

20年後の交通体系

Transportation Systems Center

Report No. DOT-TSC-OST-71-10/白井幸彦・訳

水位降下時の堤体内の浸透解析

Proc. of A.S.C.E., SM/駒田広也・訳

バルチックの海岸地域での水温変動の観測

Tellus/沢本正樹・訳

乱流条件下におけるフロックの破壊

Proc. of A.S.C.E., SA/大垣真一郎・訳

ミュンヘンの歩行者ゾーン

Traffic Engineering/竹内伝史・訳

20年後の交通体系

“Transportation Systems Technology; A Twenty-year Outlook”

Kovátsch, G., Barbar, J.B., Casey, R.F., and Zames, G.

Transportation Systems Center Report,
No. DOT-TSC-OST-71-10

(1) はじめに

この論文は種々の交通システムを構成する新しい技術を報告し、さらにそれらに関連する複雑な諸問題に対して分析と考察を加え、可能とされる将来の開発予測をわかりやすく解説している。ここでは紙面の制限上、そのほう大な内容を要約、抜粋して紹介する。

この研究のアプローチとしては、広大な交通体系の分野を技術革新がもっともさし迫った重要な課題とされる以下のテーマごとに考察を進める方法が採られている。

(2) 都市内旅客輸送システム

都市中心地域および市外地域の発展の歴史は次の3つの型の基本的な輸送サービスを必要としてきた。

すなわち、

1) 都市区域の比較的まとまった部分を相互に結ぶ都市輸送サービス(このシステムをメトロポリタンシステムということにする)。

2) 空港、大学、商店街、オフィスなどを中心に高密度に多目的に発展した主要活動中心地域内の輸送サービス(このシステムを主要活動中心地域システムとする)。

3) 都市区域で独立した部分を構成している“コミュニティ”あるいは数個のコミュニティの連合内での輸送サービス(このシステムをコミュニティシステムという)。

である。またメトロポリタンシステムが有する基礎的な機能は次のようになる。

㉔ コミュニティシステム相互間およびコミュニティシステムとオフィス、教育、劇場およびショッピングなどの中心地との連絡。

㉕ コミュニティシステムと地方相互間輸送の連絡。

㉖ メトロポリタンシステムに沿った施設を中央施設に直結する。

同様に主要活動地域システムについては、

㉗ この地域内を自動車および遠距離用の交通システムによって旅行する人々を集合、分散させる。

㉘ この地域に居住する人々、あるいは訪れる人々が、通勤、通学、ショッピング、レクリエーションなどを行なうために必要な輸送を行なう。

㉙ ターミナルからターミナルへの輸送を行なう。

㉚ 地域内の諸機能と諸活動の間の移動を可能にする。

さらにコミュニティシステムの基礎的な機能は

㉛ コミュニティ内のすべてのトリップを可能にする輸送を行なう。

㉜ メトロポリタンシステムと連絡する。

これらのシステムを建設するに際しては、その地域の環境の著しい変化を考えると利用者ばかりでなく、非利用者にも多大な影響を与える。それゆえこれらのシステムは大気汚染、騒音などを伴い、しかも美観的に受け入れられ、経済的にも十分成り立つものでなければならぬ。次に都市内旅客輸送サービスを提供する具体的なシステムについて検討する。

a) 個人用高速輸送システム (P.R.T. システム)

P.R.T. システムは、コンクリート製通路のある筒所に設けられたガイドウェイに導かれて乗客を出発地より目的地へ途中ノンストップで輸送するものである。駅設備はメインルートより外側にはずれていて、乗客はそこで乗降するので、他の P.R.T. の車両はスピードを落さずに運行することができ、その運行は中央のコンピューターによって自動制御される。

b) 高速リンクシステム (F.T.L. システム)

F.T.L. システムは大都市内において占有軌道上をコミュニティの大きさに応じて、ある距離を移動する交通を満足させるべく運営されるものである。F.T.L. システムは主要活動中心地域と郊外、あるいは他の中心地域を結ぶものである。たとえば、中央ビジネス街、ショッピング街、郊外あるいは空港の間を結ぶものであって、コ

コミュニティによっては 60 mile (96 km) あるいはそれ以上の距離におよぶこともある。F.T.L. システムの目的はこのような距離を短時間で経済的に快適にかつ安全に結ぼうとするものである。

e) 動く誘導路システム (M.G. システム) 主要活動中心地域内におけるいままで満足されなかった多くの輸送上の必要条件を満足すべく提案されているのが M.G. システムである。M.G. システムとしては誘導路内における動く路面により、旅行者や乗物が推進するものである。主要活動中心地域におけるトリップの平均距離は歩行距離として約 1 000 ft (300 m) から乗物による 0.5 mile (0.8 km) まで及ぶ。主要活動中心地域の範囲からしてトリップが 1 mile (1.6 km) 以上に及ぶことは、ほとんどなく、M.G. システムはこれらの輸送条件を満たすものとして適している。

d) デュアルモードシステム (D.M. システム)

