

# 報 文

## 欧州の溶接事情

正 員 田 中 五 郎\*

### THE WELDING WORKS IN EUROPE

(JSCE March 1953)

Gorō Tanaka, C.E. Member

**Synopsis** I traveled the European countries and America last year, and attended the International Congress. On this occasion I visited and studied the technical universities, research institutes, associations, companies and factories concerning the steel construction especially the steel frame or the steel bridge, and I concentrated my attention particularly to welding. The present paper explains the welding works in Europe.

**要旨** 欧州諸国とアメリカとを旅行して鋼構造物、特に鉄骨、橋梁に係る国際会議に出席し、大学、研究所、協会、会社工場、有名橋等を訪問あるいは見学した。その際溶接に係る部門を注意して歩いたのでここには欧州の溶接事情について述べる。

#### 1. 緒言

昨年7月にデンマークのコペンハーゲン市で約1週間にわたって開催された国際溶接学会 (I.I.W.) の大会に出席のかたわら前後3ヶ月余にわたってスイス、デンマーク、スウェーデン、ドイツ、ベルギー、フランス、イギリスの欧州諸国とアメリカとを視察した。

一般的に上述の欧州諸国ではアメリカと比べて鋼構造物の製作に溶接工法を多く使っている。これは主として欧米諸国の経済的な相異からくるものと思われる。鋼構造物の製作に溶接を使用するか、リベットを使用するかは製品の価格の比較のほか、使用者の好き嫌いや溶接に対する信頼度あるいは流行その他多くの要素に支配されるけれども、欧州特にドイツでは溶接構造が多くの場合にリベット構造より安価であるに反して、アメリカではリベット構造の方が一般的に経済的であるものと思われる。欧州では使用鋼材の価格が人件費に比較して割高であるから溶接構造の採用によつて、材料費を節約すれば多少人件費がかさんでも、結局は安価な鋼構造物ができるのに反して、アメリカでは人件費がいちじるしく高いから多少鋼材を余分に使用してもリベット構造によつて人件費を節約すれば、総合的にはリベット構造の方が一般的に安価になるものと思われる。

次ぎに私が見た欧州各国の溶接事情、主として溶接

橋について述べてみたい。

#### 2. スイス

この国は世界無比の時計工業を始めとして精密工作機械、発電及び電気機械あるいは車輛工業等にすぐれたものが多く溶接機、溶接棒はもちろん、独特の自動溶接機も作られている。

建築には溶接ラーメン構造を採用した美しい設計のものも多く、発電用水門扉も多く溶接されている(写真-1)。送電線の鉄塔もパイプを使用した溶接構造が

写真-1 Rossens 発電所のテンターゲート

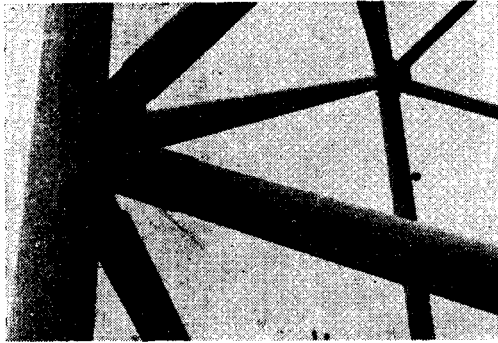
(巾 8.0 m 高さ 8.2 m)



\* 株式会社 横河橋梁製作所, 取締役

多い(写真-2)。

写真-2 スイスの鉄塔



第2次大戦後にもいくつかの溶接橋がかけられている。この中で私が見た Tannwald 鉄道橋と Schinznach-Bad 道路橋及びその製作会社の Waltmann 会社について述べる。

a) Tannwald 鉄道橋(写真-3): この橋は Olten にある単線上路砂利道床付3径間連続溶接プレートガーダー橋で、溶接桁と道床を受ける鉄筋コンクリート床版とが合成桁を構成している。縦桁と横桁はない。6m 間隔に横構を有し主桁の支間は 36m-36m-36m で旧アーチ橋の基礎を使っている(図-1)。

