

東北大学工学部 学生員 ○菊地 身智雄

東北大学工学部 学生員 深海 正彦

東北大学工学部 学生員 柴原 徹郎

1 まえがき

現在、確立が急がれている限界状態設計法の1つとして、部分安全係数法がある。この方法では、複数の部分安全係数で構造物の安全係を保証しようとしており、従来の許容応力度設計法のように、1つの安全率によって安全を保証しようとする方法に比べて、各種限界状態に対し、合理的に安全性を保証できる利点がある。本研究では、部分安全係数法の確立のための基礎的資料を得ることを目的とし、純曲げのみを受ける単鉄筋T型桁橋を解析対象とし、自動車荷重の実態調査の結果を基に、実用的部分安全係数算定を試みた。

2 解析フロー

本解析におけるフローチャートをFig-1に示す。入力としては、軸方向引張鉄筋断面積(A_s)以外の断面諸元及び荷重に関するデータを与え、目標とする破壊確率を達成する A_s をくり返し計算により求める。

3 解析対象橋梁に関する各種データ

本研究においては、スパン長8~24m, 2車線~6車線の単鉄筋T型桁橋のみを解析対象とし、桁の断面はFig-2のように設定した。これらの断面諸元は、現在宮城県において架設されているRC橋のデータを集計し、分析した結果を基に決定したものである。更に、橋面上には5cm厚のアスファルト舗装を考えた。次に、解析に用いた各種変数のデータを表-1に示す。なお、これらの変数は全て正規分布に従うとした。

4 活荷重

活荷重としては、自動車列荷重のみ考え、完全渋滞時を想定した。このデータは、建設省で行なった自動車荷重の実態調査の結果を参考にして、表-2のように設定した。ただし、これらのデータは自動車列荷重によって橋梁に生ずる断面力と、L-20荷重による断面力との比の形で表わされている。なお、分布形は極値I型最大値分布に従うとし、活荷重の特性値としては、L-20荷重に衝撃荷重を加えたものとした。

5 解析に用いた限界状態式

本解析で考慮する限界状態は、純曲げによる終局限界状態のみとし、G-関数は(1)式で与えた。

$$G = \phi_R \{ A_s \phi_s (d - A_s \phi_s / 1.7 \phi_c b) \} - (M_L + M_D) \quad \dots (1)$$

(1)式の ϕ_R は耐力に関する主観的不確定要因を考慮するための耐力修正係数である。 M_L は活荷重による最大曲げモーメント、 M_D は死荷重による最大曲げモーメントである。この時設計フォーマット式は(2)式で表わされる。

解析フローチャート

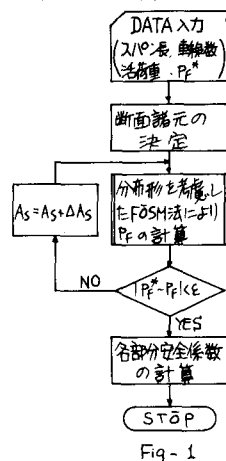
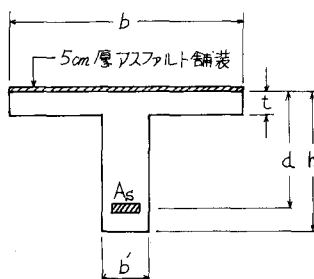


Fig-1



$$\begin{aligned} b &= 180 + (L-8) \times 10 \text{ (cm)} \\ &\quad [8 \leq L \leq 12] \\ b &= 220 \text{ (cm)} \\ &\quad [12 < L] \\ d &= 80 + (L-8) \times 5 \text{ (cm)} \\ h &= 90 + (L-8) \times 5 \text{ (cm)} \\ t &= 20 \text{ (cm)} \\ b' &= 45 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

* Lはスパン長(m)

Fig-2 断面諸元

表-1 耐力に関する入力データ

	平均値	特性値	変動係数
コンクリート圧縮強度	29.5 N/cm ²	24.0 N/cm ²	10 %
鉄筋(SD30)引張強度	3850 N/cm ²	3000 N/cm ²	6 %
コンクリート単位体積重量	2.5 ton/m ³	2.5 ton/m ³	2 %
アスファルト単位体積重量	2.4 ton/m ³	2.3 ton/m ³	1 %
部材寸法(150cm以下)	—	—	2 %
部材寸法(150cm以上)	—	—	1 %
耐力修正係数 ϕ_R	1.05	1.0	9.3 %

$$\frac{\sigma_{sk}}{f} \cdot f(\frac{\sigma_{ck}}{\gamma_{mc}}, \frac{\sigma_{sk}}{\gamma_{ms}}) \geq \gamma_L' M_L + \gamma_D' M_D \quad \dots (2)$$

