

(V-31) 限界状態設計法によるP R C桁断面の研究

J R東日本 東京工事事務所 正会員 ○有川貞久
 J R東日本 東京工事事務所 正会員 大石辰雄
 J R東日本 東京工事事務所 正会員 橋本谷弘司

1. 研究の目的

限界状態設計法に基づいて、P R C鉄道桁の設計を行い、「曲げ」に着目しながら、補強鋼材量と桁高の関係、限界状態設計法における各限界状態（使用限界状態、疲労限界状態、終局限界状態）毎の断面形状の違いによる特性を明らかにすることによって、最適なP R C桁の断面を追求する。

2. 検討の方法、検討ケース

検討の方法としては、変動要因を少なくするため、P C鋼材は3本、鉄筋は1段配筋、コンクリート強度は $\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ とした。その他の共通条件としては、複線、6主桁、スパン30m、列車荷重E A-17、1級線、スラブ軌道である。終局限界状態時の荷重係数は、自重、活荷重が1.1、死荷重は1.2である。検討ケースについては、桁高、断面形状の違いにより全部で20ケースのT桁を設定した。検討を行なう上で考慮した点は以下の2点である。

- ① 全静荷重作用時の下縁の引張応力度が制限値（桁高1.6mの場合、 -26.8kgf/cm^2 ）に近づくようにP C鋼材の緊張力を定める。
- ② 鉄筋量は施工性を考慮して少なくする（最低4本）。

図-1に桁断面図、表-1は、ケース設定及び計算結果を示す。

B-5ケースは、上記の条件では設計できず、全体では、19ケースとなった。

桁 高 (m)	ウI π 450 フランジ 300 (mm)	ウI π 450 フランジ 250 (mm)	ウI π 400 フランジ 300 (mm)	ウI π 400 フランジ 250 (mm)
1.7	A-1 D25-4 75 P C 疲労	B-1 D25-4 73 P C 疲労	C-1 D25-4 71 P C 疲労	D-1 D25-4 69 P C 疲労
1.65	A-2 D29-4 78 P C 疲労	B-2 D25-4 76 P C 疲労	C-2 D25-4 74 P C 疲労	D-2 D25-4 71 P C 疲労
1.6	A-3 D29-4 80 P C 疲労	B-3 D25-4 79 終局	C-3 D25-4 78 P C 疲労	D-3 D25-4 74 P C 疲労
1.55	A-4 D29-5 84 P C 疲労	B-4 D32-4 78 終局	C-4 D25-4 81 P C 疲労	D-4 D29-4 76 終局
1.5	A-5 D32-5 85 P C 疲労	B-5 — — —	C-5 D29-4 84 P C 疲労	D-5 D32-5 77 終局

表-1 ケース及び計算結果

※上からケース名、鉄筋サイズ及び本数、
 P C鋼材初期緊張力（単位： kgf/mm^2 /本）、
 断面決定の限界状態

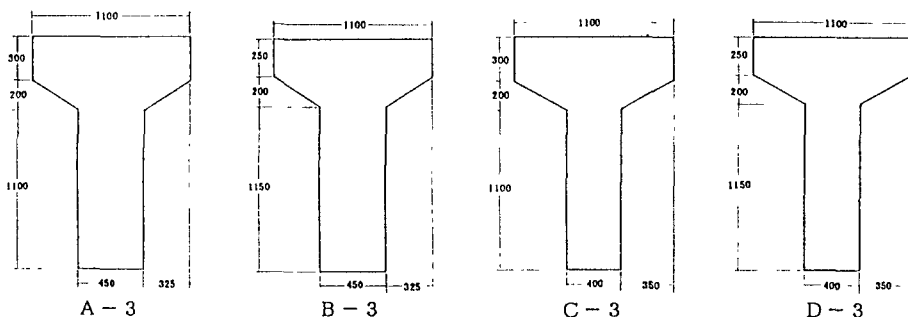


図-1 桁断面図

3. 結果の検討

3-1. 桁高と補強鋼材量

桁高と補強鋼材量の関係を図-2に示す。フランジ、ウェブの寸法に関係なく、桁高が高くなるにつれ、補強鋼材は減少する傾向がみられる。

3-2. 使用限界状態

ケースAの場合の使用限界時の計算値/制限値の値を図-3に示す。断面形状に関係なく、桁高が低くなれば、たわみが厳しくなり、逆にひび割れは桁高が高くなるほど厳しくなる。