写真-3 Tannwald 鉄道橋

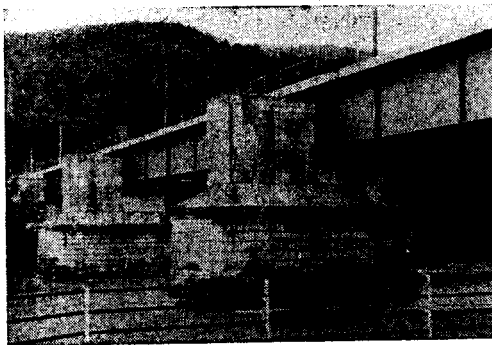
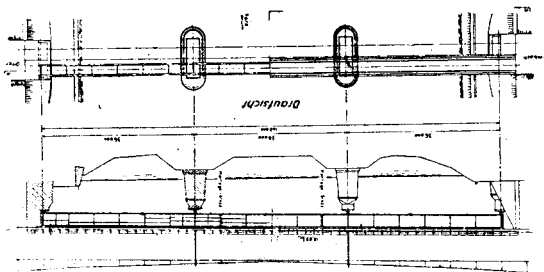
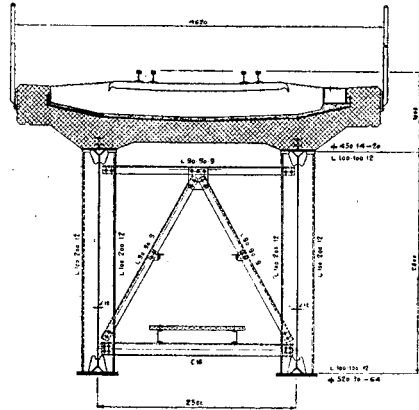


図-1 Tannwald 橋の一般図



架設法が主な理由となりコンクリートのクリープをも考慮して、主桁とコンクリート床版との合作用は活荷重、砂利及び軌道重量にのみ有効であると考えて

図-2 Tannwald 橋の断面図



設計した。従つてコンクリート床版の重量は主桁のみで取るものとしている。連続桁の上側フランジは中間支点部附近では大きな引張応力が起るので完成した橋を橋脚上で約 10cm 支承を下げてコンクリート版に圧縮応力を起させている。収縮亀裂を予防するためにコンクリートは長さ 6m ごとに区切つて施工し相当長期間湿潤状態に保ち目地はコンクリートがよく固まつてから施工した。

上側フランジプレートは 450×14mm、支点モーメントが大きい部分は厚さ 20mm とし、下側フランジプレートは 520×(30~64mm) である。フランジプレートの突合せ継手の開先は X 形または U 形とし、厚さの移り変り部の勾配は 1/20 としている。腹板の高さは 2640mm で厚さは 12ないし 16mm、中間支点附近は 25mm である。鉛直方向の主補剛材は 6m 間隔に置き、さらに腹板の内側には鉛直及び水平の中間補剛材を入れてある。コンクリートと主桁との結合のためにのこぎり刃形のデュベルを溶接している。両主桁は 42, 24, 42m の 3 部に区切つて製作し、工場継手は全溶接、4ヶ所の現場継手と横構はリベットで結合した。長さ 42m の部材の重量は 27t である。

b) Schinznach-Bad 道路橋(図-3, 4, 5):

この橋は Aare 河にかけられた道路橋で 1952 年 8 月に開通した。Wildeg-Brugg の発電所ができたために旧橋を撤去して橋脚をつぎたして新橋をかけたのである。

全死荷重は鋼桁のみで取り、コンクリート床版と鋼桁は協力して活荷重とプレストレスを取る。支間 34+48.6+34m の連続桁で、主桁中間支点部附近の上側フランジに活荷重による大きな引張応力が起らないように床版のコンクリート打に先立つて端支承を下げて主桁に曲げ応力を掛けておいてコンクリート

