

文献抄録

プレストレスされた合成引張りフランジを有する鋼桁
Civil Engineering/高崎 一郎
 スパン 166 m のプレキャスト PC トラス橋
 Бетон и Железобетон (コンクリートおよび
 鉄筋コンクリート) /青柳 征夫
 コンテナとコンクリート港湾荷役の合理化
Dock & Harbour Authority/大隈 正登
 フランスのトンネルにおける覆土工圧と地山応力の測定結
 果 *Annales de L.I.T.B.T.P.*/長友 成樹
 大規模石油化学工場における廃水処分
Jour. of W.P.C.F./宇井 純

プレストレスされた合成引張り
 フランジを有する鋼桁

“Steel Bridge Girders
 with Prestressed Composite Tension Flanges”
 Hadley, H.M.
 Civil Engineering Vol. 36, No. 5, pp. 70~72
 May (1966)

コンクリート内に埋込まれたストランドによって引張りフランジにプレストレスを与えた鋼板桁が、アメリカワシントン州ベリガム近郊に架設された。現存する老朽化した中路形式トラスの代替としての条件から、本形式の採用となったもので、路面高の維持、桁下空間の制限から桁高を極度に低くする必要のある本橋の場合、表題の構造はきわめて有利である。プレストレス導入の関係上、現場継手を設けるのが不可能となるが、旧トラスを架設機材として利用できるのが都合である。支間約 50 m、桁高 1.98 m で支間の 1/25、上フランジは床版とは合成せず、必要な断面積を得るために図のようなデルタ構造とした。下フランジの幅は 60 cm 一定で、支間中央での板厚は 25 mm、支点近傍で 13 mm であり、切断縁にそって 150×120×9 のアングルが溶接され□型断面を構成している。桁端部付近ではアングルの自由端を腹板とは中心間隔 60 cm に配置された 6 枚の小鋼板によって結ばれ補強されている。コンクリート打設時まで端部以外は開断面となっている。フランジ最端部は P S ストランド配置のための孔をあけた 6 mm 厚の鋼板スペーサーでふさがれており、フランジ開閉内部の腹板およびアングルの垂直力内側には桁全長にわたって φ9×10 cm の棒鋼が垂直に 60 cm の間隔で、またフランジ底板内側には端部 4 m の区間に φ13×20 cm の棒鋼がフランジ直角方向に溶接され、P S 導入時のずれ止めを構成している。

プレストレス導入のため、ちょうど連続桁の支点付近

と同じ応力状態を示す桁端部をのぞいては、本橋のごときデルタフランジ桁の場合、垂直補剛材は対傾構取付部にのみ配置すれば十分であることが各種の実験によって明らかにされている。本橋の場合、対傾構間隔は約 10 m である。工場製作され、現場より 50 km の P S プラントに海上輸送された桁は、P S 導入台に載せられ、端部の孔あきスペーサーより 36 本の φ12.4 ストランドがとおされ緊張される。この場合、桁は無応力である。緊張量はストランド一本当たり 10 t、計 36 t である。早強セメントを用いたコンクリートは断面開部より打込まれ振動締め固めされ蒸気養生される。断面の開部はコンクリート打設後すべて 3 mm 厚鋼板を断続溶接してふさがり、さらにシリコン材料によって密封される。テストシリンダーの強度が 360 kg/cm² に達した後、P S ストランドは開放されコンクリートを通じてフランジ断面にプレストレスが導入される。ストランドの切断方法などは通常のプレテンション P S 桁の場合と全く同じである。

桁を構成している鋼材 A 36 は、曲げに対して ±1400 kg/cm² の許容強度を有するので、引張りフランジに用いた場合 1400 kg/cm² のプレストレスを与えておけばその応力度の許容幅は通常の 2 倍になるわけである。し

図-1

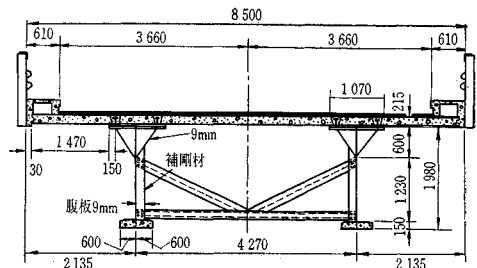


図-2

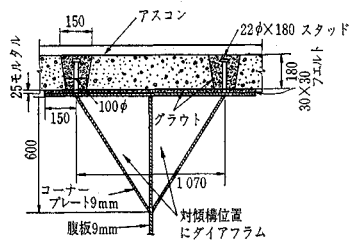
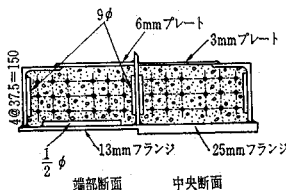


図-3



かもプレストレスによる圧縮応力度が極限にあるのはその導入時のみであって、架設後は死荷重によって大幅に減少することを思えば、架設応力に対する許容応力度の割増しを認めることによりさらに下フランジの応力振幅を大きく考えることもできるが、本橋は始め

