

設計 3 手法

T. Y.

1. まえがき

構造物を設計する手法として一般的に用いられているのが下記の3種である。

- 「許容応力度設計法」
- 「限界状態設計法」
- 「性能照査型設計法」

これら設計法の基本的な考え方・特徴などを述べるとともに計算例を示して、設計従事者の理解を深めるとともに、実設計における品質向上・効率向上に役立てたい。

2. 現 況

道路橋の設計には、現在「許容応力度設計法」が用いられている。また、鉄道橋の設計においても10年前まではもっぱらこの手法であったが、新設橋を対象に「限界状態設計法」が取り入れられ、平成21年には「性能照査型設計法」にかかわる基準書が発刊され、現在、同法への過渡期にある。

主な規準書

- ・ 道路橋示方書 I ~ V (H24. 日本道路協会) 「許容応力度設計法」
- ・ 国鉄建造物設計標準 (S58. 土木学会) 「許容応力度設計法」
- ・ 鉄道建造物等設計標準-鋼・合成 (H12. 鉄道総研) 「限界状態設計法」
- ・ 鉄道建造物等設計標準-鋼・合成 (H21. 鉄道総研) 「性能照査型設計法」

3. 各手法の概要

① 許容応力度設計法

載荷されるすべての荷重を均等に評価し、これら荷重組合せに釣合う構造材を配置するが、設計された構造物の安全を保つために、使用材料の基本強度を安全率：Fで除している。鋼・コンクリートなど使用材料に対する信用度については安全率を変え、また風・地震など、まれに生ずる作用力に対しては、許容応力度を割増して対処している。

ただ橋が大きくなるにつれ、橋梁寿命中、絶対変わり得ない死荷重と、事情により増減する活荷重を同列に扱って良いのかの疑問はあった。

② 限界状態設計法

死荷重・活荷重などの載荷重に将来的な変動を見込み、使用材料・解析手法などに対する信用度を評価し、これに総合的な安全率を重ねて使用材料の限界強度（降伏点強度）と比較する設計法である。現在、鉄道橋の規準書で用いられているこれらの安全係数は、荷重係数： γ_f 、構造物解析係数： γ_a 、材料係数： γ_m 、部材係数： γ_b 、構造物係数： γ_i であり、これら5つの安全率を掛け合わせたものが、許容応力度法の安全率：Fに相当する。

③ 性能照査型設計法

②「限界状態設計法」と基本的な考え方は変わらないが、鋼材の規準強度がJIS規格にならう形で、板厚区分によって異なる。用いる安全係数も、作用係数： γ_f 、構造物解析係数： γ_a 、材料係数： γ_m 、部材係数： γ_b 、構造物係数： γ_i であり、特段変わった訳ではないが構造物の性能を確認する目的で性能照査する項目が増加している（下表参照）。特に、耐疲労性の照査において繰返し数の影響を考慮するための簡易式が使えず「累積疲労損傷度」そのものによって照査するため、混用載荷物（機関車と電車）の本数ならびに実重を評価する必要が生じている。

荷重の組み合わせ 【標準第I編 4.5 解説表 4.5.1】

要 求 性 能	性能項目	作用の組合せ	適 用
安全性	耐荷性	① $\cdot 1.0D+1.1L+1.1I+1.1C+ \{LR\} + \{T\}$	最大作用を与える組合せにより照査を行う (6.4, 6.5)
		② $\cdot 1.0D+1.1L+1.1I+1.1C+ \{LR\} + \{LF\} + \{W\}$	
		③ $\cdot 1.0D+1.1L+ \{LR\} + \{B\} + \{W\}$	
		④ $\cdot \{LR\} +1.1B \text{ or } 1.1LR+ \{B\}$	
		⑤ $\cdot 1.1LF+ \{W\}$	
		⑥ $\cdot 1.1B+ \{W\}$	
	安定性	⑦ $\cdot 1.0D+1.1L+1.1C+1.0W$	§8. 安全性(桁の安全性)の照査による
		⑧ $\cdot 1.0D+1.1L+1.1C+1.0W$ (転倒、空車時)	
		⑨ $\cdot 1.0D+1.2W$	
	耐疲労性	⑩ $\cdot 1.0D+1.1L+1.1I+1.1C$ (疲労限の照査)	照査を行う (6.4, 6.5)
		⑪ $\cdot D+L+I+C$ (繰返し数を考慮した照査)	
走行安定性	⑫ $\cdot [D]+L+I+[C]$ (列車荷重によるたわみ)	照査を行う(6.4, 6.5)	
	⑬ $\cdot [D]+L+I+[C]$ (列車荷重によるたわみ)		
使用性	乗り心地	⑬ $\cdot [D]+L+I+[C]$ (列車荷重によるたわみ)	照査を行う(6.4, 6.5)
復旧性	部材の損傷	⑭ $\cdot D+L+I+C+ \{LR\} + \{T\}$	※ 1
		⑮ $\cdot D+L+I+C+ \{LR\} + \{LF\} + \{W\}$	
		⑯ $\cdot D+L+ \{LR\} + \{B\} + \{W\}$	
	軌道の損傷	⑰ $\cdot [D]+L+I+[C]$	

4. あとがき

設計3手法の概要は3.にて述べたことにつきるが、設計書の構成は実際のものを目にしないと実感できないであろう。次ページ以降に3法の設計例を添付するので、それらを見て触れてそれぞれの特徴を感じ取ってもらいたい。また、鉄道下路トラス橋を3つの手法で設計する機会を得たので、これらの成果を有効に活用して作業効率を高めるとともに、活用を通じて表現法など改善すべきは改善して、よりスマートで高品質なフォーマットとしていきたい。