図-3 Schinznach-Bad 橋の一般図

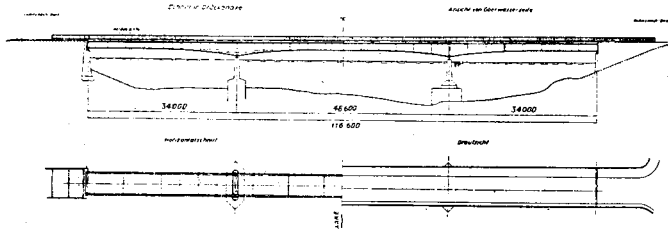


図-4 Schinznach-Bad 橋の断面図

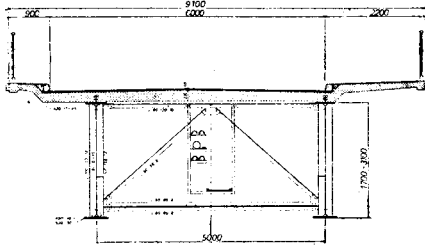


図-5 Schinznach-Bad 橋の橋脚  
支承詳細図

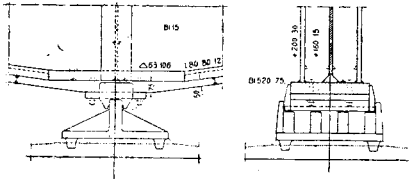


写真-4 Schinznach-Bad 橋の完成写真

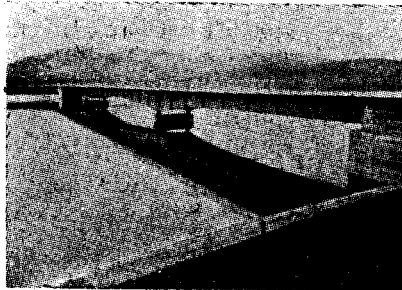


写真-5 Waltmann 工場



を打ち硬化してから端支承を約 15 cm 上げたのである。Tannwald 橋と同様なデュベルを使って鋼桁と床版とを連結している。

図-5 に示すように中間支承部の下側フランジは厚さ 75 mm の板を火造りした材に底辺 106 mm 高さ 63 mm の三角形の棒鋼を溶接している。

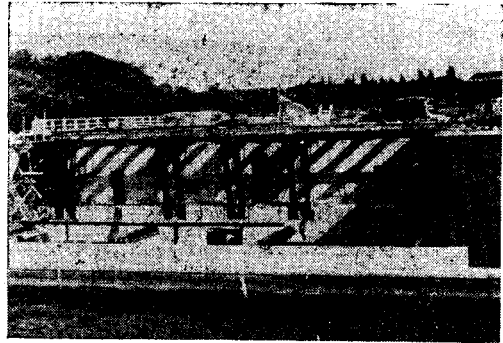
全長 117 m の桁を 5 本継ぎに工場製作し 2 個のベントで受けてはね出して架設した。写真-4 は完成図である。

c) 写真-5 は上述の溶接橋を製作した Waltmann 工場の一部で設計及び加工の入念なことは他に類を見ないほどのものである。

### 3. デンマーク

コペンハーゲンには相当大きな造船所があり船殻や橋桁の溶接をしている。また公立のりっぱな溶接学校があつて溶接工の養成につとめている。市内には多数の可動橋があり、写真-6 は架設中の Langebro 新可動橋で多くの溶接が使われている。

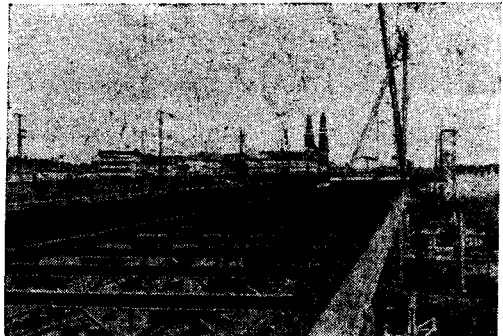
写真-6 Langebro 新可動橋の架設工事



### 4. スウェーデン

非常にすぐれた溶接棒や被覆溶接棒を使用する自動溶接機も作られているし、世界最大級の造船所がある。従つて溶接工業も盛んであるが、非常に良質な鉄鋼

写真-7 Liljeholms 橋の架設



を産する反面、構造用軟鋼の生産は少ないから造船用鋼材等は輸入している。橋梁専門工場はあまりないと見えてストックホルム市内に架設中の Liljeholms 橋はドイツの Dortmund Union の製作で架設もこの会社の手で行われている(写真-7)。橋長 343 m, 13 径間の単純プレートガーダー橋で中央に支間 30 m のバスキュールスパンを持ち、主桁は 3 列でその間隔は各 4.875 m, 鋼重 1100 t である。工場製作は溶接であるが現場継手にはリベットを使っている。

このほかストックホルム市内には大きな溶接アーチ橋を含むいくつかの溶接橋がある。

### 5. ドイツ

大戦中に爆撃または自ら爆破して非常に多くの橋が破壊されてしまったが戦後これらの橋の復旧につとめている。元来ドイツは溶接橋の多い国であったが、戦後の復旧にあたって溶接を採用して非常に軽い設計をしている。従来溶接橋に使用した鋼材は ST 37 と ST 52 であったが、特に溶接に適する高張力鋼として戦後 ST 50 MES が Düsseldorf-Neuss 橋に使われた。この鋼材は ST 52 を改良して作ったもので溶接によつてほとんど材質の変化を受けないことと降伏点が ST 52 よりも高いという長所を持っている。