D.M. システムは通常の自動車やバスとして普通のハイウェイや街路を動き、さらに完全な自動制御のもとに特別かつ排他的な通行権を有する誘導路を動くものである。

e) ダイアルライドシステム (D.A.R. システム)

D.A.R. システムによって需要即応システムが具体化された。需要即応システムでは、乗物のルートは前もって計画されているのではなく、トリップの申し出があって運転される。この場合、乗物の割当の最適化が効果的、経済的なシステムをつくる上に必要である。

f) 公共輸送システム (P.A. システム) P.A. システムとして狭いスペースのスタンドさえ提供されればどのような場所にも運行できる小型自動車がある。お客はスタンドまで歩いて自動車を拾って目的地まで運転してゆく。管理上の問題としては空車を効率よく配分し常に供給を確保することである。

(3) 都市間旅客輸送システム

地上を走行する高速旅客輸送システムは 50~400 mile 程度の都市間輸送の場合、総所要時間では航空機とも十分に対抗できるだけのサービスを提供しうる。地上を走行する輸送システムは現在のところ 150 mile/時間を限度としているが、将来の時点では 300 mile/時間あるいはそれ以上の速度も可能となるであろう。

a) 高速レールシステム (H.S.R. システム) 鉄の車輪とレールとによって地上を走行する高速輸送機関は 50~400 mile 程度の都市間旅客輸送に対して大きなメリットをもっている。アメリカ、ヨーロッパ諸国、日本では高度に整備した軌道上で 120~160 mile/時間の走行を行なっている。200~300 mile/時間といわれるレールシステムの限界速度付近の高速でカーブ中でも速度を落

さず運転が可能であって、しかも軌道の保守管理にさほどの労力を必要としない車両の製造は構造、動力装置、支持方式の進歩によって可能と思われる。特に重力分散方式の振り子式車両は軌道に負担をかけることなく、現在以上に高速で安全快適な輸送を実現する可能性がある。したがって、地上では時速 300 mile 以上を必要とするような時期まではこのような高速レールシステムの価値は大きいといわねばならない。これまでにメトロライナー、ターボトレン、ロングアイランド鉄道、BART 等が出現し、未来の発展の可能性を示している。

b) エアークッション車両 ガイドウェイ上を走行するエアークッション方式の車両は短距離の都市間旅客輸送システムとして機能する可能性を持っている。基本的な原理はガイドウェイ上でエアークッションにより車両を支持するものであり、車両とガイドウェイ間の摩擦抵抗をなくし得るのが特徴である。もう一つの利点は、このタイプの支持方式はガイドウェイの状態に左右されず、旅客の快適性を確保できることである。

c) 磁気浮上車両 磁気浮上支持方式の車両はレールシステムの速度に比べると非常に魅力がある。しかしこの方式は、依然、研究試験段階にある。将来的には浮上装置は単一ユニットに集約され、車両設計も単純化されてくるであろう。またこの方式は騒音公害の発生源とはならないであろう。

(4) 都市内および都市間貨物輸送システム

アメリカにおける物資の流動は次の 5 つの主要な交通機関で行なわれている。すなわち、ハイウェイ、鉄道、水運、パイプライン、そして航空である。トン・マイルあたりの平均収益に注意してみると興味深い。すなわちパイプラインがもっとも安く、トン・マイルあたり 0.25 ドルであるのに対し航空がもっとも高く 30 ドルである。水運と鉄道は 1 ドルから 1.4 ドルである。ハイウェイは中間で約 14 ドルである。平均距離については航空が 1 回あたり 1 000 mile で、トラックは 120~350 mile、パイプラインは 370 mile、鉄道が 500 mile、水運は 300~400 mile となっている。これらの統計は各交通機関の長所を示している。トラックは戸口から戸口への集配達の利便性はあるがトンあたりの収益ではハイクラスに属する。ところが、一方、鉄道および水運、パイプラインは地点間の輸送量では同一価格レベルである。航空は時間と距離が重要な因子となるような高級品に対して適合している。

種々の輸送形態の中で物資の流動を促進するための顕著な動きとしてコンテナリゼーションがあり、国内的にも国際的にも自動化とコンテナ化に向っている。過去 10 年間にこの新しい技術が物資の流通概念を非常に現実的

な方法で輸送構造の中に入つけ、促進させてきた。コンテナ化は2つ以上の結合した輸送システムにまたがって同等の働きをする。そして従来の不完全な輸送システムの特徴であった紛失、損傷などをさけることも容易となった。コンテナ設備を導入するには実質的に巨大な投資が必要であるが、それは急激な労働コストの低減で補償されるのである。

水位降下時の堤体内の浸透解析

“Seepage Analysis of Earth Banks Under Drawdown”

Desai, C. S.

