

V - 323

鉄筋コンクリートの長期曲げひび割れ幅に及ぼす乾燥収縮の影響について

日本セメント(株) 正会員 北條 泰秀
 宇都宮大学 正会員 佐藤 良一
 宇都宮大学 正会員 氏家 勲
 鉄道総合技術研究所 正会員 鳥取 誠一

1. まえがき

コンクリートの乾燥収縮が長期曲げひび割れ幅に少なからず影響を及ぼすことは周知の事実である。わが国と異なり、CEB-FIP の MODEL CODE 90 では、ひび割れ幅増大に及ぼす乾燥収縮の影響として、鉄筋による拘束を無視し、自由乾燥収縮ひずみをそのまま取り入れている¹⁾。これには異論も考えられるが、乾燥収縮量とひび割れ幅の増加量とは相当に密接な関係があると一般には考えられている。

筆者らは、これまで長期曲げひび割れ幅に及ぼす環境の影響を調べている。ここでは、乾燥収縮がひび割れ幅の増加量に及ぼす影響度が環境条件の相違によって異なった結果について報告する。

2. 実験概要

本実験では普通ポルトランドセメントを用い、粗骨材は最大寸法13mm、比重2.62、F. M. 6.29、細骨材は比重2.60、F. M. 2.95である。用いたコンクリートは水セメント比60%、単位セメント量290kg/m³である。実験に用いたRC部材供試体は20x25x240cmの矩形断面ばりで、その断面図を図-1に、供試体の一覧を表-1に示す。また、RC供試体と同じ断面寸法を有する長さ50cmのクリープおよび乾燥収縮用供試体も作製した。これら供試体は材齢35日の載荷時まで湿潤養生を行い、所定の荷重を与えると同時に、屋内（試験期間中の平均温度15.3℃、平均湿度66.1%R. H.）および屋外（試験期間中の平均温度13.8℃、平均湿度69.1%R. H.）で乾燥を開始した。

RC供試体の載荷はスパン210cm、中央の純曲げ区間80cmとして、H鋼を挟んだ2体のRC供試体を両端に通したPC鋼材を等しく締めしていく方法で行った。与えた荷重は圧縮鉄筋のない部材の引張鉄筋応力度で2000kgf/cm²とした。純曲げを与えた中央断面から両側22cmの区間で引張鉄筋ひずみをひずみゲージで計測した。ひずみゲージはゲージ貼付による付着の影響をなるべく少なくするために鉄筋の縦リブ位置に切削した4x3mmの溝に貼付し、防水処理した。その際、長期間での計測に耐えられるようポリエステル樹脂系接着剤を用いて1日間加圧し、その後80℃で12時間の養生を施した。ひび割れ幅の計測には設定荷重までの静的載荷においてはパイ型変位計（標点距離100mm、感度2000x10⁻⁶/mm）を用い、その後、発生したひび割れを挟んで標点距離が20mmとなるよう引張鉄筋位置（下縁から4cm）にコンタクトチップを取り付けコンタクトストレインゲージ（精度1/1000mm）で長期のひび割れの計測を行った。また、クリープおよび乾燥収縮ひずみは埋込型ひずみ計を用いて計測した。クリープ用供試体にはコンクリート応力で約80kgf/cm²を与えた。

3. 実験結果および考察

図-2および図-3はそれぞれの環境条件下で実測されたクリープ係数および乾燥収縮ひずみを示す。また、図-2、3にはACI-209式²⁾、CEB-FIP90年式¹⁾および阪田らの予測式^{3)、4)}を用いた結果も示してある。クリープ係数および乾燥収縮どちらも屋外のもの

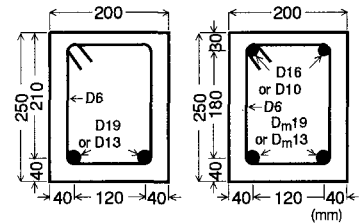


図-1 供試体断面図

表-1 RC供試体の諸元

供試体の 名称	環境 条件	引張鉄筋 断面積 A _s (cm ²)	引張鉄筋 断面積 ρ (%)	圧縮鉄筋 断面積 A' _s (cm ²)	圧縮鉄筋 断面積 ρ' (%)	引張鉄筋 応力 σ _s (cm ²)
1	屋外	4.79	0.96	3.80	0.76	2286
2	屋内					
3	屋外	5.49	1.20	0.00	0.00	2000
4	屋内					
5	屋外	1.83	0.37	1.38	0.28	2631
6	屋内					
7	屋外	2.41	0.48	0.00	0.00	2000
8	屋内					

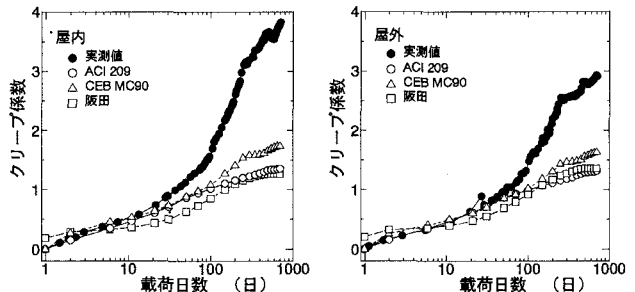


図-2 クリープ係数の経時変化

のほうが屋内より小さくなっている。特に、乾燥収縮は屋外では降雨の影響により屋内の約1/2に抑制されている。

次に、図-4はひび割れ幅の経時変化を示す。なお、静的載荷後約1ヵ月から1年の間に新たなひび割れの発生が確認されたが、ひび割れ幅が静的載荷時に発生したもの比べて小さいことから、平均ひび割れ幅あるいは間隔を計算する際には考慮していない。平均ひび割れ間隔が同じでないことから単純に比較することはできないが、ひび割れ幅は屋内のほうが屋外より大きい傾向にあると判断できる。しかしながら、乾燥収縮にみられたような顕著な差はみられない。