ドイツにおける戦後の道路橋構造の進歩は明らかに 2 つの方向に向いている。すなわち a) 床版コンクリートと鋼桁との合成構造と、 b) コンクリート床版を廃して平鋼板の床を使った構造とである。

平鋼板の床は軽車道構造と呼び縦横のリブが必要であるから当然溶接を除いては製作が困難である。この構造の例として Köln-Mulheim 橋と Düsseldorf-Neuss 橋があげられる。前者は 85+315+85 m の吊橋(写真-8)でプレートガーダーの補剛桁に鋼板の床を張つたものであり、後者は中央支間 206 m で、2 本の箱形桁に鋼板の床を張つたものである(写真-9)。この箱形桁は横構で連結されている。

これらの軽車道構造は溶接の進歩と離れては存在し

写真-8 Köln-Mulheim 橋の床構

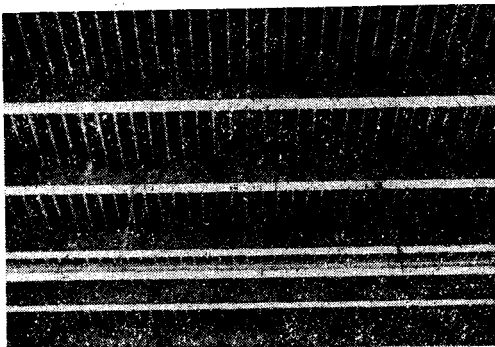
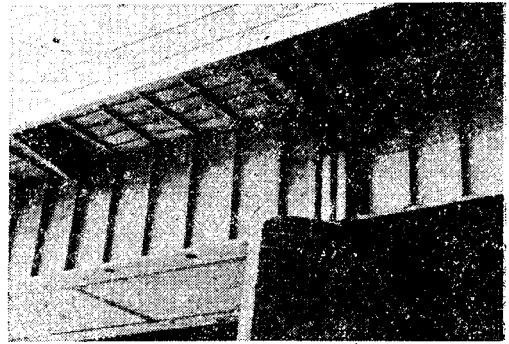


写真-9 Düsseldorf-Neuss 橋の箱形桁と床構



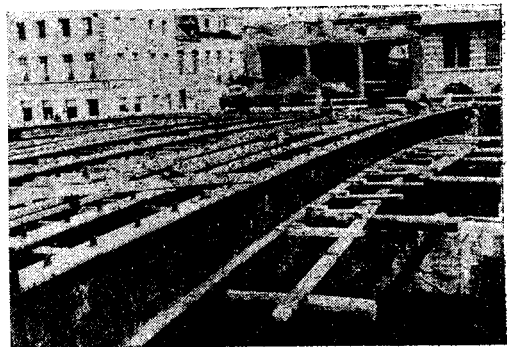
得ないものであつて、鋼板の下側に溶接してあるたぐさんのリブと桁の群を経済的に施工するのは自動または半自動溶接法、たとえばユニオンメルト法、Elin-Hafergut 法あるいは HM- 法等を有効に使用することなしには経済的に成り立たない。Elin-Hafergut 法とは長さ約 1.5 m の溶接棒を溶接部に横たえて、鋼またはアルミの押え金で押えつけて行う溶接法であり、HM 法とは 2 本またはそれ以上の溶接棒で同時に溶接する方法である。

ドイツの道路橋のハンドレールはほとんどすべて溶接構造である。一般的にドイツでは長大橋の場合、工場製作には溶接を使つて現場継手にはリベットを使っている例が多い。ドイツでいかに多くの溶接橋を作っているかは国鉄の一局管内の橋梁の 60% が溶接橋であることからしても推定がつくであろう。

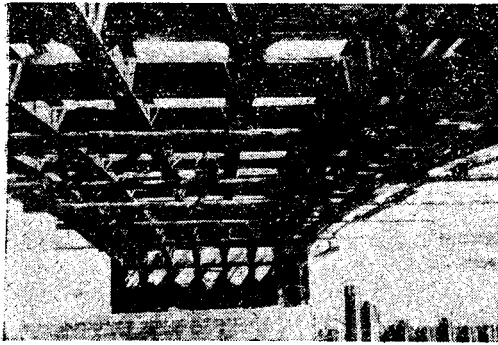
### 6. ベルギー

有名な溶接棒会社アークスがある国であり古くからフィーレンディールその他の形式の溶接橋が多数かけられていたが第 2 次大戦中に有名橋は大部分爆破されてしまつて、現在これらの橋の復旧につとめている。Lanaye 橋はその一例で旧橋と同じフィーレンディールトラスとしてかけ直された。ただし新橋は全溶接ではなくて現場継手にリベットを使っている。