Proc. of A.S.C.E., SM, Vol. 98, No. 11,
pp. 1143~1162, November (1972)

(1) まえがき

多孔体内の水位降下時の非定常非圧浸透流の問題は、有限要素法を使って解析できる。ここで述べる解析法を用いると、川や貯水池の水位が降下した場合の、堤体やダム内の自由表面形を解くことができる。

(2) 有限要素公式

堤体内の2次元定常浸透流の方程式は次のように表わせる。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial \psi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial \psi}{\partial y} \right) = 0 \dots \dots (1)$$

また、境界条件は次のようになる (図-1 参照)。

$$\psi = \bar{\psi}(t) \quad s_1 \text{ 上で} \dots \dots (2a)$$

$$k_x \frac{\partial \psi}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial \eta} + k_y \frac{\partial \psi}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial \eta} = \bar{Q} \quad s_2 \text{ 上で} \dots \dots (2b)$$

$$\psi = Y(x, y, t) \quad \text{自由表面上および浸潤表面上で} \dots \dots (2c)$$

ここで、 k_x, k_y は x, y 方向の透水係数、 ψ は総水頭、 \bar{Q} は流量、 Y は位置水頭、 η は境界に対する法線方向を示す。

各有限要素内において、式 (1)、(2) の汎関数の変分を求め、全体の要素を重ね合わせて、最終式を行列表示すると、次のようになる。

$$[K]\{r\} = \{R\} \dots \dots (3)$$

ここに、 $[K]$: 透水性行列、 $\{r\}$: 節点水頭ベクトル、 $\{R\}$: 節点流量ベクトルである。式 (3) で、 $\{R\}$ 、 $[K]$ は既知だから、 $\{r\}$ を求めることができる。

外部の水位が変化すると、堤体内の自由表面が移動し、流れ領域が変化する。このような非定常問題はある時刻ごとの定常問題に分けて考えることができる。しかし、

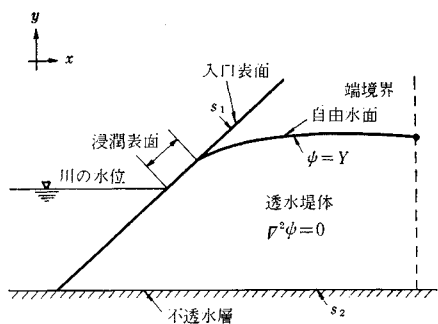


図-1 多孔媒体内の流れの表示

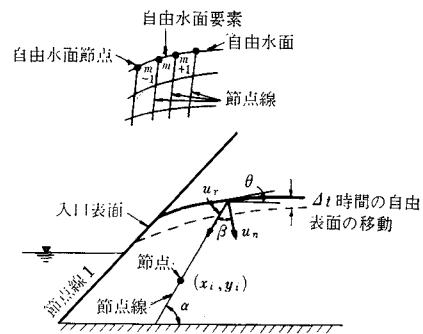


図-2 自由水面の移動

非定常問題になると、自由表面上での法線方向速度が0という条件が満足されなくなる。自由表面上の節点における速度は自由表面に沿う要素の節点での水頭値から計算される。このように計算された速度 $\{V\}$ はダルシー則に基づいた値であるので、実際の水粒子の速度 $\{V_p\}$ は次のようになる。

$$\{V_p\} = \{V\} / f \dots \dots (4)$$

ここに、 f は媒体の間げき率である。

自由表面上の節点での水粒子の法線方向の移動は、速度の法線成分 V_n に時間増分 Δt を掛けたものである。そして、新しい自由表面上の節点の座標を決め、新しい有限要素網を、流れ領域内の節点の座標を修正して、決

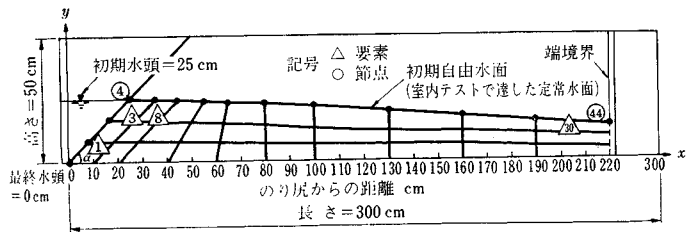


図-3 平行板モデル ($\alpha = 45^\circ$) と有限要素網

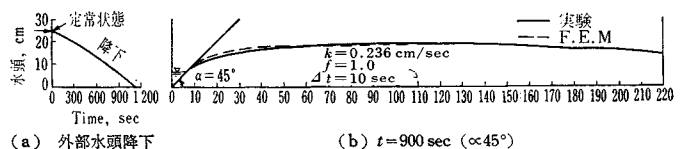


図-4 結果の比較と外部水頭の変化

める。この修正法を 図-2 と式 (5) とで説明する。
自由表面上の中間の節点では、

$$\bar{V}_x = (V_x^n + V_x^{n+1})/2, \bar{V}_y = (V_y^m + V_y^{m+1})/2 \dots\dots\dots (5 a)$$

