

土木構造物の設計法における許容応力度の変遷について

信州大学工学部 正 員 長 尚

信州大学工学部 学生員○川北司郎

信州大学工学部 正 員 小山 健

1. まえがき

日本における土木構造物の設計法は現行の許容応力度設計法から限界状態設計法に移行する趨勢にある。この移行を適切かつ効果的に行うためには、現行設計法の安全性の水準について評価することが必要である。現行設計法の安全性の水準を評価する上で、最も基本となる要因は許容応力度である。本文では、このような観点からこれまで日本の示方書等で採用された、鋼材、鉄筋の許容引張応力度及びコンクリートの許容曲げ圧縮応力度の変遷について述べ、若干の考察を加える。

2. 日本の示方書等における許容応力度の変遷

許容応力度等を定めた日本最初の示方書類の出現はいつ頃か、定かではないが、文献1), 2)による

表-1 示方書等における許容応力度の変遷

年	示 方 書 等	鋼材、鉄筋					コンクリート		
		引 張 強 さ σ_T (kgf/cm ²)	降 伏 点 σ_Y (kgf/cm ²)	許容引張応力度 σ_{Ta} (kgf/cm ²)	(σ_T/σ_{Ta})	(σ_Y/σ_{Ta})	圧 縮 強 度 σ_{CB} (kgf/cm ²)	許容曲げ圧縮強度 σ_{Ca} (kgf/cm ²)	$(\sigma_{CB}/\sigma_{Ca})$
1910 明治43年	道680号で用いられたもの (AREAの示方書)	4218 (60000lb/in ²)	2320 (33000lb/in ²)	1125 (16000lb/in ²)	3.75	2.06			
1912 明治45年	鋼鉄道橋設計示方書	4218 (60000lb/in ²)	2320 (33000lb/in ²)	1125 (16000lb/in ²)	3.75	2.06			
?	内務省	3867 (55000lb/in ²)	2320 (33000lb/in ²)	1125 (16000lb/in ²)	3.44	2.06			3.08
1914 大正3年	鉄筋コンクリート橋設計 心得	3867 (55000lb/in ²)	2320 (33000lb/in ²)	1055 (15000lb/in ²)	3.67	2.20	141 (2000lb/in ²)	42 (6000lb/in ²)	3.36
1926 大正15年	道路構造に関する細則	3900	2200	1200	3.25	1.83	141	45	3.13
1928 昭和3年	鋼鉄道橋設計示方書	3900	2200	1200	3.25	1.83			
1931 昭和6年	土木学会鉄筋コンクリート 標準示方書	3900	2200	1200	3.25	1.83		$\sigma_{CB}/3$ 65以下	3以上
1939 昭和14年	鋼道路橋設計示方書	4100	2300	1300	3.15	1.77		$\sigma_{CB}/3$	3
1940 昭和15年	土木学会鉄筋コンクリート 標準示方書	4100	2300	1200	3.42	1.92		$\sigma_{CB}/3$ 70以下	3以上
1940 昭和15年	鋼鉄道橋設計示方書	4100	2300	1200	3.42	1.92			
1956 昭和31年	土木学会鉄筋コンクリート 標準示方書	3900 4100 4900 5000	2400 2300 3000 2800	1400 1400 1600 1600	2.79 2.93 3.06 3.13	1.71 1.64 1.88 1.75		$\sigma_{CB}/3$	3
1956 昭和31年	鋼鉄道橋設計示方書	4100	2300	1300	3.15	1.77			
1956 昭和31年	鋼道路橋設計示方書	4100	2300	1300	3.15	1.77		$\sigma_{CB}/3$	3
1959 昭和34年	鋼鉄道橋設計示方書	4100 5000 5500	2300 3200 3600	1300 1800 2000	3.15 2.78 2.75	1.77 1.78 1.80			
1964 昭和39年	鋼道路橋設計示方書	4100 5000 5000	2300 2800 3200	1400 1700 1900	2.93 2.94 2.63	1.64 1.65 1.68		$\sigma_{CB}/3$	3
1967 昭和42年	土木学会鉄筋コンクリート 標準示方書	3900 4900 4900 5000 5000 5700	2400 3000 3000 3500 3600 4600	1400 1600 1800 2000 2100	2.79 3.06 2.72 2.50 2.71	1.71 1.88 1.67 1.75 1.90		$\sigma_{CB}/3$	3
1970 昭和45年	鋼鉄道橋設計示方書	4100 5000 5300	2400 3200 3600	1400 1900 2100	2.93 2.64 2.53	1.71 1.68 1.71			
1972 昭和47年	道路橋示方書	4100 5000 5000 5000 5300 5800	2400 2800 3200 3600 3600 4600	1400 1700 1900 2100 2100 2600	2.93 2.94 2.63 2.36 2.52 2.23	1.71 1.65 1.68 1.71 1.71 1.77			