での試みであるのでそこまで踏み切らず、 2800 kg/cm^2 に留めてある。

コンクリートは、鋼によって密封されているので、通常の場合に較べて乾燥収縮やクリープが非常に小さく、しかも許容圧縮応力度は大幅に増加し、気密性や水密性が保持されているので、鋼フランジの引張応力によってコンクリートにひび割れが生じた場合でも内部のストランドを腐食から守っている。なおプレストレス導入時のコンクリートの塑性変形、逆たわみ、鋼桁の溶接ひずみなどの影響が心配されたが、幸いいずれも悪結果を示さなかった。

床版は、現場付近でプレキャストされた。一部材の大きさは $8.3 \text{ m} \times 2.9 \text{ m} \times 18 \text{ cm}$ で逆円錐型の孔を有し、鋼桁にならべられて後この孔よりフランジ面との間げきにモルタルを注入して固定された。フランジ面にはあらかじめ両者の水平ずれに抵抗すべく 6 mm の棒鋼を橋軸直角方向に多数溶接してあり、床版の浮き上がり防止のためにはプレキャスト床版を桁上にならべて後円錐孔の位置で鋼フランジにスタッドを溶接しグラウトされた。

(委員 高崎 一郎)

スパン 166 m のプレキャスト PC トラス橋

“Сборный предварительно напряженный мост
через Волгу”

Крыльцов, Е.И.

Бетон и железобетон(コンクリートおよび鉄筋コンクリート)
pp. 16~21, 4月(1966)

ソ連では、大径間の橋梁の建設において、工場で製作されるプレキャスト部材からなるPC構造が広く用いられている。以下に、ボルガ河を渡る全長 2800 m のプレキャストPCトラス構造の自動車道路橋(図-1)の構造と施工法の概略を述べる。

河流の主要航路部には $106+3 \times 166+106 \text{ m}$ の5径間連続上路トラスを架設し、非航路部および副航路部にはスパン 70 m の箱型断面のプレキャストPC単純桁を28連架設した。アプローチの部分にはスパン 20 m のPC

桁を6連使用した。橋脚の基礎は直径 5 m のプレキャストの円環杭であって、その長さは 20 m から河の最大水深約 20 m において 40 m に達する。この橋では、上部および下部構造に同じものを反復使用したので、部材の製作と架設において技術的な繁雑さをなくし、工費を低減することができた。

スパン 106 および 166 m の主径間の上部構造は、主として工場製作のプレキャスト部材からなり、現場近くの組み立て場でトラスに組み立てられ、現場に運搬した。この構造では、 166 m のスパンのうち 120 m が上路式の片持トラスであって、中間部には長さ 46 m の箱型断面の5本のつり桁を渡し、架設後これらを片持トラスと組み合わせて連続構造とした。トラスの下弦材および斜材は長方形断面である。引張斜材はプレテンション部材である。上弦材はT形部材で同時に床版を兼ねている。床版の防水工としては、アスファルトガラス繊維を2層に敷いてある。

図-2には、トラスの構造を、また図-3にはトラスの各部材におけるPC鋼線の配置を示した。PC鋼材は引張強度 180 kg/mm^2 の直径 3 mm のワイヤーからなる直径 45 mm のストランドを使用した。

連続トラスの製作および架設はつぎのようにして行われた。

1) 現場から離れた組み立て場において、二つの斜材と下弦材からなる3角形を水平位置で組み立て、三角形の二つの頂点(下弦材と斜材の継手)をコンクリートで充

図-2 トラスの構造と架設

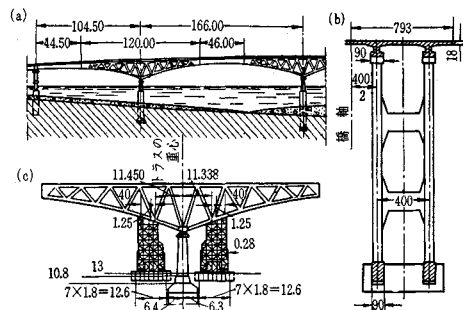
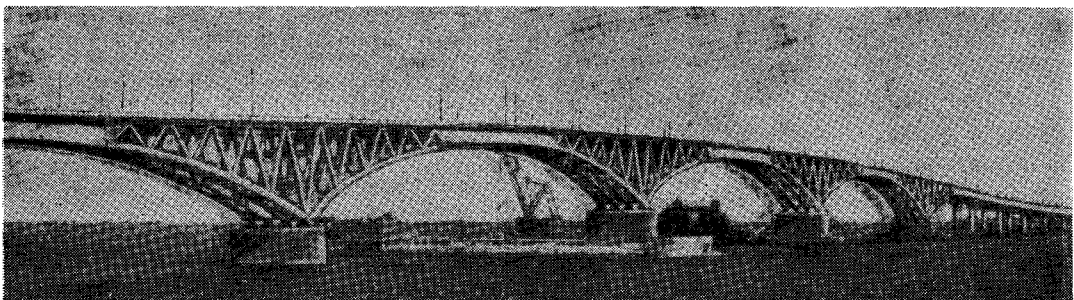
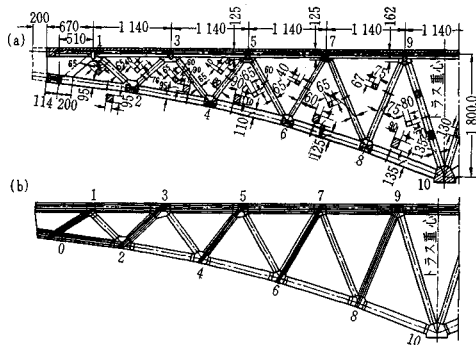