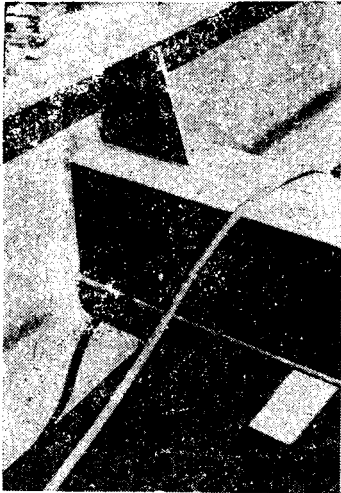
写真-10 Pont de Fer の架設工事(1)



写真—11 Pont de Fer の架設工事 (2)



写真—12 Pont de Fer の主桁と横桁

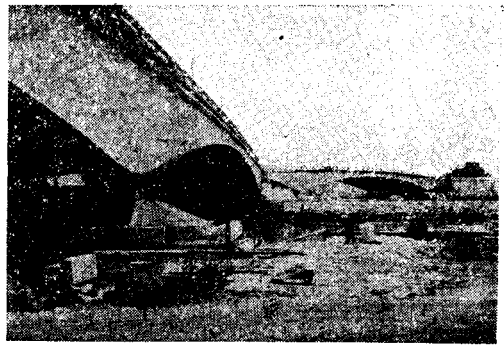


首都ブラッセルから約 120 km 離れた Tournai の町に Pont de Fer と称する支間 33 m, 歩道を含めて有効巾員 10.6 m のラーメン橋を架設中であつた。鋼材は ST 52 でラーメンのフランジプレートには Wurst Profil を使つており、工場製作した部材を橋のたもとでラーメン形に溶接してから架設している。全溶接橋である (写真—10, 11, 12)。

### 7. フランス

フランスは第 2 次大戦で大した被害を受けなかつたようであるが橋は相当こわされた。パリーから約 130 km の所にある Rouen の町でセイヌ河にかけられていた Le Pont Corneille A Rouen は 1940 年に独軍の進撃を阻止する目的で爆破されていたが新橋をかけることになり、景観、舟航、経済性等を比較検討の結果全溶接箱形ゲルバー橋が架設された。P.S. コンクリートは価格が高くて問題にならなかつた。セイヌ河の小島を挟んで左岸から支間 27.5+99.4+15.5 m のゲルバーガーダーが対称的に 2 組配置されており (写真—13), 99.4 m の支間には 34 m の吊桁が

写真—13 Pont Corneille A Rouen の側面

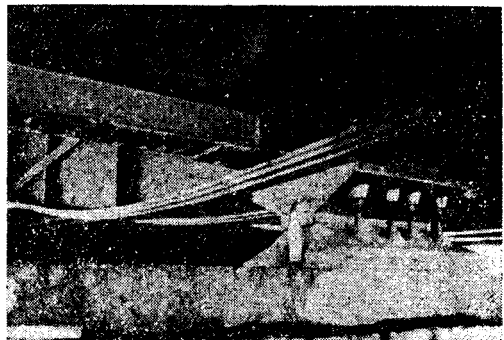


含まれている。従つて定着桁の長さは 60.2 m と 48.3 m で島の短い接続部を含めれば橋長は 297 m である。巾員は 4.72+18.00+4.72 m で全部工場溶接で作つた長さ 60.2 m, 34.0 m, 48.3 m の箱形桁を 9 列並べて、現場で縦横構を溶接した上にあらかじめ作つておいたコンクリートスラブをのせたものである

写真—14 Pont Corneille A Rouen の手すりと路面



写真—15 Pont Corneille A Rouen の橋脚支承部



(写真-14)。定着の支間が非常に短かいから橋上にアイバーで連結して上揚力を取っている。写真-15は橋脚支座部附近を示す。

箱形桁の工場製作重量はそれぞれ 120 t, 100 t 及び 80 t で従つて主桁だけでも 5 400 t に達するわけである。定着桁は橋の架設地点から 1 km ほどの所にある工場で作つて軌条を敷いて台車で運搬し、吊桁はパリ附近の工場で作つて輸送し、現場の組立には容量 150 t のフローティングクレーンを使つた。