自由表面上の両端の節点では、

$$\bar{V}_x = V_x^m, \bar{V}_y = V_y^m \dots\dots\dots (5 b)$$

法線方向の速度は

$$V_n = \frac{\bar{V}_x \sin \theta + \bar{V}_y \cos \theta}{f} \dots\dots\dots (5 c)$$

となり、

$$u_n = V_n \cdot \Delta t, u_r = \frac{u_n}{\cos \beta}, \beta = \frac{\pi}{2} - \alpha + \theta \dots\dots (5 d)$$

$$u_x = u_r \cos \alpha, u_y = u_r \sin \alpha \dots\dots\dots (5 e)$$

$$x_i^j = x_i^{j-1} + u_x, y_i^j = y_i^{j-1} + u_y \dots\dots\dots (5 f)$$

ここに、添字 i は節点番号、 j はタイムステップを表わす。

こうして、次のタイムステップに移り、式 (3) にもどる。

(3) 適用例

図-3 のように、平行板内の堤体モデルにシリコン流体を、図-4 (a) に示す水位降下曲線で作用させた室内実験結果と、有限要素法による解析結果との比較が 図-4 (b) に示してある。

次に、有限要素解に必要な浸透領域が問題になる。この問題を実験と数値解析より調べた結果、図-5 に示すように、全水頭降下を H とすると、水平距離では、 $8H \sim 12H$ 、鉛直距離では、 $3H \sim 6H$ の解析範囲をとれば、十分な精度の解が得られようである。

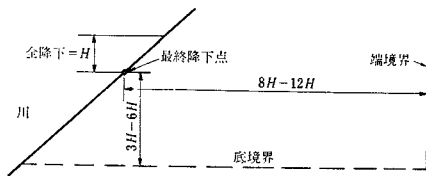


図-5 無限媒体の表示

(4) おわりに

今回の計算では、有限要素内の水頭分布を 1 次の近似式を用いて、解の精度や計算時間において満足な結果が得られた。したがって、工学的な解には、近似式を高次にする必要はないようである。

また、数値解析と室内テストおよび現場調査とが工學上十分な一致を示し、外部水位の変動に対する堤体やダムの安定解析にはこの解析法が十分に役立つものと思われる。

バルチックの海岸地域での 水温変動の観測

“Some Observations of Temperature Fluctuations
in the Coastal Region of the Baltic”

Walén, G.

Tellus, Vol. 24, No. 3, (1972)

近年、内部波に関する研究は数多くなされているが、では実際にはとなとなかなか実測の例は少ないようである。そのようななかで、本論文は数少ない実測の例である。

観測はバルチック海南部のスウェーデン海岸 (図-1) で、1968 年 7 月 3 日から 8 月 22 日までの約 2 か月間ほぼ毎日著者ただ一人で行なった。10 m の漁船から水中落下速度 0.5~1.0 m に調整したゾンデを一定の測定線にそって投げ込み、ゾンデに組み込まれたサーミスターと圧力計とで、水深-水温の関係を求めている。同時に近接する灯台での風の定常観測値を用いて、風による応力を

$$\tau = \alpha \rho |V| V \dots\dots\dots (1)$$

と仮定し、2 つの観測の間の全 Ekman 輸送を

$$\int_{t_1}^{t_2} M dt = \alpha T f^{-1} |V_T| V_T \times K$$

のように計算し、合わせて図示している。ここに f : コリオリのパラメーター、 K : 単位垂直ベクトル、 T



図-1

2つの観測の間の時間、 $M=(f\rho)^{-1}\tau\times K$ である。

水温分布と、全輸送を比較することにより著者は次のように論じている。

沖合いでは観測期間中温度躍層はゆっくり変化し、徐々に深く強くなっている。夏の終りには水深 50 m 以深で温度の逆転がみられ、温度躍層の下を安定な塩分成層がおおっていることが予想される。

一方海岸近くでは、

1) 沖に比べ、強い水温の変動がみられ、その減衰のスケールは大ざっぱにいて海岸から 5 km 程度である。

2) 海岸近くでの水温の変動は風の変動に伴う表面輸送によって引き起こされる。

3) 引き起こされた水温の変動は、Kelvin 型の内部波として海岸に沿って伝播する。例として 8 月 19 日の湧昇を見てもよい(図-2)。一見すると水温の変動と Ekman 輸送とは無関係のように見える。しかし、Ronneby(図-1)付近で海岸にほぼ直角に吹く風により水温の変動がおき、それが内部波速 0.5 m/sec でほぼ 3 日かかって測定地点まで伝わってきたとすると、この観測は Ekman 理論と矛盾しない。著者は同じ雑誌の別の論文でこのような現象を理論的に予測しており、この観察により理論が証明された。

