

宇都宮大学大学院 学生員 津田守
 宇都宮大学 正会員 佐藤良一
 鉄道総合技術研究所 正会員 鳥取誠一
 オリエンタル建設(株) 正会員 手塚正道

1. まえがき

P R CはR CとP Cの長所を生かし得る構造部材であるため、近年その利用が注目され、変形やひび割れに関する研究も行われている。しかし、その研究の多くは単純はりに対するものである。このようなことから、著者らはP R C連続はりの短期および長期の変形やモーメントの再分配の予測方法を検討してきた。その中で、CEB-FIP MODEL CODE 1990(MC90)¹⁾に従ってテンションスティフニング効果を検討したが、変形を大きく評価する傾向があった²⁾。

そこで本研究は、テンションスティフニング効果を比較的高く評価する現行の土木学会の方法³⁾を用い、長期の変形やモーメントの再分配について検討した。

2. 実験概要

載荷実験に供したP R C供試体は20x25x400cmの矩形断面はりでその断面を図-1に、また供試体一覧を表-1に示す。これらの供試体は材齢9日にプレストレスを導入した後、材齢10日にグラウト注入を行い、材齢16日に持続載荷実験を開始した。載荷は図-2に示す方法で行った。両端の支点にはロードセルを、また中間支点上には反力の計測と垂直方向の変位調整が可能な治具をそれぞれ設置し、中間支点変位を常に一定値に保持して正確に反力を計測した。

コンクリートの載荷時材齢での圧縮強度、引張強度および弾性係数はそれぞれ407、26.2、 29.3×10^4 (すべて kgf/cm^2)であった。材齢350日における材齢28日の弾性係数を用いて求めたクリープ係数は載荷材齢9日の場合3.40、16日の場合3.00であり、乾燥収縮ひずみは、 540×10^{-6} であった。解析ではこれらの実測値を用いた⁴⁾。

コンクリートの載荷時材齢での圧縮強度、引張強度および弾性係数はそれぞれ407、26.2、 29.3×10^4 (すべて kgf/cm^2)であった。材齢350日における材齢28日の弾性係数を用いて求めたクリープ係数は載荷材齢9日の場合3.40、16日の場合3.00であり、乾燥収縮ひずみは、 540×10^{-6} であった。解析ではこれらの実測値を用いた⁴⁾。

3. 解析方法⁵⁾

本研究で行った解析はひび割れ発生領域のクリープ解析およびそれを用いた連続はりの解析の2つから構成される。クリープ解析では、コンクリートの応力履歴、乾燥収縮、載荷時材齢のクリープへの影響を考慮し、重ね合わせの原理を用いて行った。このクリープ解析は全断面有効領域とひび割れ発生領域に対して行い、ひび割れ発生領域においては現行示方書にしたがってテンションスティフニング効果を考慮し、CEB MC90の方法による結果および実測値と比較した。

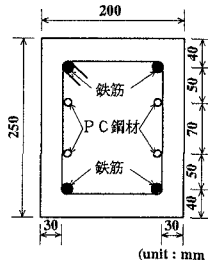


図-1 断面図

表-1 供試体一覧

供試体名	鉄筋	P C鋼材	載荷直前		
			緊張力 tf	鉄筋応力 kgf/cm ²	コンクリート 応力 kgf/cm ²
Dm16-7.4	4@Dm16	4φ7.4	12.1	-361(上) -357(下)	-19(上縁) -18(下縁)
Dm13-9.2	4@Dm13	4φ9.2	19.4	-554(上) -554(下)	-35(上縁) -35(下縁)
Dm13-11	4@Dm13	4φ11	29.3	-753(上) -784(下)	-52(上縁) -56(下縁)

Dm:溝切り鉄筋, *:計算値

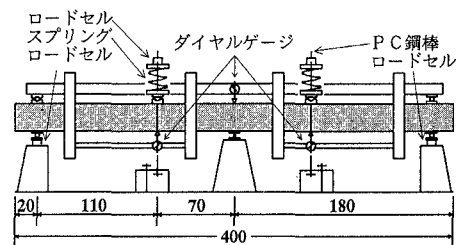


図-2 載荷状況図

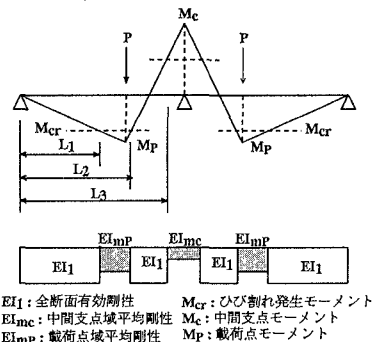


図-3 構造解析モデル

断面力の解析は、可能な限り単純化するため、図-3に示すように、ひび割れ発生モーメント以上のひび割れ発生領域に作用するモーメントの平均値を求め、これに対応する平均剛性を計算した。図-4は、上記の考え方に基づく解析のフローを示したものである。この方法により、長期の剛性を求めておけば、連続はりのように単純な構造であれば断面力分布が容易に解析解の形で得られる。

