

ダイヤモンドバスシステムの実施例 <i>Highway Research Record</i> /向 正・訳 道路車両荷重, その解析的記述と実測 <i>Safety and Reliability of Metal Structures</i> / 伊藤 学・訳
2次元粗度による境界層遷移の機構 <i>The Physics of Fluids</i> /水口 優・訳 成層湾におけるパルプ廃液の溶存酸素に及ぼす影響 その1 実測結果 <i>Water Research</i> /椎貝博美・訳

ダイヤモンドバスシステムの実施例

“Operational Experiences with Demand Responsive Transportation Systems”

Daniel, R.

Highway Research Record, No. 397, pp. 42~54 (1972)

ダイヤモンドバスシステムは、乗客の要請に応じて、乗車地点から目的地点まで乗客を運ぶサービスを提供するものである。運営にあたっては、路線や運行時刻を設定しないで、乗客の要請に応じて配車センターで配車を行なう。本システムの目的とするところは、乗客に効果的なサービスを提供するとともに、同一の起終点をもつ乗客をグループ化し、乗客の負担を軽減させることにある。

本論文では、以下に示す8都市で実施されたダイヤモンドバスシステムについて紹介し検討を加えている。

ミシガン州アン・アーバー、ニューヨーク州バグダビア、オハイオ州マンスフィールド、メリーランド州コロンビア、オハイオ州コロンプス(以上アメリカ)、オンタリオ州ベイ・リッジ(カナダ)、オランダのエーメン、サスカチュワン州レジナ(カナダ)。

これらの都市の新交通システムの配車方法、経済的可能性、サービスの形態、そして総合的な事項について調査した結果についても述べている。さらに、各種の実施されたシステムの比較検討、将来の動向についての提案を行なっている。

実施されたシステムの紹介

8都市で実施されたシステムについて紹介するが、このシステムの多くは実施期間が短かく、得られた資料は予備的性格の強いものである。しかし、新しい交通システムの主要な性格を知るには十分である。

本論文で紹介するダイヤモンドバスシステムは、それぞ

れ多くの点で異なっている。とくに、サービスの形態、交通の要求に対する対応の度合いが異なっている。それぞれのシステムをサービスの形態で分類すると次の4種類となる。

- 1) 通常は、一定路線を走行するが、要請があった場合は、戸口サービスを提供する(マンスフィールド、エーメン、コロンプス)。
- 2) 1地点と多地点間のサービスを提供する(ベイ・リッジ)。
- 3) 少数地点と多地点間のサービスを提供する(アン・アーバー、レジナ)。
- 4) 多地点間のサービスを提供する(コロンビア、バグダビア)。

要請のあったときだけ、一定路線から離れる離路サービス(route-deviation services)は、ダイヤモンドバスシステムとしての利点が減ぜられるのに対し、多地点間のサービスは、完全なダイヤモンドバスシステムといえる。

以下に代表的な例として2種類のシステムを紹介する。

a) マンスフィールド 離路サービスの例として、オハイオ州マンスフィールドの例を紹介する。マンスフィールド(人口6万人)で13か月間離路サービスシステムの実験が実施された。

路線バスは市の中心広場から8方向に伸びる13の定期路線で構成され、乗り換えを便利にするために、30分ごとに、すべてのバスが中心広場に到達することになっている。同市のウッドランド地区にサービスするバス路線(3~4000人にサービスしている)が乗客の減少にとまって廃止され、かわりに離路サービスを行なう路線として復活した。車は11座席のものを使用し、電話連絡装置を取り付けている。

乗客からの要請があった場合には運転手が離路サービスを行なうことによって中央広場に到達する時刻に間に合うかどうかを判断して、サービスを行なうかどうかを決める。

料金は、基本料金35セントの他に、15セントの特別料金が付加され、合計50セントとされている。

実験期間を通じてわかった結果を簡単に紹介する。

- 1) 30分間に8回は離路サービスを行なうことができる。
- 2) 新しい利用者を誘引することはできなかった。
- 3) 従来の定期路線より、財政状態は改善された。
- 4) 調査結果によると、利用者を増すには、目的の