ここで、 $\gamma_L = \gamma_L' \cdot \gamma_{sk}$, $\gamma_D = \gamma_D' \cdot \gamma_{sk}$, さらに $\sigma_{sk} = 1$ を考慮し (2) 式は (3) 式のように変形される。

$$f(\frac{\sigma_{ck}}{\gamma_{mc}}, \frac{\sigma_{sk}}{\gamma_{ms}}) \geq \gamma_L \cdot M_L + \gamma_D M_D \quad \dots (3)$$

f: 曲げ終局耐力算定式

γ_{mc} : コンクリート強度に対する設計用部分安全係数

γ_{ms} : 鉄筋強度に対する設計用部分安全係数

γ_L : 活荷重に対する設計用部分安全係数

γ_D : 死荷重に対する設計用部分安全係数

6 結果と考察

① スパン長の変化に関して

スパン長による活荷重と死荷重の比 (以下 Live/Dead と呼ぶ) の変化を Fig-3 に示し、部分安全係数の変化を Fig-4 に示す。Fig-4 より、 γ_{mc} , γ_{ms} , γ_L はほぼ一定であることがわかる。 γ_D はスパン長が長くなるとわずかに大きくなる。これは Fig-3 からわかる通り、スパン長が長くなると Live/Dead が小さくなり、限界状態に与える影響が、活荷重に比べて死荷重の方が大きくなるためである。

② 車線数の変化に関して

車線数による Live/Dead の変化を Fig-5 に示し、部分安全係数の変化の一例を Fig-6 に示す。Fig-6 より、 γ_{mc} , γ_{ms} , γ_D はほぼ一定であることがわかる。 γ_L は車線数が増えるとき大きくなる。これは、車線数が増加すると、活荷重の特性値が小さくなるためである。

③ 破壊確率の変化に関して

①, ② は、目標とする破壊確率を 10^{-3} とし解析を行ったものであるが、破壊確率を $10^{-3} \sim 10^{-7}$ と変化させたときの各設計用部分安全係数の変化を Fig-7 に示す。

Fig-7 より破壊確率が小さくなると、各設計用部分安全係数は大きくなるが、これは、より小さい破壊確率を得るためには、各変数の設計値として、より安全側の値をとらなければならないためである。

ア あとがき

以上の解析により次のことがわかる。

① γ_{mc} , γ_{ms} , γ_D は、スパン長、車線数によってほとんど変化しない。

② γ_L は車線数によって大きく変化するので、 γ_L を決定する際には、車線数を考慮する必要がある。

③ 各設計用部分安全係数は破壊確率が変化すると、大きく変化するので、今後より合理的な方法で、目標とする破壊確率を評価、設定する必要がある。

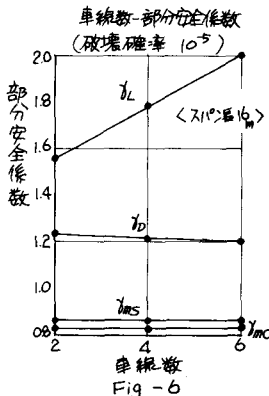
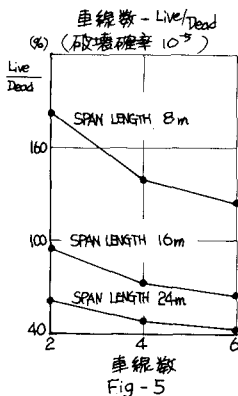
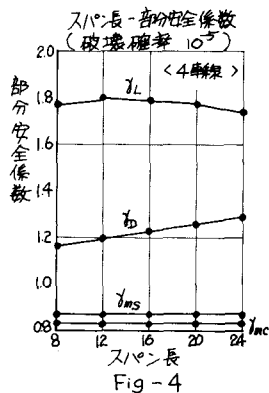
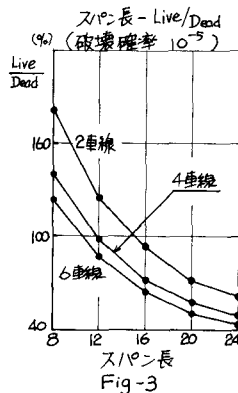
(参考文献 建設省土木研究所資料 第1701号 設計活荷重に関する研究)

表-2 活荷重入力データ

	M/M ₂₀ の平均値	変動係数 (%)
2 車線	0.673 ~ 0.672	23.3 ~ 25.9
4 車線	0.669 ~ 0.679	29.6 ~ 31.4
6 車線	0.664 ~ 0.685	35.8 ~ 36.6

M: 断面に生ずる最大曲げモーメント

M₂₀: L-20 荷重による最大曲げモーメント



破壊確率 - 部分安全係数