図-1 橋の全景



てんして継手を完成し、他の頂点は鋼のたがで仮結合する。

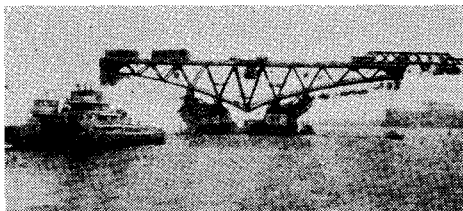
図-3 トラスの各断面と PC 鋼材の配置



2) 組み立てられた三角形部材を垂直位置にならべ、上弦材および下弦材の継手をコンクリートで充てんし、継手部のコンクリートが所要の強度に達した後、上弦材にプレストレスを与える。

3) 組み合わせられたトラスの重量は 2600 t であって、これを支保工から横取りし、鋼製の移動装置に乗せ、栈橋から舳に乗せ、曳船で引航する(図-4)

図-4 舳によるトラスの運搬



4) トラスを 5 km の距離を舳に乗せて運搬し、橋脚上の回転支承上に置く。つり桁を取り付けた後、継手を充てんし、継手にプレストレスを与え、連続構造とする。

このトラス橋の設計に当り、デジタル計算機 M-2 を用い、格点の剛度を考慮して、トラスの 3 次元構造解析を行ない、プレストレスおよび荷重による各部の応力、変形、耐力を計算した。また、1/5 の大型縮尺模型試験を行なうとともに、格点部については実験室において詳細な実験を行ない、格点の性状を検討した。

平均スパン 142 m (最大 166 m) のトラス部分の諸材料の使用量はつぎのようである。等級強度 500 のコンクリート— $0.95 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 、鋼材使用量— $256 \text{ kg}/\text{m}^2$ 、このうち PC 鋼線— $72 \text{ kg}/\text{m}^2$ 。また製作と架設の平均速度は $2/\text{m}^2/\text{日}$ である。一方、ライン河に架かるベンドルフ橋では、平均スパン 75 m (最大スパン 208 m) に対し、等級 450 のコンクリート— $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 、高強度鉄筋— $200 \text{ kg}/\text{m}^2$ 、PC 鋼材 $C_T 80/105$ — $150 \text{ kg}/\text{m}^2$ である。また上部構造の施工速度は $22 \text{ m}^2/\text{日}$ である。この

ように本橋は経済的にも優れていることがわかる。

(委員 青柳 征夫)

コンテナと港湾荷役の合理化

“Rationalisation of Cargo Handling”

Dock & Harbour Authority Vol. XLVI, No. 541

pp. 230~232 November (1965)

コペンハーゲンの連合海運 (DFDS) は、新しい輸送船、埠頭建設を荷役の合理化を基本として計画した。この論文は、DFDS の輸送合理化担当部により出されたもので、ロール・オン・オフ方式荷役施設の拡張、開発の詳細を概説したものである。

DFDS は、短距離海上輸送に近い将来ロール・オン・オフ方式輸送になると考え、将来の輸送方式をロール方式により計画するよう考えている。このロール方式の実用はイギリス~デンマーク間の旧来の輸送機関において始まり、現在の週 2~3 回の定期便はロール・オン・オフ方式のトレーラー輸送に変わるだろう。

コンテナ化への第 1 歩は、DFDS とデンマーク・ベーコン局 (DBB) の交渉により、両国間のベーコン輸送が将来セミトレーラー車 (普通トラックと結合できるコンテナ車) に取って変わられると結論されたときに始まる。バターその他の農産物がロール・オン・オフ方式により輸送され、さらにこの方式が他の冷凍貨物輸送に応用されることが望まれた。

しかし、デンマークの輸出貨物の多くが現在のセミトレーラー方式によっては必ずしも経済的に輸送されていない。台車、パレットなどによるコンテナ輸送のための集荷貨物は、船舶用トレーラー (またはトロリー) により船に積込まれる。これらのトレーラー、トロリーは DFDS により準備されている。