を、さらに増すことが必要である。つまり、利用者は多地点間のサービスを望んでいる。

b) バダビア 多地点間のサービスを提供している例として、ニューヨーク州バダビアで実施された例を紹介する。1971年に定期路線バスにかわって、ダイヤモンドバスシステムが導入された。これは4.3平方マイルの範囲の市内で、18000名の人々にサービスすべく、月～金曜日の午前6時から午後6時までの間に実施された。

ピーク時には、家庭と会社、学校間のサービス（主に予約制となる）を行ない、オフピーク時には多地点間のサービスを行なう。

配車は、電話の受付を含めて1人で行なっている。

乗客の待ち時間は10～20分で、平均乗車時間は15分である。乗客は、本システムを開始して以来、着実に増えており、とくに、寒い季節になると大幅に増えた。車の平均乗車効率は、多地点間のサービスでは8人/台/時であり、予約サービスの場合は12人/台/時であった。

従来の路線バスでは、財政的に赤字であったが、本システムの導入により、収支をとんとんにもっていきことができると考えられている。

おのおののシステムの比較

a) 車 使用する車の容量は、10～12座席、19～25座席、40座席の3種類に分類できる。

多地点間のサービスは小さな車でよく、離路サービスや予約サービスの場合は比較的大きな車が必要となる。

b) サービスの形態 本論文で紹介しているシステムは、それぞれ異なったサービスを提供している。

マンスフィールド、エーメン、コロンバスでは、いろいろな形態の離路手法を採用している。オンタリオ州ベイ・リッジ（カナダ）では、ピーク時に多地点間のサービスを行ない、通常は、1地点と多地点間のサービスを行なっている。

レジナでは、おもに、1地点と多地点間のサービスを行なうが、少数地点と多地点間のサービスも行なっている。コロンビア、バダビアでは、ピーク時に予約による多地点間のサービスを行なっている。

1日の時間帯により、異なるサービスを提供することは、1日の時間帯による利用者の変化に対応でき、運営にあたって、人や施設の生産性を高めることになる。ピーク時のサービスは融通性に欠けるが、多くの人をさばける。一方、オフピーク時には、融通性はあるが、多数の乗客はさばげない。

ダイヤモンドバスシステムを設計するにあたっては、システムの調和を考慮することが重要である。

c) 配車技術 おのおののシステムは、すべて人の

手による配車方法を行なっている。マンスフィールド以外では、すべて配車センターで行なっている。調査結果によれば、10台以下の車でのシステムでは人の手による配車方法が自動手法よりすぐれていることを示している。

d) 料金 料金は、各システムによって、かなり差がある。従来の定期路線の料金に準じて25～30セント位にしているところや、運営費用の50%を料金収入でまかなうよう計画して料金を決めたところがあり、60セントの料金を課しているところもある。これらの料金は、いずれも安く、MITやGMの調査では、運営費をまかなうためには、0.5～1.25ドルの料金が必要であることを示している。

e) 乗車効率 乗車効率に影響を及ぼす要素には次のものがある。

1) 離路サービスは乗車効率が高く、多地点間のサービスのよりに、システムが柔軟かつ、動的になるにつれて乗車効率は低下する。

2) 固定客や予約客が多くなるにつれて、乗車効率は高くなる。

3) 配車を効果的に行なえば、乗車効率は高くなる。

4) 需要の密度が高いほど、乗車効率は高くなる。これはシミュレーションでは証明されているが、実際の資料では分析されていない。

5) トリップ長が短いほど乗車効率は高くなる。しかし、これも実際の資料からは分析されていない。

将来の動向

ダイヤモンドバスシステムは、小規模で、他の地域との関連の少ない都市において実施される限りにおいては問題はないが、大規模な実施を計画する際には、連邦政府も含めた慎重な検討が必要であると思われる。