4) 海岸近くでは、内部波に伴う混合が重要である。

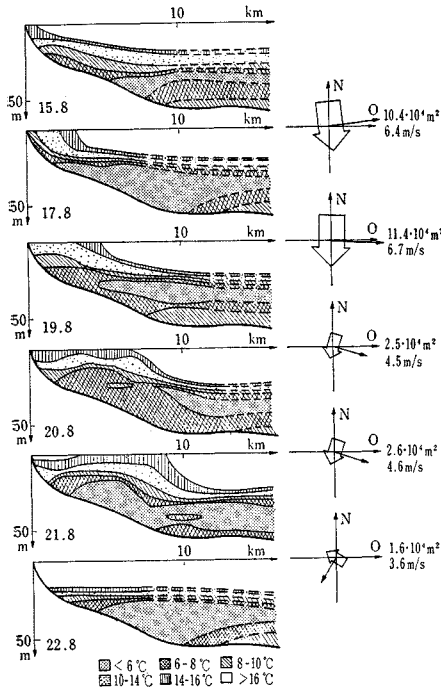


図-2

乱流条件下におけるフロックの破壊

"Floc Breakup in Turbulent Flocculation Processes"

Parker, D.S., Kaufman, W.J., and Jenkins, D.

Proc. of A.S.C.E., SA, Vol. 98, No. 1,

pp. 79~99, February (1972)

フロキュレーションに関するいままでの研究では、フロックの破壊より凝集に力点が置かれてきている。しかし、フロキュレーション操作の良否を決定するのは、凝集と破壊という相反する機構のバランスである。本論文では、乱流条件下における無機および生物フロックの破壊を支配する基本的な 2 種類の機構について説明し、この機構の相違はフロック構造の差異に基づくものであることを示している。

(1) フロック破壊の動力学

フロックの破壊の機構としては、フロック表面の乱流せん断力による侵食作用によるものと、フロックの相異なる側での圧力差による変形分裂によるものとが考えられている。しかし、フロック内部に繊維状構造をもつ活性汚泥フロックの場合は、この繊維状構造が圧力差による変形分裂に抵抗することから、表面侵食作用と繊維の破断との 2 種の破壊機構が支配的になる。

破壊を引き起こすせん断力は、フロックと流体の相対運動によるものであるから、運動のスケール(乱流の渦の大きさ)に関係してくる。渦のスケールの基準としては、コルモゴルフの普遍平衡理論が成立しているものとするれば、マイクロスケールを用いることができる。マイクロスケールより大きな渦の乱流域は慣性小領域、より小さな部分は粘性消散領域と一般に名付けられている。

フロキュレーション操作においては、幅広いフロック粒径分布が存在し、マイクロスケールより大きな径のフロックについては、その破壊機構を乱流の両領域について考察する必要がある。

(2) 表面侵食による破壊機構

破壊機構のうち、まず表面侵食作用について考察する。最大安定フロック径 d_s とフロック表面から基本粒子が解脱する速度 dn_i/dt (n_i : 単位体積あたりの基本粒子数) を両乱流について求める。 d_s については、それぞれの乱流領域におけるフロック粒子に関する運動方程式に、フロックと流体の相対速度および渦の概念を導入し、最大相対速度 v_{max} を求め、この v_{max} による力がフロック表面のせん断降伏強度に一致する点で最大安定フロック径 d_s が定まるとする。 dn_i/dt については、Levich などの渦の周波数の概念から基本粒子解脱の頻度を求め、これとフロック径との積に比例するものとし

表-1 フロック破壊指数

フロック破壊の型と乱流領域の分類	安定フロック径指数 ^{a)}	フロック破壊速度指数 ^{b)}
表面侵食		
慣性小領域	2	4
粘性消散領域	1	2
繊維破断		
慣性小領域	0.5	—
粘性消散領域	0.5	—

a) $d_s = C/G^n$

b) $dn_i/dt = K_B x G^m$

ここで、C: フロック強度をあらわす係数

K_B : フロック破壊速度係数

x: フロック懸濁液の浮遊物質濃度

て dn_i/dt を計算する。このようにして、 d_s と dn_i/dt を平均速度勾配 G 値 ($=\sqrt{\epsilon/\nu}$, ϵ : 単位質量あたりのエネルギー消散率, ν : 動粘性係数) の関数として最終的にはあらわすことができる (表-1 参照)。

(3) 繊維破断による破壊機構

繊維状のネットワークによって基本粒子の結合が行なわれていると考えられる活性汚泥のようなフロックの場合は、2つの基本粒子を1本の繊維が結んでいる皿鈴型のモデルを想定する。すなわち、乱流の渦流に伴う力によってこの繊維の切断が生じ、フロックが破壊されるという機構を考える。表面侵食と同様の方法により、慣性小領域と粘性消散領域について、最大安定フロック長 l_s (d_s に相当するフロックの大きさを示す尺度) とフロックからの基本粒子解脱速度 dn_i/dt を G 値の関数として求めることができる (表-1 参照)。