イギリス~デンマーク間の輸送について、DFDS は新しいロール・オン・オフ方式輸送船においては、従来の方式により輸送される貨物を除外するのが適当であるとした。このトロリー方式は、非ユニット貨物の取扱い、ロール・オン・オフ方式による高速輸送の有効な利用という 2 つの目的をはたすことになる。

a) ドア・ツウ・ドア方式 トラック (on wheel) により運ばれたベーコンなどの貨物は、ドア・ツウ・ドア方式により合理化され、他のユニット貨物は機械的に (フオークリフト、クレーン、サイドローダー等により) 荷役される。こうして輸送費は大幅に削減できるようになる。

多くの農産物はパレットにより運ぶことができ、1 t 当り 10 シリングの輸送費節減が可能になる。この節減分はパレットの全費用の約 50% を償却する。

数年のうちに、イギリス・デンマーク間の輸送貨物

(現在約 100 万 t) は、ロール・オン・オフ型船舶によるユニット貨物方式により輸送されるようになる。貨物の合理化が他の欧州地域に波及し、海上、陸上輸送業者の協力の下に海、沿岸を一体としたロール・オン・オフ方式によるドア・ツウ・ドア方式を進めることが目標とされる所である。

b) コペンハーゲン～フェリクストウ航路 コペンハーゲン～フェリクストウ航路は、1966 年 1 月より開始され、コペンハーゲンからは毎金曜日に、フェリクストウからは毎月曜日に出航する予定である。フェリクストウのターミナルはすでに活動を始めており、コペンハーゲンのターミナルは現在建設中である。ここにおいては、従来の貨物に対しても合理化を進めるようにされている。セミトレーラーは船上まで運搬され、パレットまたは、ユニット貨物は 25 t の船舶用トレーラーに積込まれる。このトレーラーは 5.2 m × 3.0 m で、最大載荷高は 3.8 m になる。ターミナルでの船舶用トレーラーの荷役はフォークリフト・トラックにより行なわれる。また移動デッキがあり、これは自動車、セミトレーラー、船舶用トレーラーによる荷役のために上下動できる。

船の運搬能力は標準型自動車で約 220 台、トレーラーデッキに船舶用トレーラー約 25 台である。

船と岸壁間のトレーラーの移動は 3 時間以内に終わる。

この船は、自動運行装置を備えた船舶用トレーラー方式を実用化した最初のものである。ビール専用船の速度は 14 ノットで、コペンハーゲン～フェリクストウ間を 44～48 時間で運航している。フェリクストウへの毎週の運航は中層デッキ船で行なわれている。この定期運航は、両地点での貨物のパレット化により便利にされている。

c) エスベリ～グリムスバイ航路 1966 年 12 月中に 2 層デッキ船が就航し、セミトレーラー車に積んだデンマークのベーコンを運ぶことになる。この船は約 108 台のセミトレーラー車を運ぶことができる。またこの 2 層デッキは支柱をできるだけ少なくしたために広い有効面積が取れる。

ベーコン専用船は船尾舷門を持ち、水力学的荷役装置または 2 面斜路が必要とされる。もし 2 面斜路が有効であれば、荷役は両デッキにおいて同時に行なうことができる。運航速度 18 ノットにより両地点間の通航時間は 20 時間で週 2 往復の運航が可能である。埠頭での接岸荷役時間は 4～5 時間程度でよく、200 台のセミトレーラー (2～3 000 t に相当) の荷役が可能である。また、ベーコン専用船は約 450 台の標準型自動車を収容するための移動デッキを備えている。

d) エスベリ～ハーウィチ航路 エスベリ～ハーウ

ィチ間のロール・オン・オフ方式輸送を週 10 回に増加するために新しい貨客船 W・C 号が就航するようになる。この船は船首・船尾舷門を持ち、トレーラーデッキは 40 台以上のセミトレーラーを収容でき、また 180 台の普通自動車または 80 台の普通自動車と 40 台のセミトレーラーを収容できる予定である。底船倉用の貨物は 15 t 用のトローリにより運ばれ、トレーラーデッキと底船倉の間はフォークリフトにより運ばれる。この方式によれば 150 t の貨物の荷役は 1 時間以内に行けると見込まれている。

e) 将来の計画 ロール・オン・オフ方式輸送船の他の型が計画されており、イギリス～デンマーク間の貨物は最終的にすべて専用船により運ばれるようになる。その場合貨物を集中化し、現在 19 港ある両国間の寄港地を少なくする必要がある。

他に新しい貨客船の計画があり、コペンハーゲン、アールボルグに新しい斜路施設が必要になる。

長い間、リフト・オン・オフ方式、コンテナ、パレットにより行なわれて来た国内貨物輸送は、現在いっそうの合理化の課題を負っている。

f) 埠頭施設 DFDS は、現在コペンハーゲン南港においてロール・オン・オフ方式の斜路を建設中である (図-1)。この第 1 期工事はすでに完成し、第 2 期工事は来年中に完成する。