ここに報告されたこれまでの経験からみると、この新しい概念に対する可能性は十分に示されているといえよう。少人数によってコントロールされるシステムは、郊外の交通サービスに向いており、大規模な、電子計算機でコントロールされるシステムは、交通量の増大にしたがって注目され始めるであろう。

実際に、MITやMITREにおいて電子計算機によるシステムの開発が進んでいるし、連邦政府は、マンスフィールドで行なっている実験が成功すれば、電子計算機による配車システムをニューヨーク州ロチェスタに建設する意向を示している。近い将来、初めて電子計算機によりコントロールされるダイヤモンドバスシステムが見られるであろう。

道路車両荷重，その解析的記述と実測

“Traffic Loading and Its Analytical and Measured Description”
 Garson, R.C., Goble, G.G. and Moses, F.
 Safety and Reliability of Metal Structures
 (Proc. Special Conf.), ASCE
 pp. 27~54, November (1972)

道路橋の信頼性解析の基礎資料を得ることを目的として、アメリカにおける道路車両荷重の確率論的表示を試みたもので、野外実測結果との比較も行なった。対象とする限界状態によって考慮すべき荷重の性格も異なるが、ここでは主としてスパン 10 m から 40 m ぐらいまでの構造物の降伏および疲労の破壊モードに関連する荷重を対象とする。このとき大きな影響を及ぼすのは重車両だけであるが、これらを 1 ユニットのトラックとトラック・トレーラーの 2 つのグループに分けることにする。

一般に、1 個の車両荷重の大きさは他の車両と無関係であること、および車両間隔はすべての車両について同じ分布をなすことを仮定する。

解析に用いる車両は、その総重量、軸重比および軸距が規定されれば完全に特性づけられる。これらの要因は独立な不規則変数として扱うことができる。もっとも、総重量と軸重比の間には若干の相関性はあるが、独立性の仮定はいまの場合安全側である。

車両荷重を規定するにはこの他に各グループの車両の交通量、車線占有度、車間距離のモデルが必要である。このうち車線占有度については、特別の場合を除き重車両は通常右側車線を占有するというような定性的指摘しかなしえない。

(1) 交通量

重交通量のもっとも有用なめやすは、トラック交通の総量と特定のグループの車両の比率である。これらの時間的および場所的変動に関する信頼すべき解析的表示はなしえないので、類似の条件の道路上における測定結果を用いるほかない。

(2) 総重量の分布

交通計画のための車両重量データの収集は 1942 年以来アメリカの多くの州で実施され、年間統計量は 7 つの表に標準化されてきた。車両総重量は車両自体の重量と積荷の重量の和であるが、この両者は実用的には非相関と仮定してさしつかえない。したがって、2 つの正規分布の和を総重量分布の解析的表示と考えた。載荷および無載荷の平均車両重量は荷重メーターによる調査から得

られているが、その標準偏差は現在のところ報告されておらず、既往データの分布の裾の部分から近似値が得られるのみである。

各グループの車両重量の確率密度分布は

$$f_W(W) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sum_i P_i \frac{e^{-1/2(W-m_i/s_i)^2}}{S_i} \quad \dots(1)$$

で表わされ、ここに P_i は i 番目のサブグループにおける車両部分、 w_i と S_i はそれぞれそのサブグループの平均値と標準偏差である。このような分布を合成正規分布と呼ぶ。図-1 は 1968 年のオハイオ州における調査