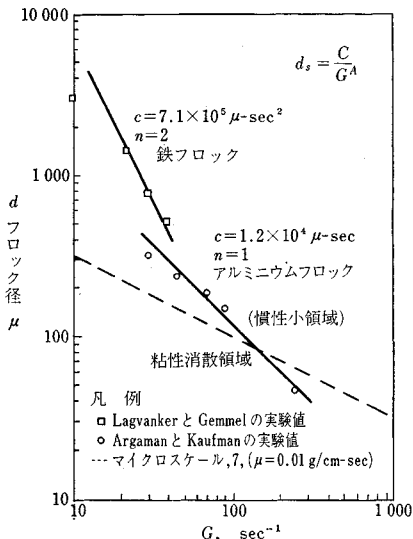


図-1 無機フロックの G 値と最大安定フロック径

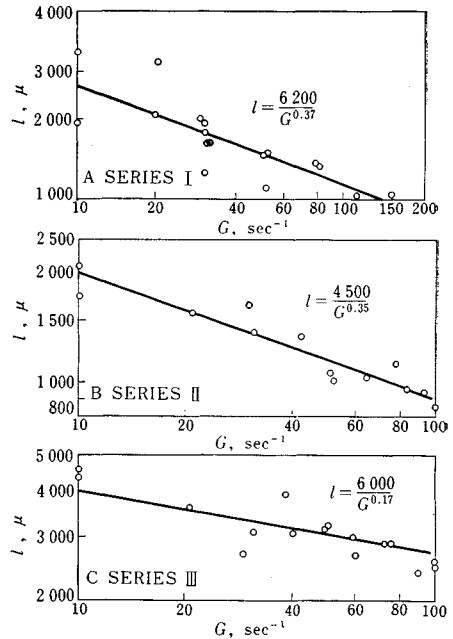


図-2 活性汚泥フロックの G 値と最大安定フロック長

(4) 実験結果との比較

無機フロックについては、図-1 に示すように、マイクロスケールより径の大きい鉄フロックでは $n=2$ となり、表面侵食機構の慣性小領域の理論結果とほぼ一致する。また、マイクロスケールと同程度の径のアルミニウムフロックの実験結果は、 $n=1$, $m=2$ を示し、表面侵食機構の粘性消散領域の理論値と適合している。

一方、活性汚泥フロックの場合は、最大安定フロック長 l_s を G 値に対してとると図-2 のようになる。 G 値の指数 (安定フロック径指数 n) は、表面侵食機構の慣性小領域の $n=2$ よりも、繊維破断機構の $n=0.5$ に近いことから、このような生物フロックの最大安定フ

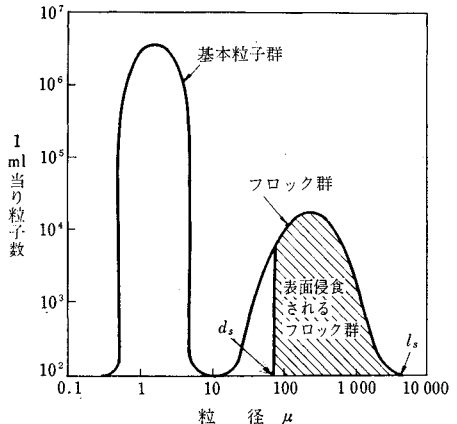


図-3 フロック粒径分布

ック径を決定する機構としては、繊維破断を考慮することができる。

(5) ま と め

結局、活性汚泥ブロックの図-3のようなブロック粒径分布においては、侵食機構における最大安定ブロック径 d_s と繊維破断機構における最大安定ブロック長 l_s ($l_s > d_s$) の2種類の最大ブロック径が存在することになる。表面侵食による最大安定ブロック径よりも大きなブロック群が存在する理由は、破壊の速度よりも凝集速度の方が大きいこと、および、ブロックの繊維により破壊されにくい構造が形成されていることである。すなわち、ブロック粒径分布を支配するのは繊維破断によるブロック破壊機構である。

ミュンヘンの歩行者ゾーン

—歩行者の行動の動機について—

“Pedestrian Zone in Munich
-Motivation for Pedestrian Movement-”
Teply, S.

Traffic Engineering, Vol. 43, No. 2,
pp. 18~27, November (1972)

ミュンヘンは、一風変わった独特な雰囲気を訪問者に与える街である。しかし、それは歴史的な建物があるからではない。ミュンヘンは 1000 年の歴史を持った街であるが、その建物は比較的新しく、18, 19 世紀のものである。これに対し、この街の中心には中世の土地利用計

画が戦災にも耐えて残っており、これがミュンヘンの情緒をつくり出しているのである。

現在、ミュンヘンの人口は市域内で 130 万人、都市圏まで含めれば 300 万人である。雇用人口は、半数が軽工業、他の半数が商業、行政、運輸などである。そして、年に 3~4% の主に社会増による人口増が続いている。

オリンピックを控えてのここ 4,5 年、街はおおいに様相を改め、輸送網の充実もすすんだ。その概要は、

- ① 市の東・西両側に入ってきていた郊外鉄道が都心の地下で結ばれた (S-Bahn)。
- ② オリンピック地区と都心ないしはその南の地区を結ぶ南北の地下鉄 (U-Bahn) が建設された。
- ③ 都心を細分して、路面電車がある。
- ④ バスシステムがある。
- ⑤ 全国規模のアウトバーンに結びつけられた街路網は放射方向に多く、環状方向には不十分である。

