文献抄録

文献調査委員会

運搬機械の最適サイズ
掘削機械の最適サイズ

"Optimum' Size of Hauling Units"
"Optimum Size of Equipment"
Gates, M. and Scarpa, A.
Proc. of A.S.C.E., Vol. 101, No. CO 4,
pp. 853～867, December (1975)

運搬機械（ダンプトラック）の利用計画をたてるには，経験上，次式がもっとも信頼できる．

$$N=(L+T)/L \quad \cdots\cdots(1)$$

N：運搬機械の台数，L：積込み時間，T：往復，待機，給油など，積込み以外に要する時間，L はトラックの容量に比例するが，T は容量に無関係で一定とする．

トラックには，それぞれ，オペレーターが1人必要である．この時間あたり費用を D とし，D はトラックの大きさの影響を受けないものとする．各トラックの減価償却，燃料，その他の単位積載量，単位時間あたりの経費を k とすれば，単位時間あたりのトラックの全コストは，

$$\text{全コスト}=(D+kS)(L+T)/L \quad \cdots\cdots(2)$$

となる．S：トラックの最大積載量．

P：積込み機械の容量とすれば，積込み時間は S に比例して，P に反比例するので，

$$L=S/P \quad \cdots\cdots(3)$$

積込み機械は待機時間なしで連続して積込みが行えるとすれば，式 (3) を式 (2) に代入して，全コストは次式のようになる．

$$\text{全コスト}=kS+(DPT/S)+kPT+D \quad \cdots\cdots(4)$$

式 (4) の最小値を求めるために，これを S で微分すれば，

$$\frac{d}{dS}=k-\frac{DPT}{S^2}=0 \quad \cdots\cdots(5)$$

$$S_{\text{opt}}=\sqrt{\frac{DPT}{k}} \quad \cdots\cdots(6)$$

式 (6) より，トラックの最適容量 S_{opt} が求まる．

台数に端数が生じた場合は，トラックを積込み機械のバケットの整数倍の積載量のものとし，端数を切り捨てた整数台とするのが好ましい．

コンクリートミキサー車のように，荷卸し時間 (U) の影響を受けるものは，以上の式の L を U に代えてやれば，同様にして，ミキサー車の最適容量が求まる．

一方，掘削機械（バック ホー）で，機械の容量に比例する作業と，容量に無関係の作業とを並行して行う場合の機械の最適容量の求め方を，以下に述べる．バック ホーでトレンチを掘削（容量に比例）し，ヒューム管を埋設（容量に無関係）する作業はこの例である．

記号の意味は，次のとおりである．C：時間あたりの人件費で，機械費を含まない．kS：時間あたりの機械費．S：機械の大きさあるいは容量．k：単位時間あたり，単位容量あたりの機械費．i：機械の容量に関係しない作業を行うときの，機械が行う時間あたり作業量．JS：機械の容量に関係する作業を行うときの，機械が行う時間あたり作業量．i および JS には同じ単位を用いねばならない．

ある掘削機械を用いて作業を行った場合の，単位時間，単位作業量あたりのコストを求めると次のようになる．

$$\text{容量に関係しない作業のコスト}=(C+kS)/i \quad \cdots\cdots(7)$$

$$\text{容量に関係する作業のコスト}=(C+kS)/JS \quad \cdots\cdots(8)$$

式 (7)，式 (8) の合計が掘削機械の全コストになる．すなわち，

$$\text{全コスト}=(C+kS)/i+(C+kS)/JS \quad \cdots(9)$$

全コストの最小値を求めるために式 (9) を微分すれば，J は定数であるから，

$$\frac{d}{dS}=\frac{k}{i}-\frac{C}{JS^2}=0 \quad \cdots\cdots(10)$$

$$S_{\text{opt}}=\sqrt{\frac{Ci}{kJ}} \quad \cdots\cdots(11)$$

となる．S_{opt} は，掘削機械の容量に関係する作業，および容量に関係しない作業を並行して行った場合の機械の最適容量になる．それぞれの作業に要する時間の割合は，式 (7)，式 (8) を式 (9) で除することにより求まる．

式 (11) から，i/J が一定であれば，S_{opt} の値は一定であることがわかる．これは，作業環境の難易などにより機械の最適サイズが決まるのではないということを示している．

（茗ケ原義彦：大成建設（株）土木設計部）

まだ固まらないコンクリートにおける毛管作用

"On the Action of Capillary Pressure in Fresh Concrete"
Wittmann, F.H.
Cement and Concrete Research,
Vol. 6, No. 1, pp. 49～56, January (1976)