4. 結果と検討

図-5、6は弾性計算されたモーメントと実測および本解析法で求めたモーメントの比の経時変化を示したものである。実測による再分配は荷重後比較的早期の段階で急激に進行し、その後は漸増あるいは一定の傾向を示している。解析値は、示方書およびCEB MC90のどちらのコンクリートの引張剛性を用いた場合も、実測値と一致するか小さく評価する傾向がある。中間支点および荷重点の両方にひび割れが生じたDm16-7.4の場合には示方書の方法はCEB MC90より再分配を大きく評価し、実測値にも近い値を示す。しかし、プレストレスが大きくなり荷重点域でひび割れが生じなかったDm13-9.2とDm13-11の場合には、逆に再分配を小さく評価し、実測値との差も大きくなった。これは、示方書の方法により求めた平均剛性はより大きく、中間支点域と荷重点域の剛性差が、CEB MC90および実測の場合より小さかったためと考えられる。

最後に図-7はたわみ量の経時変化一例を示すが、この場合には示方書の剛性評価は妥当な結果を示している。プレストレスが大きい場合には多少大きく評価した。

5. 結論

現行示方書を用いた計算値は、再分配については実測値とほぼ一致するか小さく評価し、たわみについては一致する傾向を示した。CEB MC90の方法を用いた計算値は、再分配については実測値とほぼ一致するか小さく評価し、たわみについては大きく評価する傾向を示した。これらのことから、中間支点と荷重点の剛性差が大きく、かつ全体としての剛性が現行示方書と同等あるいはそれ以上になれば、実測値一致する方向にいくと思われる。

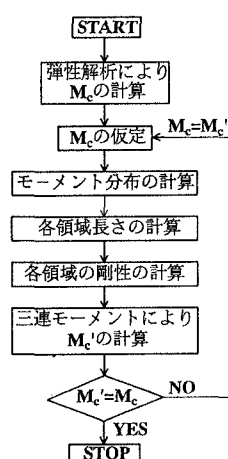


図-4 解析フロー

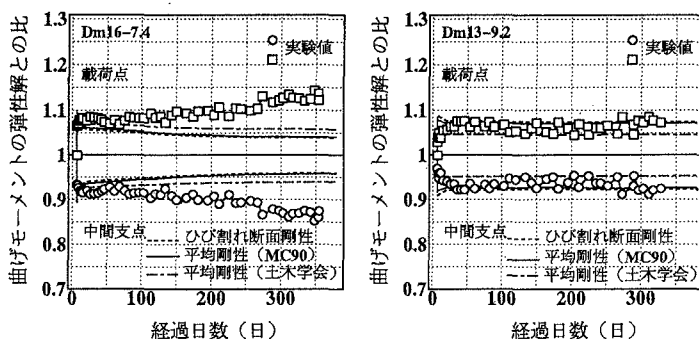


図-5 モーメントの再分配の経時変化

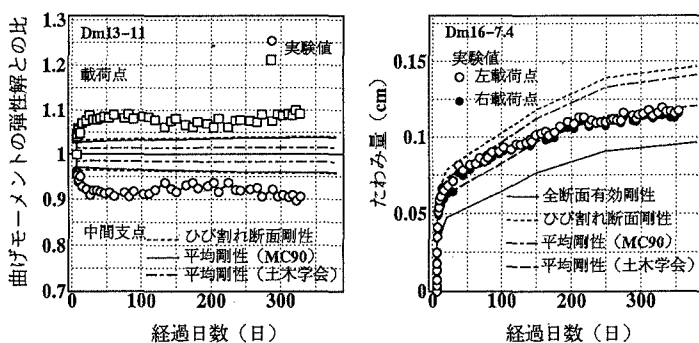


図-6 モーメントの再分配の経時変化

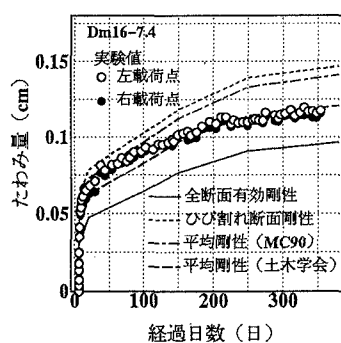


図-7 たわみ量の経時変化

〈参考文献〉

- 1) CEB-FIP MODEL CODE 1990, Final Draft, 1991
- 2), 4), 5) 津田守他：持続荷重を受けるP R C連続はりの挙動について コンクリート工学年次論文報告集 Vol.17 投稿中
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書〔平成3年版〕設計編, 1991