歩行者ゾーン

ミュンヘンの幹線街路は、1960 年代まで、都心は生活の一場面にすぎぬということで、自動車交通に適応した街づくりがなされてきた。しかし、それは街にとって、必ずしも満足な状況をつくりださないということが認識されはじめた。

その解決策として、公共輸送を整備して、自動車の走る市周辺部と都心のアクセスを確保し、都心の徒歩による交通と結ぶことが考えられた。1960 年代の都心の交通問題の高進は、人々にいやいやながらも、この方策を

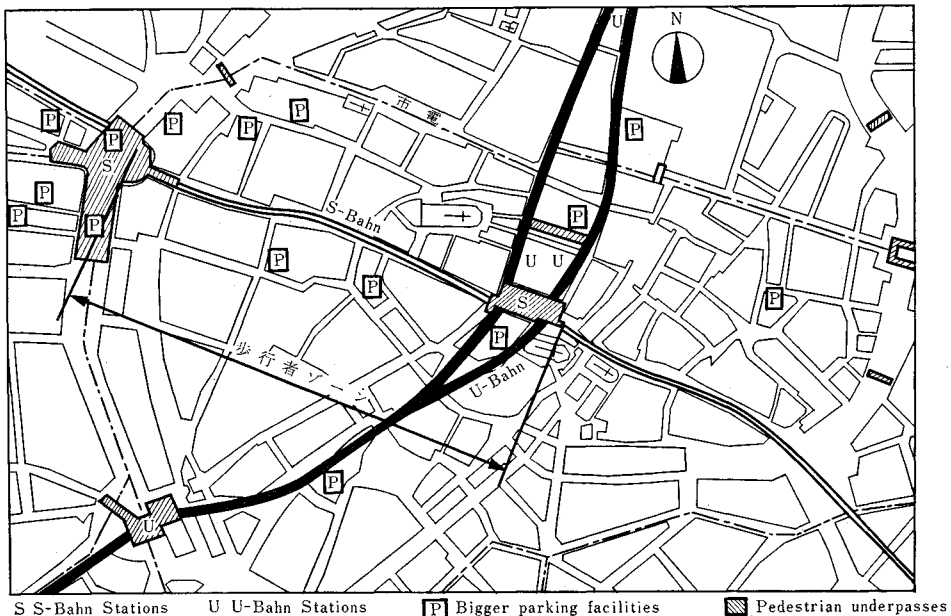


図-1 歩行者ゾーンの周辺

表-1 環境指標の比較結果

	幅 (m)	時間交通量			風		騒音 dB (A)		CO (ppm)		CnHm (ppm)	
		自動車	路面電車	歩行者	方向	強度	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
歩行者ゾーン	25	-	-	9 500	北西	2.5	70.5	2.2	43.5	0.85	2.47	0.15
				6 000			67.4	1.8				
				4 000			65.9	2.1				
比較街路	25	1 300	55	3 200	北西	1.5	71.8	6.4	40.2	4.15	6.07	0.67

していることになった。

広範な歩行者のためのシステムをつくる考えは、戦後にもみられたが、これが本格的に実施に移されるには、1966年、Jonsen 教授の提言を待たねばならなかった。そしてこのシステムは、新しい空間を作るのではなく、既存の空間を活用する方向で進められた。こうして、都心部の自動車を減らすことが始められた。

いまここに、都心を東西に横切る幹線街路 (Kaufinger-Neuhauser Str.) について述べよう。この街路は、旧市街をとりまく環状道路上の主要交差点と市役所を結んでいるもので、途中2本の南北の一方通行街路と交わっている。東の端には、S-Bahn と U-Bahn の交差点があり、S-Bahn は、この通りの地下をとおっている。この東の端は大きな広場となっており、これには市役所が面している。西の端にも広場があり、これは前述の環状道路との交差点に面している。ここには、旧市街地の入口を示す塔のある門が残っている。また、S-Bahn のいま一つの駅がこの地下に位置している (図-1 参照)。

上述の2本の地下鉄の建設に伴って、この長さ870m、平均幅員25m (45~13m) の区域から自動車が締めだされた。

歩行者ゾーンへの交通

この歩行者ゾーンへの交通には、上述の2本の地下鉄の他、バス、路面電車がある。これらの停留所は、この地区の周辺に、高密度に分布しており、多くの人を運んでいる。また、郊外鉄道の直接乗り入れは、ミュンヘン市民の都心への到達を大変容易にした。

このゾーンの周辺には、5600台分の駐車場があり、車で旧市街地へ到達するための用に供せられている。駐車時間は、料金により制御されており、2時間以内のものが55%で、3時間以上は17%しかない (平日)。

旧市街地側からの歩行者の流入のために、地下道が用意されているが、この地下道は「地下の町」と呼ぶにふさわしく、店舗や駅、そして、デパートへの通路を含んだ魅力的なものである。