図-5は鉄筋ひずみの経時変化を示す。鉄筋ひずみは載荷期間の増加とともに大きくなっている。

図-6は静的載荷後からのひび割れ幅の増加量より逆算して求めたひび割れ間コンクリートひずみと乾燥収縮ひずみを比較して示す。ひび割れ間コンクリートひずみはひび割れ幅の増加量をひび割れに隣接するコンクリートのひび割れ間隔の1/2の和で除し、さらに実測された鉄筋ひずみの増加量を差し引いてものである。なお、屋外については鉄筋ひずみを計測していないことから屋内での実測値を用いた。また、鉄筋とコンクリートとの線膨張係数差が小さいので、これによるひび割れ幅の増加量の補正は行っていない。ひび割れ間コンクリートひずみは乾燥収縮ひずみに比べ環境条件の違いによる差はあまり顕著ではない。しかしながら、載荷期間500日から700日における乾燥収縮ひずみに対する計算値の割合をみると、Dm19-16の場合、屋内で50%、屋外で80%、Dm13-10の場合、屋内で64%、屋外で134%となっている。この結果はひび割れ幅の増加に及ぼす乾燥収縮の影響が環境条件に依存することを示唆するものである。

4. まとめ

クリープおよび乾燥収縮は環境条件の相違により異なるが、実際の環境のように湿度が変動する場合にはその影響を考慮してクリープおよび乾燥収縮を評価する必要がある。また、乾燥収縮はひび割れ幅の増加量に比例的に影響するのではなく環境条件によってその影響度が異なるという結果が得られた。<参考文献>1)CEB-FIP:Model Code 1990, CEB, 1990. 2)ACI Committee 209:Prediction of Creep, Shrinkage and Temperature Effects on Concrete Structures, ACI-SP-76, 1982. 3)阪田憲次ほか:コンクリートのクリープひずみの予測式の提案、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 10-2, pp. 271-276, 1988. 4)阪田憲次ほか:コンクリートの乾燥収縮ひずみ予測式の提案、セメント・コンクリート論文集、No. 43, pp. 244-249, 1989.

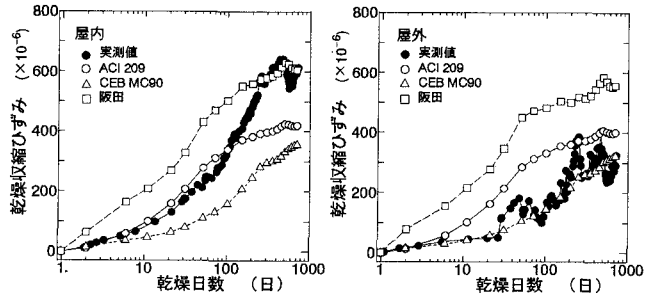


図-3 乾燥収縮ひずみの経時変化

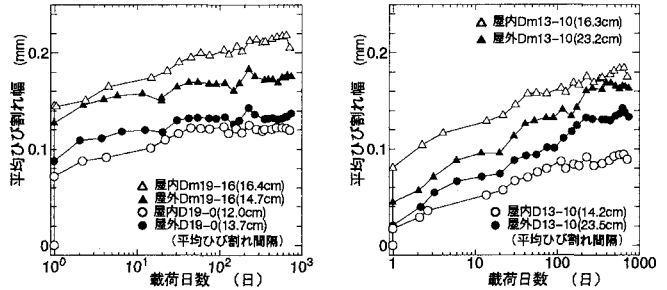


図-4 ひび割れ幅の経時変化

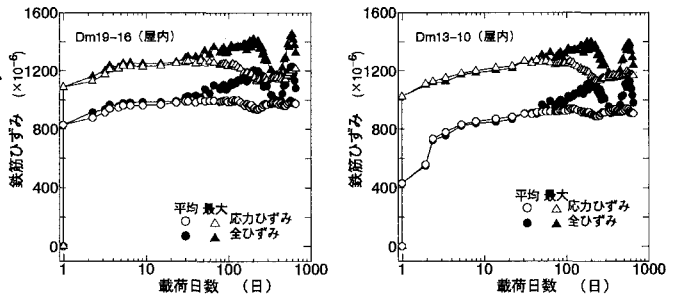


図-5 鉄筋ひずみの経時変化

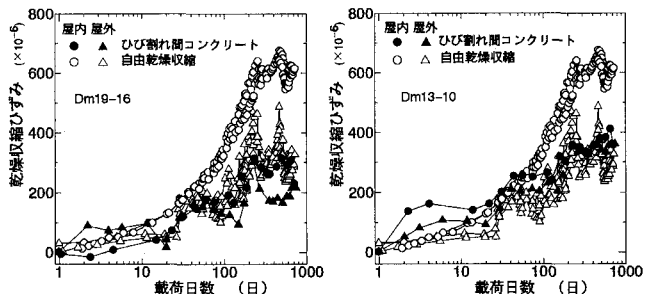


図-6 乾燥収縮ひずみとひび割れ間コンクリートひずみの関係