図-1 コペンハーゲン南港の計画埠頭

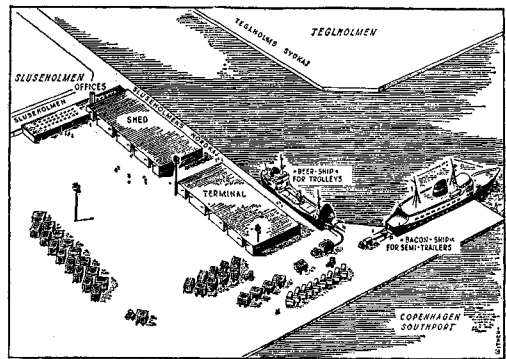
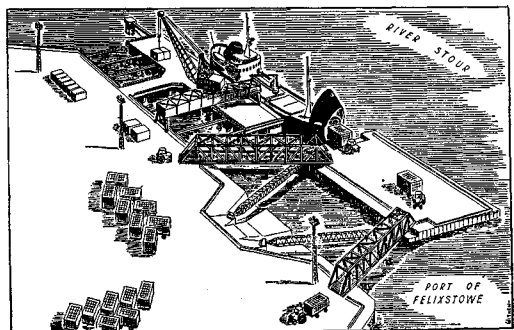


図-2 フェリクストウにおける将来のロールオン・オフ方式埠頭

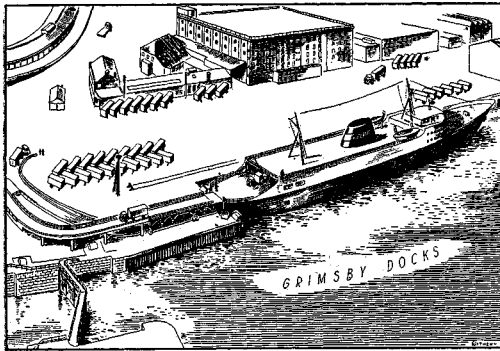


コペンハーゲン ツウボルグ港において、ベルギー・イギリス向けのビール輸出を扱うために斜路を建設中である。

フェリクストウにロール・オン・オフ方式専用岸壁の建設が考えられており、ペーコンを扱う2面斜路建設が目下検討中である(図-2)。

イギリス港湾局は、グリムスパイ・ロイヤル岸壁において、セミトレーラーを扱う2面斜路を準備中である(図-3)。

図-3 グリムスパイのロール・オン・オフ埠頭



イギリス国鉄は、ハーウィチにおいてペーコン専用船を対象とした斜路を準備中である。

エスペリ港湾管理庁はペーコン専用の岸壁を建設中であり、水力学的荷役によるペーコン専用船用の斜路について、第2、第3の斜路が準備されよう。

(委員 大隈 正登)

フランスのトンネルにおける覆工土圧と地山応力の測定結果

“Résultats des mesures de contraintes effectuées dans divers souterrains en France”

Habib, M.M.P., Bernède, J. et Carpentier, L.

Annales de L.I.T.B.T.P No. 210 pp. 823~834

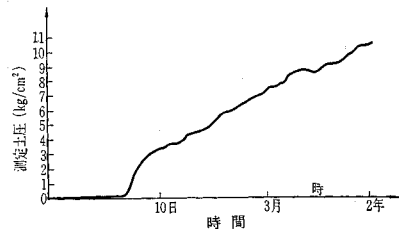
juin (1965)

測定方法は直径 50~60 cm, 厚さ 3~5 cm の油圧型土圧計を用いて高感度のマンローメーターで圧力を測定するものであり、土砂トンネルでは覆工背面の土圧を直接測定し、また、岩石トンネルでは土平部分の地山に設けた標点の間をせん孔して土圧計をそう入し、せん孔前の標点距離にもどる圧力を測定することによってトンネル周辺地山の接線方向応力を推測した。

測定地点の地質は表-1 のとおりであり、これらの5トンネルにおける測定結果は以下のようである。

a) 南排水トンネル (Émissaire sub) このトンネルで測った土圧の最大値は約 10 パールで、土の単位容積重量を $\gamma=2\text{t/m}^3$ とすれば、800 日後には 50 m のかぶり全部が作用したことになる(図-1)。

図-1 南排水トンネルにおける覆工背面土圧の経時変化

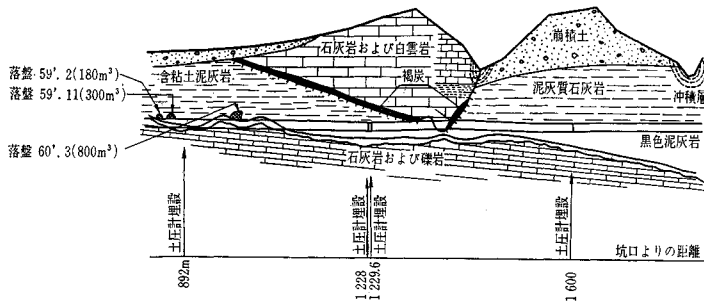


b) モナコ鉄道トンネル (Tunnel de Monaco) このトンネルでは、3地点計4断面にて覆工背面土圧を測定した。坑口より 892 m の地点には6個の土圧計を埋設したが、地質界面の近くであったため結果は解釈困難なものであった。1228 m, 1229.6 m および 1600 m の地点には、それぞれ 11 個の土圧計を埋設し 1~5 パールの初期圧にセットして地山との接触を確保し、さらに、裏込注入を行なう場合にはその直前に土圧計の圧力を3パールにリセットした。トンネルの地質縦断面を図-2 に示す。図-3 は 1228 m 地点における測定結果である。1229.6 m における土圧分布も大体においてこれと似かよったものであった。このトンネルでは、側壁はコンクリートであるが、アーチは石積みとなっているため、覆工の剛性の差が現われているが、圧力分布は0