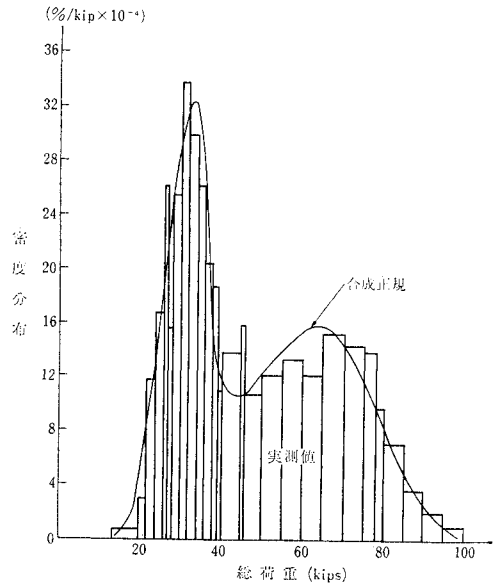


図-1 トラック・トレーラー車両総重量のヒストグラム

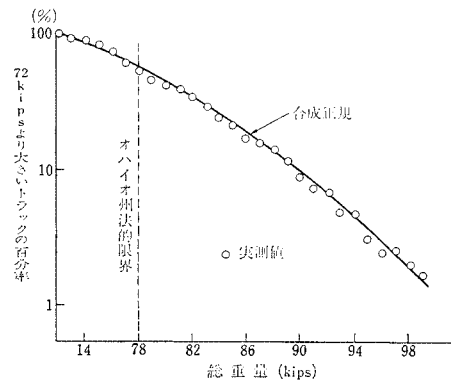


図-2 総重量最大値の累積頻度分布

で、実測ヒストグラムは解析値とよく合致している。図-2 は同州における総重量分布の最大値の累積分布を示したものである。州により規制は異なるが、この合成正規モデルは一般的に有効のように思われる。

図-1 の確率密度曲線は年ごとに変化し、2 つのピー

例は右方へ移動し、かつ右側のピークが次第に明確になってきている。

(3) 軸重比

この要因は短スパンにおけるほど重要である。橋の設計への影響の大きい働輪あるいは後輪の軸重比の分布はいずれも正規形に近く、その変動係数は個々のトラック形式に対して 10%、トラックグループに対して 20% のオーダーである。また、後輪軸重比の平均値は 1 ユニットトラックの場合 60% で、現行の AASHO の設計車両の値 (80%) は安全側に標準偏差の 2 倍の位置にある。

軸重頻度分布を設計に組込むもう一つのアプローチは合成正規総重量分布の変動係数 V_W を次のように修正した等価変動係数を用いることである。

$$V_{Weq.}^2 = V_W^2 + kV_{af}^2 \dots\dots\dots(2)$$

ここに V_{af} は軸重比の変動係数、 k は主としてスパンの関数で、このアプローチは軸重比と最大モーメントが線形関係にあるならば正しい。

(4) 軸 距

メリーランド、オハイオ両州の調査では軸距の分布はほぼ正規分布であり、変動係数は 15% であった。しかしその平均値は州により異なり、法的規制値の差を反映している。

対象とするスパンが考えている軸距の約 2 倍より短かければ、軸距の変動は設計に影響しない。各車軸からの寄与があるときは軸距の変動は最大モーメントに線形的効果を及ぼす。この効果はスパンとともに減少する。この場合の等価変動係数は

$$V_{Weq.}^2 = V_W^2 + \sum_i k_i^2 V_{spi}^2 \dots\dots\dots(3)$$

ここに V_{spi} は i 番目の軸距の変動係数、 k_i は主としてスパンの関数である。

(5) 車間距離

重車両の車間距離についてはほとんど知られていないので、普通自動車におけるデータを解析的分布の資料に転用した。混雑時などを除き、また 1 秒以下というような短い車間を除き、図-3 のように負指数分布 (ポアソン分布) が一般にあてはまる。短い車間は構造物にとってはかなり重要であるが、実測結果から見ると、この部分は指数分布でなく三角形分布である。

以上のような荷重モデルの妥当性は橋に生ずる応力ヒストグラムから検定できる。図-4 はその一例で、予測値は実測値と概してよく合致している。しかし、まだデータが十分でないので、安全性の照査に影響のある高い応力を正確に検討するのはむずかしい。そこで、新しい