コンクリートの打ち込み後，最初の 1，2 時間以内にフレッシュ コンクリートにかなりの収縮が生じ，プラスチック シュリンケージとよばれる．これによって，長い支間の床版等に重大なひびわれが生じることが多い．コンクリート構造物における破壊的な初期のひびわれ発生を防ぐには，プラスチック シュリンケージの物理的，化学的な起源を知る必要がある．

最初の 1，2 時間には水和はそれほど進行しないので，化学的な収縮は無視できる．プラスチック シュリンケージによるひびわれは，フレッシュ コンクリートの表面の乾燥と同時に発生する．

乾燥した，あるいは暑い気候では，表面の水は蒸発し，表面近くの粒子間の水はメニスカス（毛管内等での液体の表面の毛管作用による凹凸面）を作る．このときの毛管圧は，ガウス—ラプラスの式，

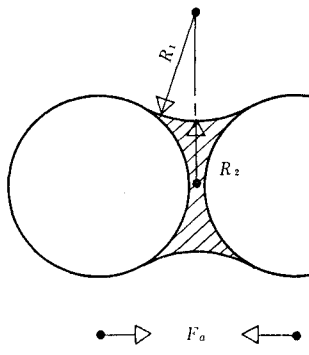
$$p_c=\sigma\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

によって与えられる．ここに σ：液体の表面張力，R_1，R_2：液体表面の主曲率半径（図—1 参照）．

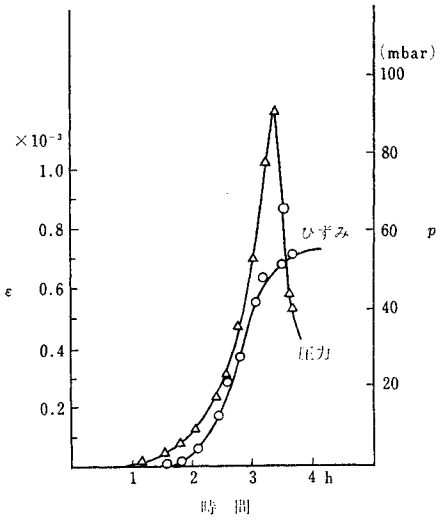
フレッシュ コンクリートでは，個々の粒子は動きやすく，毛管作用でコンクリートは締め固められる．水和が進むにつれ，初めは分離していた粒子が結合し，固体の骨組みを作り，毛管作用の重要性は急速に消滅する．この仮説を，変形と毛管圧を同時に測定して検討した．

フレッシュ コンクリートを 15×15×70 cm の角柱型枠内に打ち込み，水を満たしたプラスチックのホースで電気的圧力変換器とフレッシュ コンクリートの毛管水とを結合した．角柱の中間の高さで型枠にあけた穴からホースを挿入し，フレッシュ コンクリート中の探子として用いたホースの末端は紙栓でふさいだ．

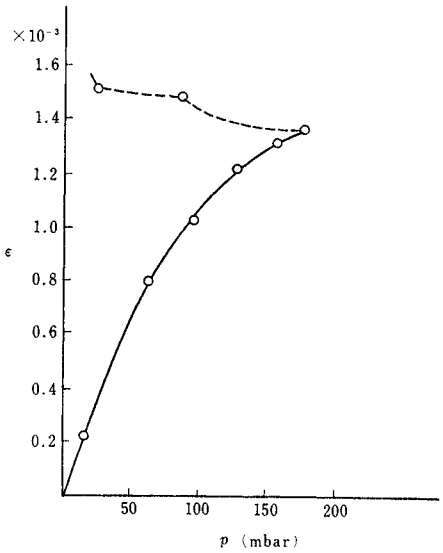
変形は約 50 cm の測長を電磁誘導型変位変換器によって測定し，また垂直方向の変形も測定した．コンクリート表面を小さな風洞で覆い，平均速度約 4 m/sec までの風速で，種々の水セメント比 W/C について，セメント量は常に 350 kg/m³ とし，ポルトランドセメントについて実験した．