図-4は、同じ桁高の比較である。フランジを薄くした場合ひび割れが厳しくなり、逆に、ウェブを細くした場合、計算値/制限値の値は小さくなる。たわみは、同一桁高の場合、断面積が小さくなるほど大きくなる傾向を示す。

3-3. 疲労限界状態

ケースDの場合の疲労限界状態時の計算値/制限値の値を図-5に示す。断面形状に関係なく、各値はPC鋼材、鉄筋、コンクリートの順で大きな値を示している。図-6は、同じ桁高の場合の比較を示す。各値ともほぼ同じ数値を示しており、ウェブやフランジ幅の違いは疲労についてはあまり影響を受けないことがいえる。

3-4. 終局限界状態

終局限界状態は、桁高を低くすると計算値/制限値が厳しくなる。表-1の結果より桁高が低くなると終局限界状態で断面が決まるものがあることから分かる。

4. まとめ

断面が決定されるための限界状態は、3つの限界状態において、計算値/制限値の値が最も大きくなった時の限界状態で断面が決まると考えてよい。その結果、断面はPC鋼材の疲労限界状態か終局限界状態で決定されることが明らかになった。また、桁高を低くした場合、桁のたわみの計算値/制限値の値も大きくなり、断面形状、コンクリート強度、桁高の条件によってはたわみによって断面が決まることもありうる。

以上より、限界状態設計法によってPRCのT桁を設計する場合の考慮すべき点は次の3点である。

- ① 使用限界状態における桁のたわみ、PC鋼材の疲労限界状態、終局限界状態を主に考慮する。
- ② フランジ、ウェブ幅のバランスを考慮する。
- ③ 桁高を低くし過ぎると鋼材量が増えるので桁高スパン比から適正な桁高を選択する。

[参考文献]

平成3年土木学会全国大会「PRC鉄道桁の補強鋼材量と限界状態について」大石ほか

平成3年PC技術協会シンポジウム「限界状態設計法によるPRC鉄道橋最適設計の一考察」大石ほか

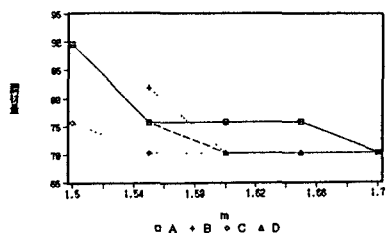


図-2 桁高と補強鋼材量

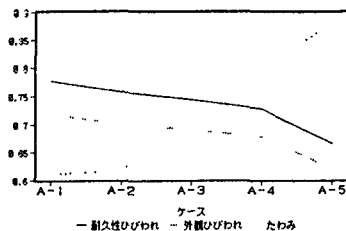


図-3 使用限界状態 (ケースA)

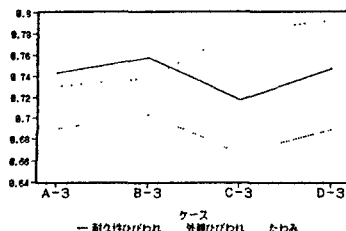


図-4 使用限界状態 (ケース3)

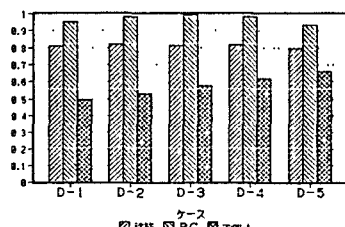


図-5 疲労限界状態 (ケースD)

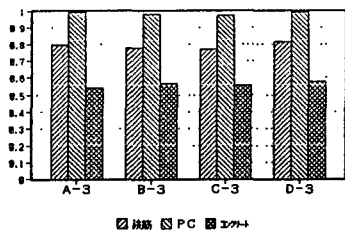


図-6 疲労限界状態 (ケース3)