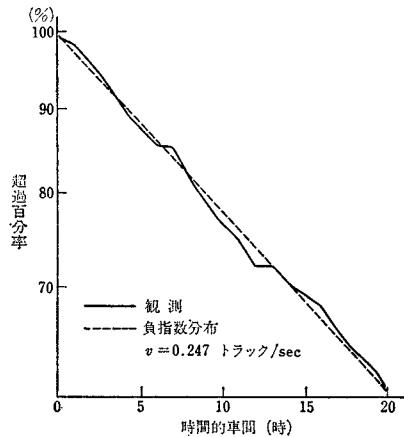


図-3 クリーブランド付近におけるトラック車間の累積頻度分布

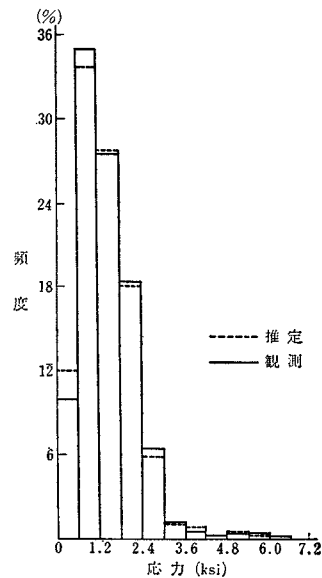


図-4 支間中央応力分布 (ミシガン州、スパン 128.7' の橋)

データを収集するため、自動測定ならびにデータ処理システムを開発した。

測定にさいしては、ひずみ計による記録を事象マーカースystemを通じてデータレコーダーに収録する。マーカースystemには車両通過時期、車両形式、車線、時間、応力などに対応した各種のボタンがある。データ処理システムにおいては、まず収録された測定結果の FM テープを自動的にデジタルテープに変換し、次に計算機によって応力ヒストグラムを描かせる。これは時間、車両形式、車線などに応じてプロットされる。別に、交通量の時間的変化、速度、車間距離の分布も出力として得られる。

2次元粗度による境界層遷移の機構

“Mechanism by Which a Two-Dimensional Roughness Element Induces Boundary-Layer Transition”

Klebanoff, P.S. and Tidstrom, K.D.

The Physics of Fluids, Vol. 15, No. 7, 1972 (July)

本文における主な記号の意味は次のとおりである。

X_k : 平板先端から粗度までの距離

U_0 : 平板先端における境界層外の流速

U_1 : 境界層外の流速

k : 円筒形粗度の径

δ^* , θ : 排除厚, 運動量厚

δ_k^* : 粗度位置で粗度がないときの排除厚

著者らは平板上に円筒形の粗度を置いた場合の境界層内の流速を熱線式流速計によって精密に測定し、2次元粗度が遷移をはやめる基本的な機構が不安定性理論によって説明されることを主張している。これは粗度の下流側に生じる recovery 域の平均流速分布の不安定性によって撓乱が増幅されるというものである。

図-1 は recovery 域内での変動流速スペクトルを示したものであり、図中の T.S. は Tollmien-Schlichting 波の増幅域である。この図から波数の選択過程および Tollmien-Schlichting 波の存在が推測される。単位 Reynolds 数 U_0/ν が小さい場合には高周波領域で変動流速の減衰がすみやかであるのに対し、 U_0/ν が大きい場合には非線形効果によると思われる再増幅が見られる。

平均流速は、図-2 に示すように、単位 Reynolds 数のある範囲 ($1.0 \times 10^5 \sim 1.42 \times 10^5 \text{ ft}^{-1}$) では相似であ