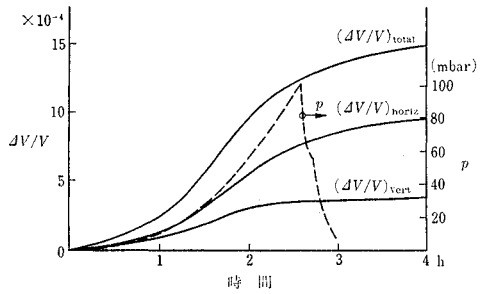
図—1 2 粒子間の水



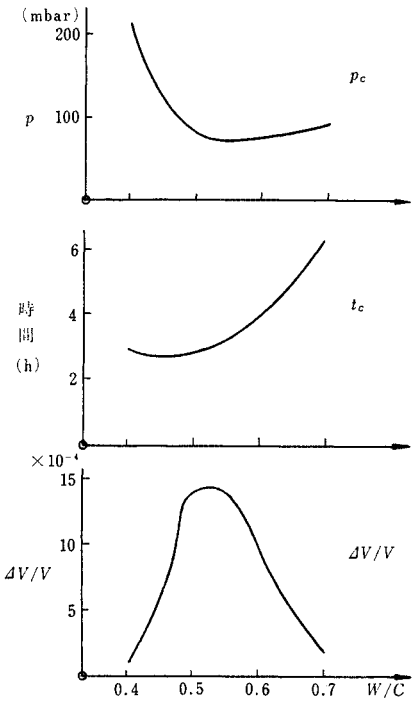
図—2 時間の関数としてのプラスチック シュリンケージと毛管圧



図—3 毛管圧の関数としてのプラスチック シュリンケージ



図—4 時間の関数としての全体積変化
（毛管圧の変化もともに示す）



図—5 水セメント比（W/C）が臨界圧 p_c，それに達する時間 t_c と体積変化 $\Delta V/V$ とに及ぼす影響

結果の代表例を図—2に示す．練り混ぜ後約1時間でコンクリート表面が乾燥し，練り混ぜ水中に毛管圧がゆっくりと形成され，約2時間後に増加速度はかなり大きくなり，3～4時間で最大に達する．この場合は92 mbarであった．その瞬間毛管圧は突然降下し，毛管中の水が不安定となり，再配置される．この最大圧は貫通圧ともよばれる．図—2から，最初の1，2時間は圧力と収縮の曲線はきわめて類似しているが，プラスチック シュリンケージは貫通圧に達した後水平になる．この例では約4時間後，一方向のプラスチック シュリンケージの全量は 0.75×10^{-3} に達した．ひずみと毛管圧の関係を図—3に，体積の時間的変化を図—4に示す．

貫通圧または臨界圧 p_c と臨界圧に達する時間 t_c はきわめて重要である．t_c が十分大で，フレッシュ コンクリートがすでにある程度の強度に達しているときにはあまり収縮は生じない．図—5には p_c, t_c と体積変化に及ぼす W/C の影響を示す．W/C が0.4から0.5になると，収縮は急激に増加し，約0.52で最大に達した後，さらに水が増すと収縮は減少する．

プラスチック シュリンケージは，ひびわれが避けられれば，一面では締め固め効果をもち，硬化したコンクリートの力学的性質を改善する．乾燥した表面を再び湿らせると，収縮は停止する．フレッシュ コンクリートの表面を最初の1，2時間だけ薄い水膜で覆えば，ひびわれを容易に防ぐことができる．低い W/C では，いったん表面が乾燥すると，曲率半径は小となり，式(1)から毛管圧が上昇する．t_c は配合の水量に依存する．

（河角 誠：電力中央研究所 土木技術研究所）

原子力発電所の地下立地

"Underground Nuclear Power Plant Siting"
Watson, M.B., Kammer, W.A., Langley, N.P., Selzer, L.A. and Beck, R.L.
Nuclear Engineering and Design, Vol. 33, No. 3, pp. 269～307, September (1975)

（1） 序

本論文は，地下岩盤空洞中に軽水炉型原子力発電所を設置する場合の設計概念およびコスト増加に関する調査，検討の結果を要約したものである．

将来の電力需要の増加が予想されている反面，環境問題，安全性問題等の関係で，原子力の立地は複雑化した様相を呈している．敷地選定の方法とか，立地規準とかを変えないことには，十分な数の敷地が確保できない恐れがある．このような状勢から，原子力発電所の地下立地が提案されるわけである．

すでにヨーロッパでは，4基の原子炉が地下に設置されているが，いずれも小規模なもので，大型の商業用原子力発電所が地下に設置された例はない．そこで，地下立地に関する種々の問題点の整理，検討を行ってみた．