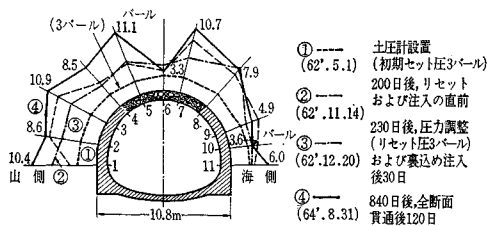
表-1 測定地点の地質条件

No.	トンネル名 (測定開始年)	地質	地山の圧縮強度 (パール)	地山の弾性係数 (パール)	地山の自然含水量	掘削幅高 (m)	土かぶり (m)	覆工形状 (巻厚)
1	Émissaire Sud 1956	塑性粘土	2	100	29%	$\phi=3.0$	50	円形 (25 cm)
2	Chemin de fer Monaco 1960-1964	もろい灰色泥灰岩	20~30	2000 3000	6%	10.8 9.2	(60 100 110)	インバートを有す (70 cm)
3	Tunnel routier de Menton 1964	軟らかい泥灰質砂岩	80	5000 30000	8%	11.0 7.0	65	欠円 (40 cm)
4	Tunnel Sous la Manche 1958	チョーク	100	100000	10%	$\phi=2.15$	86	円形 (素掘)
5	Tunnel Sous le Mant Blanc 1962	花崗岩	1000 1200	300000 600000	0%	9.2 8.7	2000	ほぼ円形 (30 cm)

図一 モナコ鉄道トンネルの地質縦断図と土圧測定地点



図二 モナコ鉄道トンネルにおける覆工背面の土圧分布 (坑口より 1228 m 地点)



およそ左右対称であるといえよう。

c) マントン道路トンネル (Tunnel routier de Menton) このトンネルは、土とも岩ともいえるような地質であったが、覆工背面土圧を測る方法は不適当であった。土平地山において接線方向応力を測定した結果、40 パールを得た。かぶりは 65 m であり、 $r=2.35 \text{ t/m}^3$ であるので、 $\sigma_\theta/rh=40/15=2.7$ から、水平土圧と鉛直土圧の比 Q/P は 0.3 と推定した。

d) 英仏海峡トンネル試掘坑 (Tunnel sous la Manche) 海峡に面した断崖の地下 86 m の地点で、水平直径上の接線方向地山応力 σ_θ を測り 45 パールを得た。 r は 2.1 t/m^3 であるので Q/P はおよそ 0.5 であると推定した。

e) モンブラン道路トンネル (Tunnel du Mont-Blanc) かぶり 2000 m 程度のところで花崗岩の圧縮強度は 1000~1200 パールであり、 r は 2.5 t/m^3 として $Q/P>0.6$ ならばトンネル掘削により土平の岩ははく離したり破砕することはないはずである。しかしモンブランの土平の状況を観察したところ、 Q/P は 0.6 よりも小さく 0.5 程度であろうと推定した。

以上の各種地質のトンネルの測定結果から、トンネル土圧ないし地山応力に関する一般的法則を見出すことは困難であるが、 Q/P は Heim の仮説とは異なり 0.5 ないしはそれより小さいことが多いといえそうである。

注:1) 1パールは 1.02 kg/cm^2 。

2) 上記測定に使用した計器の詳細について つぎの文献に記されているとのことである: P. Habib et R. Marchand: Mesures des Pressions de terrains par

L'essai de vérin plat. Annales I.T. B.T.P. Octobre 1952, No. 58, Série : SF(10).

(長友 成樹)

大規模石油化学工場における廃水処分

"Waste Treatment at a Large Petrochemical Plant"

Sadow, D.D.

