図工求むなどの広告が多い。教授の世話、個人的な関係、あるいは学生結社 (Verbindung) の先輩後輩のつながりで就職するものも多い。大学の成績は参考にすが、就職試験なるものはあまり聞かない。若い技術者のなかには 2 年おきくらいに会社をかえ、いろいろな経験を積まうとするものもある。この場合会社を去るときに能力証明書もらい、新しい会社でも実績が認められるので損にはならない。官庁に入りいわゆる出世コースを歩まうとするには大学を出てから 3 年間それぞれの役所で月給 300 DM くらいで実習し、もう一度国家試験に合格しなければならない。国鉄ではこれに合格しなければ局の課長にもなれない。国鉄では停年が 65 才、管理局の橋梁課長は 45 才前後の人が多し。鉄道、一般工業界では仕事の性質上技術者の方が事務屋より多く、従つて局長、社長等も技術者出身の方が多し。技術の進歩により、ものをよく、またやすくつくろうとしているドイツでは、技術者が工業界で重視されているのは当然であろう。技術者の技術屋としての寿命が長いというより、技術屋は一生技術屋であるということも感じられる。筆者がコンクリート学会の集会に出席したところ、参加人員数百人の盛会であつたが、設計施工技術を熱心に論じ傾聴している平均年齢は 40 ~ 45 才ではないかと思われた。出席者の主力は土建会社、土木関係官庁の技師であつた。また Dörnen で実習中、75 才の社長 Dörnen 教授が頬を紅潮させて設計図を前にして、社員と論じあつていた光景は忘れられな

い。

橋梁の入札はほとんど設計も含めた競争入札である。公開入札のときは鋼橋、コンクリート橋の区別なく競争させることが多い。また指名に比してより fair play であるらしい。とくに鋼とコンクリートの競争は情状のないもので、その競争は鋼橋、コンクリート橋の示方書改訂にもあらわれる。官庁側の示方書委員はそのおさえ役になるわけだろう。そのため示方書改訂のための実験費も会社で出しあうのでないかと想像する。公開入札の際は必ずしも最低値をとらない。指名入札には 6 社くらい参加し、この場合は最低値をとるのが原則である。大きな橋では工期の関係もあり 1 位の会社の設計をとり 2 位 3 位等の会社にも施工に協力させることが多い。最近公開入札の競争があまりにも激烈なので、民間側はなるべく指名を多くするように希望している。入札の技術的条件はスパン割が自由な場合、スパン割が与えられる場合等さまざまである。官庁側の設計を与え、その他にも各会社に独自の設計を提出させることがある。この場合会社は官庁設計と会社設計の価格をそれぞれ提出する。会社設計の方が経済的になることもしばしばある。Dörnen 実習中スパン 53 m の鉄道橋トラスで官庁設計 160 t、会社設計 130 t のことがあつた。設計競争により技術は進歩するし、また多くの設計のなかから最も経済的なものをえらびるので、国家的にみても益すること多いと思う。また優秀な設計技術者を会社で優遇するようにもなる。人が多く材料の少ない日本では設計を重視して、そのつど最も経済的な橋をつくるように努めるべきではなからうか。官庁には技術屋が少なければ標準設計をつくるのもかまわない。だがそのたびに標準設計のほかに会社側の設計も許し、その方が経済的であつたならば、それを採用するにすべきだと思う。現場に適した設計により工費を数割も節約しうることはしばしばある。合理的な設計をするには面倒な計算を必要とすることもあるが、ドイツでは種々な計算結果を表にして出版してあるのでそれを用いれば、ほとんど時間的に損はない。

橋を経済的につくろうとつとめる一方、橋の美観も大切な要素になつている。大きな橋では、建築デザイナー (Architectur) の意見を求めることが多いが、普通の橋では技術者が美観を考えて設計している。競争設計の撰択にも美観が一つの要素になる。

3 年間の留学で「経験と理論をうまく使つて構造物を広い意味で経済的につくるのが技術者である」という当然といえば当然な結論をえた。

参 考 文 献

- 1) Leonhardt "Die Vereinfachte Trägerrostberechnung"
- 2) Homberg "Einflussflächen für Kreuzwerke"
- 3) Rüschi "Tafeln zur Berechnung der Fahrbahnplatten"
- 4) Dörnen "Trittler Der Stahlbau" Heft 8 1955