Rouen でこの桁を作つた会社は Entreprises Metropolitannes Et Coloniales で従業員 250 人くらいの工場である。桁の製作にはフランス製のユニオンメルト溶接機をできるだけ使用した。この橋を作るために建てたと思われるりつぱな溶接工場を持つている。

この橋の外側面には全然補剛材がないので全景的に見るとコンクリート橋のように見える。いつれにしても欧州における画期的溶接橋である。

#### 8. イギリス

イギリスでは不幸にして溶接橋に限らずリベット橋も新しいものは見れなかつた。有名な橋梁会社も見学が許されなかつた。ただスコットランドにあるフォ

ース橋の偉大さや 100 年以前にかけられた鑄鉄のアーチ橋が未だにりつぱに役目を果していること等からして英国の過去の国力がいかに大きなものであつたかが身にしみてわかつた。

イギリスの溶接機が予想に反して油浸の交流機が多いことや小容量の溶接機はレクチファイアー式の直流機が多いことなどに驚いた。

特殊被覆連続溶接棒を使用する Fus Arc 自動溶接機会社は比較的小さな会社であるが、アメリカのユニオンメルト溶接機に相対するものとして販路を拡張しつつあり、私が訪れたときには工場の拡張を行つてゐた。

由来イギリスは万事保守的な国であるがグラスゴーにある Hugh Smith & Co. で作つている造船、橋梁製作用機械、たとえばプレス、エッチプレーナー、リッター等のフレームはほとんど全部溶接であつた。従つて従来使用していた鑄鉄、鑄鋼は極度に少なくしている。この点はドイツの機械メーカー DEMAG や SIEMAG よりはるかに徹底したものであつた。イギリスにはこのような進歩的な面もあることに注意する必要がある。

(昭. 29. 1. 19・依頼原稿)

## 河川工学の決定版、全2巻 河川工学便覧

監修 元建設省関東地方建設局長  
清水建設株式会社常務取締役  
工学博士 末松 栄  
編集委員 伊藤令二・宮田隆一郎・伊藤 剛  
秋草 勲・山本三郎

予 約 募 集 (内容見本進呈)

体 裁 B 6 判 8 ポ横組 上巻 850 頁 上製函入  
下巻 720 頁  
発行日 上巻 5 月上旬・下巻 3 月中旬  
予約特価 上巻 1150 円・下巻 1000 円 (予約期間中)  
定 価 上巻 1250 円・下巻 1100 円 (送料各 50 円)  
予約期限 昭和 29 年 4 月 10 日限り

本便覧は「河川」という立場から再検討し編集したものである。現場技術者が直ちに計画、施工し得るよう真に必要な事項を、応用出来る形に整理し応用範囲も明示し又現在建設省等に於て行われている実例も示してある。

〔主要目次〕1 編 1. 気象 2. 水文 3. 水理 2 編 1. 河川調査 2. 河川改修計画 3. 本邦河川改修 3 編 1. 土工 2. 築堤 3. 掘削 4. 浚渫 5. 護岸 6. 水制床固 7. 堰堤 8. 洗堰及び可動堰 9. 水門・樋門 10. 閘門 11. 基礎 12. 砂防 13. 河川の維持管理 14. 河口改良 4 編 1. コンクリート 2. 石材 3. 木材 4. 鋼材 5 編 1. 洪水の追跡 2. 洪水調節 3. 同予報 4. 水防工法 5. 災害復旧 6 編 1. 河川総合開発の理念 2. 基本調査 3. 洪水調節計画 4. 農業水理計画 5. 発電計画 6. 都市用水計画 7. 多目的ダム計画 7 編 1. 掘削機械並に工法 2. 運搬機械並に工法 (以下略) 8 編 1. 予算 2. 法規

## 土木工学实用便覧

編集委員 岩井四郎・本間 仁・大石重成  
成瀬勝武・新井義輔(イロハ順)

B 6 判上製函入・8 ポ横組・1080 頁  
定価 1000 円 送料 50 円

最近の進歩に必ず最新の内容を盛り、簡潔で能率的な表現形式と一千以上の図表を用いて真に必要な資料を系統的に解説す。

## 建設機械施工法便覧

建設省大臣官房建設  
機械課々長補佐 伊丹康夫著

A 5 判上製函入・9 ポ横組・404 頁  
定価 500 円 送料 50 円

建設機械による施工に必要な最新資料を広く系統的に解説す。関係技術者必携の書

東京都文京区鴛籠町 11

コ ロ ナ 社

振替口座東京 14844 番  
電話大塚(94)0237-2541・5023