（2） 検討方針

現在，建設もしくは計画中の原子力発電所は，大部分軽水炉型である．したがって，検討対象は100万kW級軽水炉とし，かつ，地下設置にあたって，機器類は，従来のものがそのまま使用できるものとした．

また，発電所の一部を地上に，残りを地下に設置する案も考えられるが，今回は全体を4つの地下空洞に設置することにした．原子炉用空洞とタービン発電機用空洞は，他の2つに比べて大きく，スパンは約 30 m である．

（3） 構造検討

地下設置による利点の一つに，岩盤による放射性物質の格納性状の向上があげられる．このためには，事故時の空洞内圧による岩盤内クラックが，地表面まで貫通しないようにする必要がある．この観点から，空洞の内圧と規模，岩の性状をパラメーターとして，所要埋設深さを求める検討を行った．この検討の結果，所要埋設深さとして，45～60 m 必要であることがわかった．

次にライナーに関して，各種構造材料の検討を行ったところ，鉄筋コンクリートが最適であるとの結論が得られたので，さらにライナー所要厚について，岩の性状，地震荷重，空洞形状をパラメーターとして検討を行った．馬蹄形の空洞形状で，良好な岩の場合，コンクリートライナー厚は 150 cm 程度必要である．

さらに，事故時温度 160°C による温度応力を検討したところ，コンクリートに生ずる温度応力は 420 kg/cm² に達した．しかし，事故時温度は過渡的なものであるから，コンクリート表面から数 cm の範囲が劣化するだけで，コンクリートライナーの一体性を損なうものではない．

原子力発電所における耐震問題は，重要な問題ではあるが，今回，定量的な検討は行わなかった．

（4） 格納検討

適当なモデルによって，岩盤による事故時放射性物質の格納性状の検討を行った．空洞の形状は半径 17 m の球を仮定し，鋼製ライナーは考慮しなかった．浸透速度を求めるため，単純化した仮定を設け，岩盤の空隙率，浸透係数をパラメーターとして，時間と浸透面の位置の関係を求めた．これによると，浸透面が 60～70 m 移動するのに要する時間は，放射性物質の半減期に比べて相当長い．しかも，モデルは浸透速度が大きくでるような仮定を設けているのであるから，放射性物質が大気中に洩れでることはなく，格納は完全であるといえよう．

（5） コ ス ト

地下式原子力発電所のコスト算定にあたって，地上設置の原子力発電所に比してのコスト増加分を求めることにした．このコスト増は，地下空洞の建設費，すなわち掘削費用とコンクリートライナー費用に集約される．その他にも地下式発電所のコストを増減させる要素は，いくつかあるが，これらは地下空洞建設費に比べて小さい．

コスト算定にあたって，1971 年の物価を基準にした．この時点で，100 万 kW 級軽水炉型原子力発電所の建設費は 75 000～90 000 円/kW である．

それぞれの単価をもとに，コスト増を算出した結果は，岩盤が良好な場合で 41～53 億円，岩盤がそれほどよくない場合で 71～100 億円で，地上設置の原子力発電所の建設費に対して，6～11% 程度の増加となる．

（小谷健一：鹿島建設（株）原子力室）

交通施設によるインパクトの計量

"Quantifying Impact of Transportation Systems"
Smith, W.L.
Proc. of A.S.C.E., Vol. 100, No. UP 1,
pp. 79～91, March (1974)

プロジェクトの評価は，環境要素も含めた資源配分の問題としてとらえることが必要である．そのためには，これまでの多くの評価が，貨幣価値への換算による経済的アプローチのみによっていたのに対し，評価すべき要素を拡大し，プロジェクトによって影響を受けるすべての要素を考慮に入れることが必要である．

しかし，評価対象要素を拡大することは，その計量方法，評価方法等があいまいな多くの要素をかかえることになり評価そのものを難しくするという問題点もかかえている．しかし，これまでに多くの調査研究がなされ個別要素ごとの計測，評価方法等は，かなり明確になってきている．残された問題は，これらを統合し，一つの評価尺度で評価する方法の確立である．

この問題を解決するためには，無次元化を扱う数学的方法と，プロジェクトによる影響のプラスとマイナス（資源の獲得と損失）を扱うことのできる評価法が必要である．

そこで，本論文では，確率論の導入を図り，それぞれの資源に関する需要確率と供給確率の観点からプロジェクトを評価する方法を試みた．

すなわち，この考え方は，ある資源（評価対象要素）の重要さは，その資源に関する需要と供給の関係によって決定され，需要が高く，供給量が低いほどその価値は高い，という判断に立っている．**表—1** は，こうした考え方を示したものであり，ある資源の価値は，供給の確率と需要の確率の積によって決定される