Journal of WPCF Vol. 38, No. 3 pp. 428~441 March (1966)

モンサントケミカルは、アメリカの巨大な化学工業のうちでもデュポンにつぐ地位を占める。1961年にテキサスに建設されたその主力工場の一つは、メキシコ湾に面した石油化学総合工場で、年間 136 万 t をこえる石油化学製品を生産している。これは日本における川崎の石油コンビナート全体にはほぼ相当する単一工場であるが、アメリカにはこの程度の石油化学工場が十指におよぶ。

この巨大な総合化学工場で生産される製品は、エチレン、プロピレン、ベンゼン、ナフタレン、ブタジエン、フェノール、アクリルニトリル、界面活性剤、合成樹脂、その他の石油化学製品と多岐にわたるが、排出される廃水は大別してつぎの四つのグループにわけて集められる。

- 1) 油をふくまない廃水: 油と接触しない雨水、ボイラーや冷水塔のブロー水、用水処理における進流水をふくみ、無処理で放流できる。
- 2) 汚染した雨水管の水: この中には、工場内の大部分の雨水のほか、少量の床排水、一部の工場プロセス廃水がふくまれ、処理を要する。
- 3) プロセス廃水: 工場のすべてのプロセスから集められ、ほとんど全部に油がふくまれている。処理は後述。
- 4) 家庭汚水: 工場の種々の施設から排出される汚水。処理を要する。

これらの廃水、汚水はすべて工場の一角の処理場に集められる。このうちプロセス廃水は、その水質、処理の難易によって、表一1 にあげるように5種にわけられ、それぞれ別の方法で処分される。

(1) 深井戸注入

1961年の工場建設以前から、表一1の高濃度廃水bに相当するクメン法フェノール工場廃水の処理についてさまざまな試験が行なわれ、結局工場直下の1900mにある第三紀中新統の砂岩層への注入がもっとも経済的で問題が少ないことがわかった。ただし、井戸の目詰りを

表-1 モンサント社テキサス工場のプロセス廃水水质

水質分類	高毒性	高濃度 a	高濃度 b	中濃度	低濃度
COD (mg/L)	1 800 000	17 500	12 000	1 500	700
BOD (mg/L)	—	—	—	1 300	600
全窒素 (mg/L)	250 000	3 500	—	0	0
ニトリル (CN mg/L)	780 000	300	0	0	0
pH	6.0	5.4	10.8	5.0	7.5
油分 (mg/L)	0	10	150	500	多量, 原料による
フェノール (mg/L)	0	1	850	10	7
硫化物 (mg/L)	0	0	0	5	2
全アルカリ度 (CaCO ₃ mg/L)	0	750	2 000	—	100
硫酸イオン (mg/L)	0	10 000	1 800	0	0
蒸発残 (mg/L)	—	16 000	8 000	40	500
色	透明	赤ブドウ酒色	コーヒー褐色	淡白色	淡褐色
におい	シアン臭	ニトリル臭	フェノール臭	芳香臭	甘い油臭
平均流量 (l/sec)	0.76	41	19	19	63
処分方法	燃焼炉	2号深井戸	1号深井戸	生物処理	生物処理

起さずに連続的に注入するには、砂ろ過を中心とした前処理を要する。この成功に力を得て、1964年に稼働を開始したアクリルニトリルと界面活性剤工場から出るプロセス廃水(表-1の高濃度廃水a)に対しても、各種の試験を行なったのちに深井戸注入を採用した。この井戸は用水のために3600mまで掘ったものだが、水が出なかったのをこれを2160mのところまで埋めて、図-1に示したようなフローシートで、含油雨水を一部混入して、凝集沈でん、砂ろ過を経て、42 kg/cm²の圧力で毎分43 l弱を注入している。試験時に井戸掘り用の泥水による目詰りがあったほかは、現在までトラブルなく注入が続いている。

図-1 第2号深井戸注入前処理フローシート

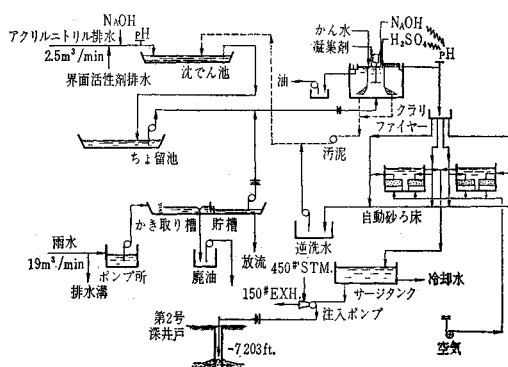
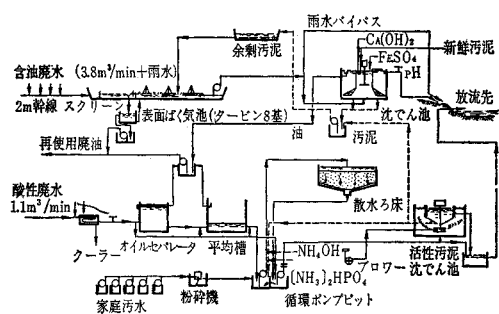


図-2 含油廃水と酸性廃水の生物処理フローシート



(2) 生物処理

低濃度廃水は多量の油をふくむので、まず静置によるかき取り分離と薬品凝集沈殿を行ない油を分離する。生物処理のフローシートを図-2に示す。油で汚染した雨水と低濃度廃水の生物処理は、1.1万 m³の素掘池に浮べた表面ばい気型のタービン船で空気中の酸素を補給する強制酸化池型の活性汚泥法である。これは図-2の上半に示したように、流出水を薬品凝集沈でんにかけて、沈でん汚泥を返送している。初めの計画ではこの池を平均池として使い、薬品沈でん放流を行なったが、泥の腐敗とBODの流出が起ったためにタービン船を導入したところ、処理は完全に行なわれるようになった。