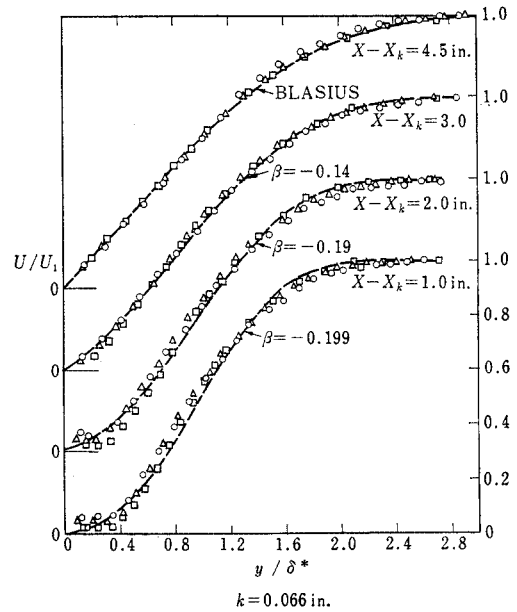
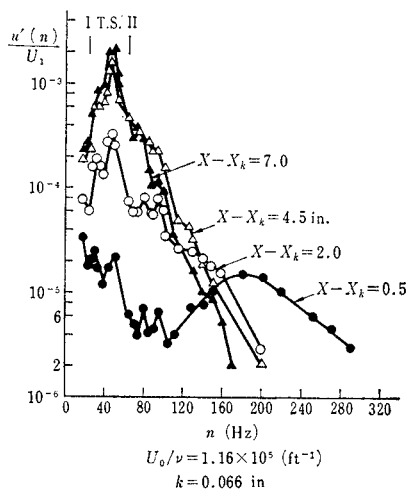


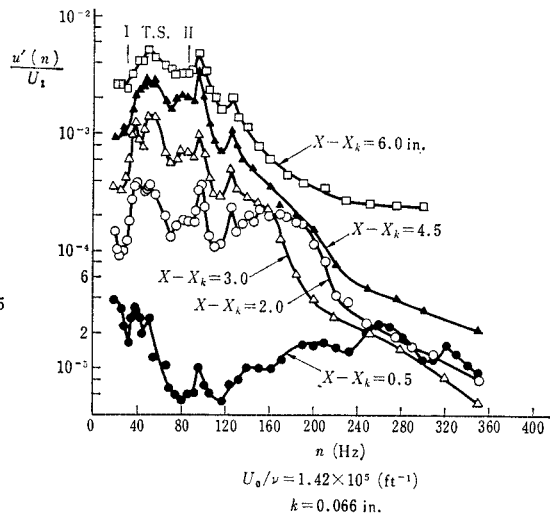
図-2 平均流速分布

る。また recovery 域は 4.5 in 以内であることもわかる。図中の β は Hartree のパラメータである。分布形の特性値として shape パラメータ $H = \delta^*/\theta$ を用いる。変曲の程度を示す H は流れの不安定性を表わすものと考えられる。図-2 を整理し直し、 H について見ると、流れの不安定性は粗度の大きさ k/δ_k^* と粗度 Reynolds 数 $U_1 k/\nu$ 、とくに前者によることがわかる。

次に、不安定性理論との比較を試みる。図-3 は 図-2 の平均流速に対して計算された中立撓乱の周波数、およびある周波数における増幅率を測定値と比較したものである。ただし、時間的な増幅と空間的なそれとは、計算



(A)



(B)

