II－11　無制約最小化反復法（SUMT法）による単純活荷重合成桁の最適設計

長崎大学工学部　正員　小西保則
学生員　○北野利郎

1．まえがき　電子計算機と共にオペレーションズ・リサーチ（OR）の手法を応用して合成桁の最適設計を行ない　その結果を得ることを目的とした。ORの手法としては　非線形計画法の一方法であるSUMT法を用い　それと共に　SUMT法で新たに定義する罰金関数を最小化するため　ORの一手法である最大傾斜法を用いた。そして　最適設計を行なう場合に　SUMT法が適当であるかないか　または　その手法の長所短所について研究することを　本来の目的とした。

2．SUMT法の概略　罰金関数を新たに定義して制約条件のない極値問題にし　常に領域内で近似値を高めていく方法である。そして　この方法の特徴は　全体的最適を得る可能性を増大させていることである。いま，制約条件式g，目的関数fを　それぞれ

$$g_i(x) \geqq 0 \qquad (i=1,2,\cdots,m)$$
$$Z=f(x) \longrightarrow min$$

とすると　罰金関数Pは次式で

$$P(x,r_k)=f(x)+r_k\cdot\sum_{i=1}^{m}\frac{1}{g_i(x)} \longrightarrow min$$

定義される。

3．最大傾斜法の概略　なるべく早く最低点に達するためには　谷の等高線に直角な方向に進めばよく　同様な手法を最大傾斜法では用いている。いま，変数の歩みをΔtとすると　点(x^k)から次に達する点(x^{k+1})は

$$x_j^{k+1}=x_j^k-\left(\frac{\partial P}{\partial x_j}\right)_{x^k}\cdot\Delta t$$

で求められる。

（イ）Δtが大きくて領域外へ出る場合；　最大傾斜法の一方法である直接微分傾斜法で　領域に直角な方向に逆もどりさせた。このときに用いるもどり量には　十分大きな値を与えたが　このように変数が多数ある場合には　各変数を確実に領域内に逆もどりさせるため　必要なことであると思われた。

（ロ）ほとんど許容領域上になる場合；　これは　偶然に起こり　しかも解決の困難な計算上の問題点であった。原因は　計算で一律にΔtの値を決めているためだが　Δtを状況により適当な値に直すようにして解決した。その方法は　$(\partial P/\partial x)$の大きさに　任意に上限と下限を設け　この限界を超えれば　たとえ　それ以後の計算が「理想的」に行なわれても　変数の最終的が得られないと判断して　Δtの値を幾分小さくし　境界から遠ざけたのである。また　最適設計では最小値問題を取扱うので　$(\partial P/\partial x)$の最大値$(\partial P/\partial x)_{max}$が存在しているとみなしてよい。実際に，計算では　$(\partial f/\partial x)_{max}\fallingdotseq(\partial P/\partial x)_{max}$となった。また，$(\partial f/\partial x)_{max}$の値は　比較的容易に知ることができるので　先程の関係式により$(\partial P/\partial x)_{max}$の値を推定し　この値を用いて「理想的に収束する」場合を想定した。しかし　それ以後の計算がどのように変化して行くかを見通して　正確に判断することは困難だといってよく　ここでは　実際に計算をした結果を見ながら不適当と思われる場合には　係数により補正した。

4．設計条件　支間 30m，幅員 9.5m の単純活荷重合成桁を一等橋として設計する。また次の各寸法を一定とした。

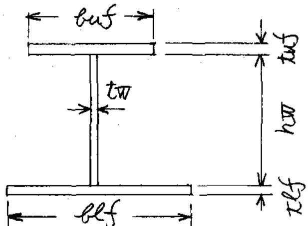
主桁本数　4本　,　主桁間隔　2.7m　,　床版厚　18cm
舗装厚　5cm

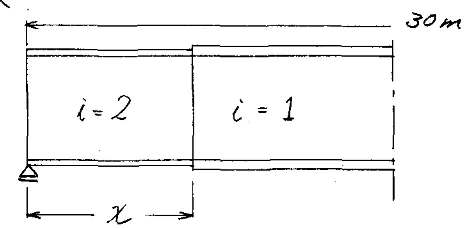
また M_S；合成前 鋼ゲタに作用するモーメント，M_V；合成後 合成桁に作用するモーメント とすると 中桁の支間中央でのモーメントは

$$M_S = 18933750\ \mathrm{kg\cdot cm} \quad , \quad M_V = 30318750\ \mathrm{kg\cdot cm}$$

である。また 上フランジにはSM41を 腹板，下フランジには SM50を使用する。

5．合成桁設計のための制約条件式及び目的関数





変数は次の通りである。
buf_i；上フランジ幅　,　tuf_i；上フランジ厚
hw；腹板高　,　tw；腹板厚
blf_i；下フランジ幅　,　tlf_i；下フランジ厚
x；支点より断面変化する点までの距離

σ_{SOi}，σ_{SUi}；鋼ゲタに作用する圧縮力及び引張力，fS_i；鋼ゲタの断面積 とし また 鋼桁には コンクリート の収縮による影響があるものとする。

制約条件式 $g_{i,j}(x) \geqq 0$ $(i=1,2)$ と目的関数Zは次の通りである。

$\sigma_{SO1} \leqq 1300\ \mathrm{kg/cm^2}$,　$\sigma_{SO2} \leqq 1300 \times 1.15/1.4\ \mathrm{kg/cm^2}$
$\sigma_{SU1} \leqq 1900\ \mathrm{kg/cm^2}$,　$\sigma_{SU2} \leqq 1900 \times 1.05/1.1\ \mathrm{kg/cm^2}$
$buf_2 \geqq 15\mathrm{cm}$,　$tuf_i \leqq 30\ \mathrm{cm}$
$tuf_i \geqq (buf_i - tw)/20$,　$tuf_2 \geqq 1.0\ \mathrm{cm}$
$tuf_i \leqq 3.0\mathrm{cm}$,　$buf_i \leqq blf_i$
$blf_i \leqq 60\ \mathrm{cm}$,　$tlf_i \geqq tuf_i$
$tlf_i \leqq 4.0\mathrm{cm}$,　$hw \geqq 110\ \mathrm{cm}$
$hw \leqq 250\mathrm{cm}$,　$tw \geqq 0.8 \times hw/175$
$tw \leqq 3.0\ \mathrm{cm}$,　δ(たわみ) $\leqq 3000\ \mathrm{cm}/500$
$x \leqq 1500\mathrm{cm}$,　$buf_i \leqq tw + 24 \times tuf_i$
$blf_i \leqq tw + 30 \times tlf_i$,　$buf_1 \geqq buf_2$
$tuf_1 \geqq tuf_2$,　$blf_1 \geqq blf_2$
$tlf_1 \geqq tlf_2$

$Z = \rho \times 2 \times \{fS_1 \times (1500\mathrm{cm} - x) + fS_2 \times x\}$ ………目的関数

ρ；鋼材の比重

しかし 計算の都合上 変数は その最大値で割って無次元化した。そのため 制約条件式及び目的関数もまた無次元化した変数を用いるために 変数変換した。

5．結果　計算結果については 当日 発表します。