中濃度の酸性廃水は、石油分解装置の凝縮水などで、中和後冷却して浮上する油を分離し、家庭下水と混合して高速散水ろ床にかける。この場合家庭下水の最初沈でん池にははぶいてある。下水中の窒素、無機塩は廃水の生物酸化のために不可欠である。なお養分が不足するので、リン酸アンモニウムとアンモニア水を補給してろ床にかける。ついでろ床の流出水を空気吹込型の強制沈でん池にかけて9時間のばく気を行なう。余剰汚泥は前述の表面ばい気酸化池に送られる。

(3) 燃焼炉

アクリルニトリル工場から出る高毒性の液体廃棄物と、工場の各所および廃水処理装置から回収される廃油は、廃熱量が高いので特殊な焼却炉で燃やされる(図省略)、フェノール樹脂工場からの間接的廃水もここで焼却にかけられる。不完全燃焼や火切れ、過熱を防ぐために、この炉には補助バーナーや水シャワーを備えてある。石油化学コンビナートにおいては、この程度の廃水の分離と各種の処理法の併用はさげられまい。この工場の場合、合計140 l/secのプロセス廃水の処理全費用は年間75万ドルで、m³当り処理費用は60円に上る。

(委員 宇井 純)

土木学会出版案内

申込先：土木学会 電・東京 351—5130

編著者名	図 書 名	判 型	ページ 数	会員特 価	定 価	送 料	備 考
吉田徳次郎	コンクリート・ライブラリー ■第1号 コ ン ク リ ー ト の 話 —吉田徳次郎先生御遺稿より—	B 5	48	150	200	20	
土木学会編	コンクリート・ライブラリー ■第2号 第1回異形鉄筋シンポジウム	B 5	98	350	450	20	10編を収録
同	コンクリート・ライブラリー ■第3号 異形鉄筋を用いた鉄筋コンクリート 構造物の設計例	B 5	42	300	380	40	付図5枚付
国分・三村 上野・細谷	コンクリート・ライブラリー ■第4号 ペーストによるフライアッシュの 使用に関する研究	B 5	22	100	120	20	吉田賞受賞
和仁・川口・菅 原・野口・羽田野	コンクリート・ライブラリー ■第5号 小丸川 PC 鉄道橋の架替え工事ならびに、 これに関連して行なった実験研究の報告	B 5	38	150	200	30	吉田賞受賞
川口輝夫	コンクリート・ライブラリー ■第6号 鉄道橋としてのプレストレストコンク リート桁の設計方法に関する研究	B 5	62	220	250	40	
村田二郎	コンクリート・ライブラリー ■第7号 コ ン ク リ ー ト の 水 密 性 の 研 究	B 5	36	100	120	30	吉田賞受賞
山崎寛司	コンクリート・ライブラリー ■第8号 鉱物質微粉末がコンクリートのウォカピリ チーおよび強度におよぼす効果に関する基 礎研究	B 5	56	160	200	40	吉田賞受賞
石田一郎	コンクリート・ライブラリー ■第9号 添えばりを用いるアンダーピンニ ング工法の研究	B 5	18	100	120	20	吉田賞受賞
土木学会編	コンクリート・ライブラリー ■第10号 構造用軽量骨材シンポジウム	B 5	96	400	500	50	13編を収録
樋口芳朗	コンクリート・ライブラリー ■第11号 微細な空げきてん充のためのセメント 注入における混和材料に関する研究	B 5	28	100	120	30	吉田賞受賞
岩間滋	コンクリート・ライブラリー ■第12号 コンクリート舗装の構造設計に関 する実験的研究	B 5	32	100	120	30	吉田賞受賞
運輸省港研編	コンクリート・ライブラリー ■第13号 プレバックドコンクリート施工例 集	B 5	330				絶 版
土木学会編	コンクリート・ライブラリー ■第14号 第2回異形鉄筋シンポジウム	B 5	240	900	1100	100	19編を収録
土木学会編	コンクリート・ライブラリー ■第15号 ディビダーク工法設計施工指針(案)	B 5	88	500	700	100	新刊発売

土質実験指導書改訂版頒布

土質実験指導書が刊行されてから2年半……この間多くの学校や職場で実験指導参考書としてご利用いただき好評を得ております。今回の改訂では各使用者の声を取り入れ、従来の15項目に新たに「土の三軸圧縮試験方法」を追加し16項目とし、それぞれの項目を 1. 目標, 2. 試験器具, 3. 試料, 4. 試験方法, 5. 計算および結果の整理, 6. 注意事項, 等々に分けて解説し、必要に応じて設問を設けるとともにデータシーートの記入例もとり入れましたので広くご利用下さるようご案内いたします。

体 裁：B5判 64 ページ データーシート 26 葉

定 価：320 円