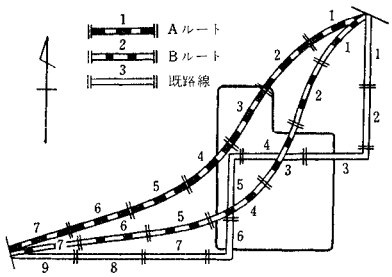
ことを示している．

表—1

	（1）需要の確率（たとえば何人の人が必要と考えるか）	（2）供給の確率	(1)×(2) 価　値
資源A	0.8	0.5	0.40
資源B	0.7	0.9	0.63

—交通計画への適用例—

上記の考え方を交通計画の評価に適用したものが**表—2** である．ここでは，**図—1** に示されたとおり，既存の路線のほか，A, B の2ルートが代替ルートとして計画されており，計3ルートについての評価を行っている．また，評価対象項目は，**表—3** のとおりである．



図—1

評価は，**表—3** の各項目ごとに，供給確率および需要確率を算出し，その積として，Social Cost を算出し，これをもとに評価を行っている．総合評価は，各要素ごとの Social Cost が無次元化されているため，単純にこれらの値の和にもとづいて行われている（**表—2** 参照）．

表—2

要　素（1）	Aルート（2）	Bルート（3）	既路線（4）
農　業	1.9×10^{-6}	1.9×10^{-5}	1.0
自然保護	9.1×10^{-3}	9.5×10^{-4}	1.0
分　断	1.0×10^{-3}	8.6×10^{-4}	1.0
騒　音	1.0×10^{-2}	8.9×10^{-4}	1.2×10^{-8}
移　転	1.5×10^{-2}	1.6×10^{-5}	1.0
トラベルタイム	1.8×10^{-3}	1.0×10^{-3}	2.4×10^{-8}
コ　ス　ト	5.0×10^{-6}	6.0×10^{-6}	8.0×10^{-1}
モード分担	6.1×10^{-2}	1.4×10^{-2}	2.0×10^{-5}
景　観	2.1×10^{-2}	3.2×10^{-2}	4.5×10^{-3}
安　全	1.5×10^{-2}	1.8×10^{-2}	5.1×10^{-6}
合　計	4.5×10^{-28}	1.1×10^{-33}	1.0×10^{-29}

表—3　評価項目

Ⅰ．環境影響項目
- 農業——土壌タイプ，分断によるダメージ等
- 分断——横断する路線数，地域境界等
- 移転——移転施設の利用度
- 騒音——騒音の大きさ
- 自然保護——保護すべきタイプ別数量

Ⅱ．施設そのものに対する項目
- 景観——道路および道路からの景観
- コスト——建設コストおよび維持・修繕コスト
- モード分担——モード相互の分担
- トラベルタイム——ゾーン間のトラベルタイム
- 安全性——事故件数

なお，供給確率，需要確率および Social Cost は，次のように決めている．

・供給確率—各ルートを同距離の区間に分割し，評価要素に影響する区間の全区間に対する比率
（例えば，区間のうち2区間が影響を与えれば，供給確率は 2/14=0.143）

・需要確率—各要素ごとの需要曲線によって決定．
（なお，需要確率は，需要がない場合の確率として計算されている）
（注：具体的な決め方は述べられていない）

・Social Cost—（供給確率）×（需要確率）
Social Cost は，需要確率が需要0の確率として算出されているため，1に近いほど，資源への悪影響がないと評価される．

以上，確率手法の導入によるプロジェクトの総合評価手法について述べた．現在，多くのプロジェクトが環境問題等によりその実行にブレーキがかけられており，当該プロジェクトによる環境への影響の程度および，プロジェクトの必要性についての説得力ある説明が要求されている．

こうした要求に応えるためにも，早急にプロジェクトの総合評価手法を確立することが必要となっている．

（小沢一郎：建設省土木研究所 千葉支所）

好評発売中●限定出版　A 4・196 頁　14 000 円　会員特価 12 600 円（〒 300 円）

斜張橋資料集成

1．概説　2．斜張橋一覧　3．斜張橋文献一覧　4．文献抄録

●お申込みは全国主要書店または土木学会へ●