この区域への商品の搬入は、背面の小路より行なわれており、午後11時から午前9時45分までは、表通りか

らの搬入が認められている。

歩行者ゾーンの外觀

歩行者ゾーンの幅は一定せず、通路は曲っているが、人々は抵抗を感じてはいない。通路には店が出ているし、レストランや喫茶店は路上にテーブルを置いてよいことになっている。水たまりや泉が点在しいたるところに自動販売機や椅子が置いてある。椅子は、数が不足しており、市当局はベンチの花壇の脇に置くことにしている。

屋根は、路側の建物によるものしかなく、とくに中央部分は不足している。中世のアーケードは、前世紀に崩れてしまった。したがって、歩行者の分布は、夏の日には、日陰を求めてずいぶんかたよってくる。案内標識は豊富で、世話好きなミュンヘン子の活躍の余地がないほどである。

環境の変化

このような歩行者ゾーンであるから、街の雰囲気もずいぶん変わってくる。交通量は平日で毎時6000人から15000人の間を変動している。これは道路面積に対して十分ゆとりがあり、ドイツの歩行者サービスレベル*の第1または2段階に属する。

歩行者の速度を比較するために、夏の日夕方 (金曜日と土曜日) に写真をとって分析してみた。場所は、区域の中ほど、交通量は4500人/hと2500人/hであっ

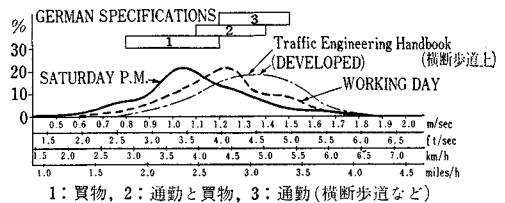


図-1 ゾーンにおける歩行者速度の分布

* ドイツの歩行者サービスレベル

- 第1段階 0.3人/m²まで 自動行動領域
- 第2段階 0.6人/m²まで 限定自由行動領域
- 第3段階 1.0人/m²まで 拘束行動領域
- 第4段階 1.0人/m²以上 停滞状態領域

た。いずれの日も密度はサービスレベルの第1段階である。標本数は、311人と196人、これを分析し、ドイツの標準およびTraffic Engineering Handbookと比較したものが図-2である。標本数が少なく、一般的にはいえないが、自動車の場合のような密度と速度の関係は見られず、活動の目的が大きな要因となるようである。

歩行者ゾーン的环境をみるために、よく似た街路で自動車の通っている街路と比較して、騒音と大気汚染を観測した結果は、表-1のようである。騒音については、決して低くはないが、安定しており、自動車の通る道路のように信号周期に同期した82dB(A)というような

高い騒音はなくなっている。

一方、大気汚染については、歩行者ゾーンも相変わらず高い値を示しており、あまり差はない。結局、歩行者ゾーン化は騒音にはともかく、大気汚染では、その汚染の広域性のために、あまり効果がないといえよう。

なにはともあれ、ミュンヘンの歩行者ゾーンは、旧市街地が、モータリゼーションのなかで生残る可能性を示した点で重要であり、交通技術者の建築家が大胆かつ慎重にことにあたるならば、都市の歩行者交通の問題は、もっとも困難な場合でも解決されるであろうことを示している。

土木技術者のための法律講座 ● 増補改訂版・発売中 ●

B5・126 ページ 8ポ二段組並製 1100円 会員特価 1000円(〒100円)

●総論●財政・会計制度●建設業法●標準契約約款●公害対策基本法●騒音規制法●水質汚濁防止法●大気汚染防止法●労働基準法および関係法令●市街地土木工事公衆災害防止対策要項および火災類取締法●道路交通関係法令●河川・砂防・海岸・公有水面行政法規●港湾関係法令●都市計画法●水道法●下水道法●建築基準法●宅地造成等規制法●土地収用法(増補改訂版で追加)●

建築構造設計シリーズ

〈全6巻・B5判〉

構造設計のプロセスを実際の建築物を例にあげ、その計画・設計をあらゆる観点から考察・分析した待望のシリーズです。

1 建築の構造計画

編集委員会 編/308頁 ¥3,500

2 低層・中層建築 ★5月刊

青山博之・森井 孝 編/250頁 予¥4,000

4 超高層建築

梅村 魁 編/248頁 ¥4,000

●続刊……………3 高層建築

5 大スパン建築 6 特殊建築

新版

鉄骨構造の設計

—実例とその解説—
高橋慶夫 著/A4・¥4,500

改訂に当り現在最も需要の多い、中規模の建物10例を選びこれらを中心に実際に即した鉄骨構造の考え方を詳述し、設計上の盲点になり易い問題を特に解説。

鋼構造部材と骨組

T. V. Galambos 著/福本・西野 共訳
A5・¥2,400

コンクリートの強度に応じた鉄筋コンクリートの計算図表

福島三七治 他著/B5・¥2,500

東京・日本橋/振替東京5番

M 丸善