図-1 変動流速のスペクトル

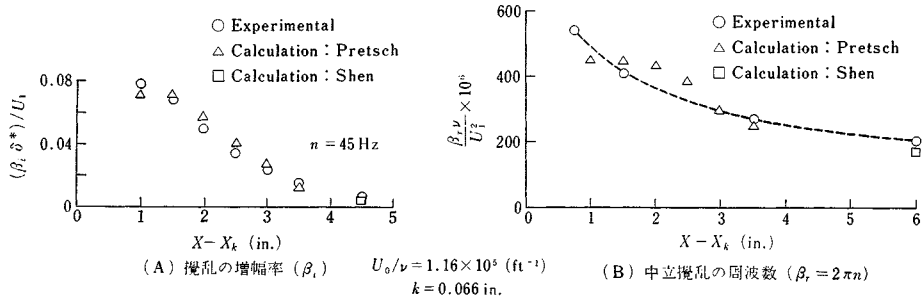


図-3 不安定理論との比較

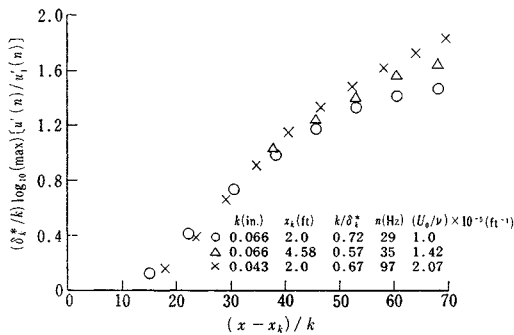


図-4 不安定理論に基づく比較

上の波速によって変換されている。結果は定性的には満足すべきものである。

一方、図-4 は H の流れ方向の変化、および攪乱の波数が相似な場合の攪乱の強さの変化を示したものである。この場合、不安定理論より予想される相似性が変曲の程度の強い領域で Reynolds 数に関係なく成立している。

図-5 においては、recovery 域終端での攪乱の強さと

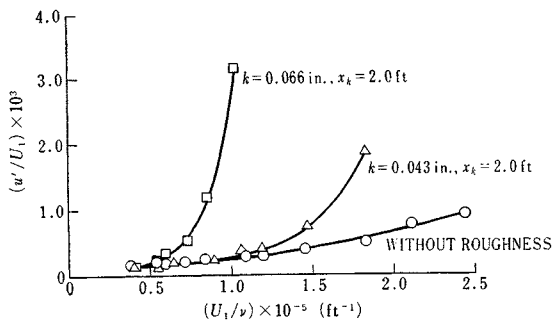


図-5 Recovery 域終端での攪乱の強さ

粗度の大きさ、ならびに単位 Reynolds 数の関係が、粗度の無い場合と比較されている。同図から Reynolds 数および粗度の大きさによって、粗度が遷移に影響しない場合もあることがわかる。しかしながら、一般には Reynolds 数、粗度ともに大きくなるに従ってその影響は大きくなる。

前記の主張は以上の検討結果に立脚するものである。

成層湾におけるパルプ廃液の溶存酸素に及ぼす影響 その I 実測結果

Effect of Pulpmill Effluent on Dissolved Oxygen in a Stratified Estuary-I. Empirical Observations
 Parken, R.R. and Sibert, J.
 Water Research, Vol. 7, No. 4, April (1973).

カナダの Alberni 湾では安定な成層状態が生じている。ここに流れこんでいる Somass 河を通じて 1700 t/day の規模のパルプミル工場からの廃液が流れこみ、上層部に停滞している。これはこげ茶色をしているために、下層への日光の伝達量を妨げて光合成の量を減らし、同時に BOD も減少させている。

図-1 と 図-2 には塩分濃度と溶存酸素量 (DO) の鉛直分布が 1941 年と 1970 年について示してある。これによれば工場建設前に比べて DO の数値は明らかに減少している。躍層の位置はそれほど変化していない。また、図-3 では工場が停止したときの実測例を示す。このときには DO 量は増加している(抄録者注:このように淡水、または沿岸部においては躍層は 2~4 m の水深のところにてしやすい。このことはわが国でも変わらない)。同様にいろいろな汚濁物質、たとえばリン、チソンなども躍層をはさんでステップ状に分布していることも観測された。この場合、下層の方が濃度は大きい。

微細な木質の汚濁物質は KME(kraft-mill effluent) とよばれるが、これは浮遊性があるので、川の表面に近い方が濃度が高い。そして、KME の等濃度曲線は塩分のそれとよい相関関係を示している。また、光の透過率は、海に近づくに従って増大してくる。これらの関係は図-4、5 に示されている。

全体としてみると、上層部にパルプ廃液が停滞するため、 NO_3 の量が上層部で増加し、日光をささぎる。躍層部以下では緑藻類は直接にはパルプ廃液によって影響はされない。むしろ、廃液によって日光の到達が妨げら