注 (1) アンダーラインは推定であることを示す。(2) 1970年以降の降伏点は基準値を用いている。

と、明治43

年頃の様

である。以

来今日まで

の、鋼材・

鉄筋の引張

強さ、降伏

点、許容引

張応力度、

材料安全率

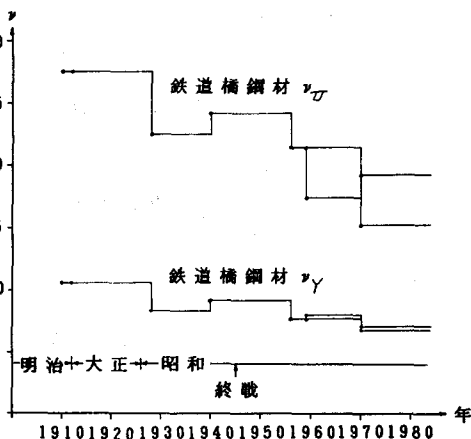


図-1 鋼材（鉄道橋）の材料安全率の変遷

及びコンクリートの圧縮強度、許容曲げ圧縮強度、材料安全率の変遷について纏めたものを、表-1に示す。なお示方書等

の改正年総てについて挙げてはいない。鋼鉄道橋、鋼道路橋、鉄筋コンクリート毎に許容応力度に変更・追加があったものについてのみ挙げてある。又一部の値等には著者等の推定が入っていることを断っておく。

3. 考察

図-1～3に材料安全率の変遷を示す。これらの図から次のことが判る。【(1) 鋼材・鉄筋の引張強度に対する安全率は3.7 (過去最高)～2.6 (現行平均) (2) 鋼材・鉄筋の降伏点に対する安全率は2.2 (過去最高)～1.7 (現行平均) (3) コンクリートの圧縮強度に対する安全率は3.3 (過去最高)～3.0 (現行)】

以上のことは、日本において初めて許容応力度が示方書類で規定されて以来この約75年間、“強度に対する安全率は略3、降伏点に対する安全率は略2”という考え方が意外に変わっていないことを示している。この間の設計・施工技術の進歩、特に最近のコンピュータの利用による設計計算内容の厳密化、品質管理による使用材料の品質向上等を考慮すると、土木学会の研究討論会でも指摘した⁷⁾ように、これまでにもっと材料安全率は低くされるべきであったように思う。新しい設計法の安全性の水準は、前に指摘したような安全性の改善を考慮に入れると共に、このことも考慮に入れて、現行の安全性の水準より思い切って低くすべきであろう。

参考文献 1) 日本国有鉄道：土木建造物取替の考え方，日本鉄道施設協会，1974. 2) 田上為己：鉄筋コンクリート橋の歴史，1979. 3) 高坂紫朗：鉄道防災改良施工法，三報社，1955. 4) 吉田彌七：コンクリート及び鉄筋コンクリート汎論，丸善，1939. 5) 成瀬勝武：橋梁工学，誠文堂新光社，1935. 6) 永田年：鉄筋コンクリート設計法，アルス，1936. 7) 野口功，伊藤学：構造設計示方書における安全性照査の方法，土木学会誌第67巻第4号，1982. 8) 長尚：限界状態設計法の採用による経済性の改善について，第27回構造工学シンポジウム論文集，1981.

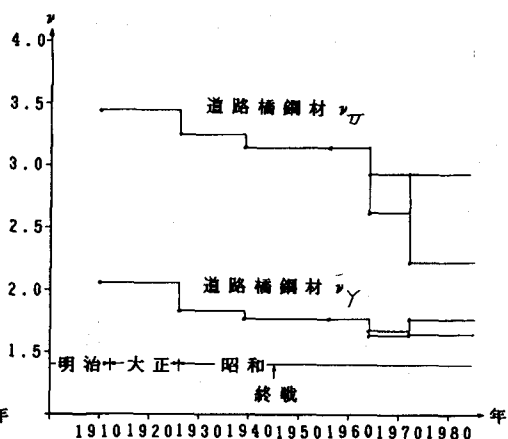


図-2 鋼材（道路橋）の材料安全率の変遷

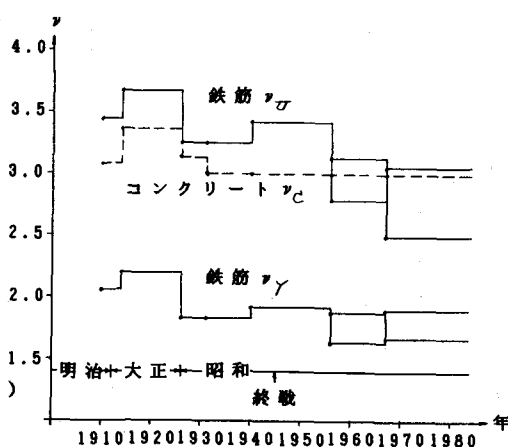


図-3 RCの材料安全率の変遷