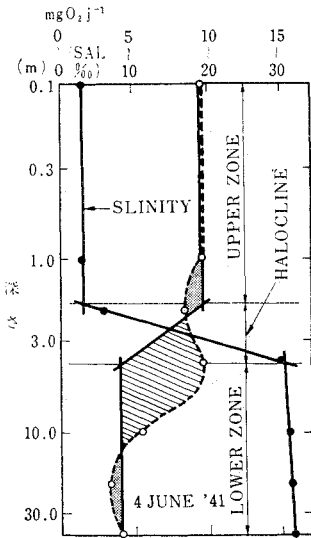


図-1 パルプ工場建設前

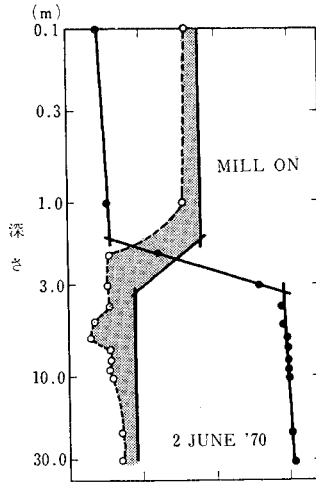


図-2 工場建設後

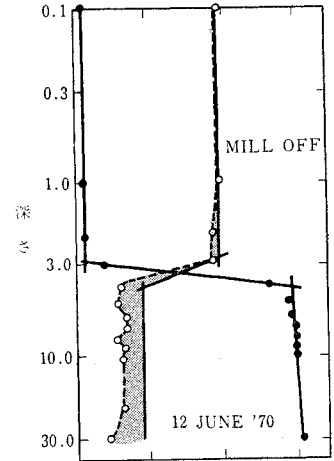


図-3 工場停止時

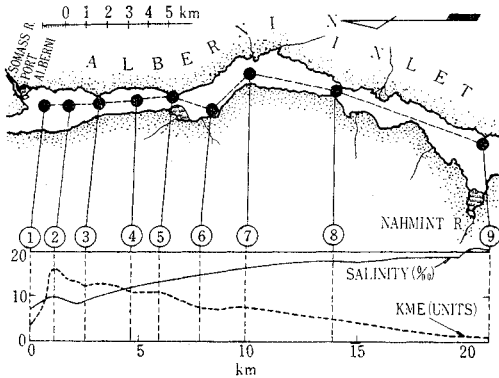


図-4 1971年における塩分 (Salinity) と KME の分布

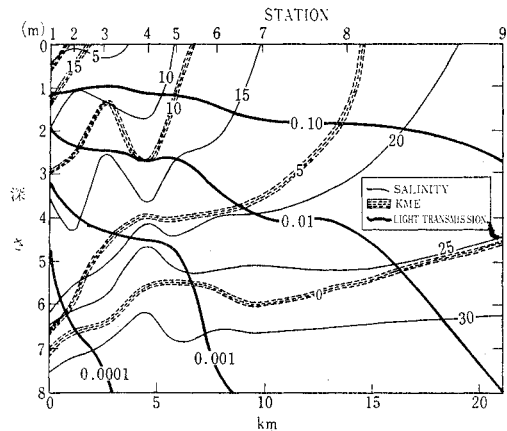


図-5 1971年における塩分, KME, 光の透過量の分布

れることによって生じていると考えられる。このため、光合成が減少し、溶存酸素 DO が減少した。

この河で特徴的なことは、① Compensation depth, すなわち、1個のプランクトンの光合成量が呼吸量に均しい深さは常に躍層部の上であり、② Critical depth, すなわち、水面よりその深さまでのプランクトン群によるある期間内の光合成量の純生産量が0になる点は躍層

の中か下にあること、の二つである。特に後者の場合は光合成が躍層によって大きく影響を受けていることになる。結論として、パルプ工場の廃液は直接 DO を減少させるというよりは、その色のために光合成を減少させてしまい、結果として DO の減少を招くことが明らかとなった。

耐震工学委員会編

地震応答解析と実例

B 5・5000 円

会員特価 4500 円

概説、振動論、震動特性、地震外力、理想の構造系、解析手法、材料・土の動的特性、評価の基礎編をふまえて橋梁、ダム、土構造、港湾、電力、都市、その他構造物、応答観測の実例を応用編とした類書のない大著。