

低応力場における膨張コンクリートの付着性状

東京大学大学院	学生会員	○田中 泰司
芝浦工業大学大学院	学生会員	吉田 聖
東京大学	正会員	岸 利治

1. 目的

膨張コンクリートは引張応力下において非線形性を示し、ひび割れ後の軟化性状が緩やかになることが知られている。RC 部材内での、その複雑な現象を解明するためには膨張コンクリートと鉄筋との付着性状を明らかにすることが不可欠である。本稿では比較的マシブな部材を用いた鉄筋の引き抜き試験を行い、低応力場での付着性状に関して認められた、膨張コンクリートに特有な現象について考察を行った。

2. 実験概要

表 1 供試体諸元

供試体番号	W/C(%)	膨張材量(kg/m ³)	横拘束筋	鉄筋径	圧縮強度(MPa)
N	50	0	なし	D32	40
E	50	45	なし	D32	46
ES	50	45	D13 スパイラル筋	D32	46

中央に鉄筋を配置した円筒形の試験体を作製し、鉄筋の引き抜き試験を行った。鉄筋には呼び名が D32 の高強度鉄筋を使用した。自由端に変位が発生しないように定着長が 40D (D は鉄筋の直径) となるように高さを 120cm に設定した。また、引き抜き試験を行う際に試験体に縦ひび割れが発生しないよう、試験体の直径は 50cm とし、荷重端面から 5D の長さの非付着区間を設けることで付着性状に対して荷重端の影響が及ばないように配慮した。図 1、図 2 に荷重装置を、表 1 に供試体諸元を示す。水結合材比は 50% とし、膨張材の置換量は 45kg/m³ とした。ES 試験体にはスパイラル鉄筋を配置した。これは横方向の膨張拘束が付着性状に及ぼす影響を確認するためである。鉄筋の両面に、電気抵抗式ひずみゲージを荷重端から 2.5D の位置から 5D 間隔で 27.5D の位置まで貼り付け、ひずみ分布を計測した。荷重はセンターホール式油圧ジャッキにて行い、荷重値はセンターホール型ロードセルにて測定した。

3. 各位置での付着応力、すべり量の算出

鉄筋の付着応力は鉄筋のひずみ分布の勾配に比例する。ひずみ分布曲線は隣接する 3 点のひずみゲージの値から 2 次曲線仮定を行い近似した。この曲線の傾きを用いれば付着応力は式 1 により表される¹⁾。

$$\tau_i(X) = -E_s D / 4 \cdot d\varepsilon / dX \cdots \cdots (式 1)$$

ここで $\tau_i(X)$ は荷重端からの距離 X における付着応力、 E_s は鉄筋の弾性係数、 $d\varepsilon / dX$ はひずみ分布曲線の傾きを表す。また、各位置でのすべり量は自由端を境界条件とし、鉄筋のひずみ値を積分して求めた。

4. 鉄筋ひずみ分布

図 3 に荷重端荷重が 10kN のときの普通コンクリートおよび膨張コンクリートの鉄筋ひずみ分布を示す。普通コンクリートにおいては、鉄筋ひずみは荷重端からの距離が増えるに従い、鉄筋ひずみは減少し、10D 以降においてはほぼ 0 を示している。一方、膨張コンクリートにおいては、ひずみは 10D 付近で一旦 0

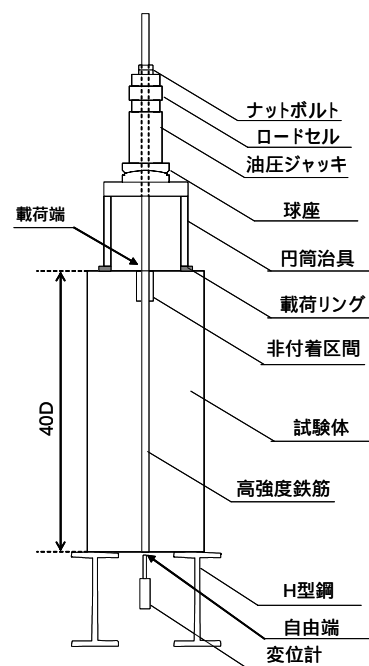


図 1 荷重装置側面図

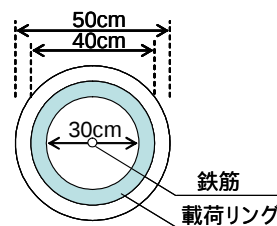


図 2 荷重装置断面図

キーワード 膨張コンクリート, 付着, すべり, 引抜き試験

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 TEL 03-5452-6098(58090)

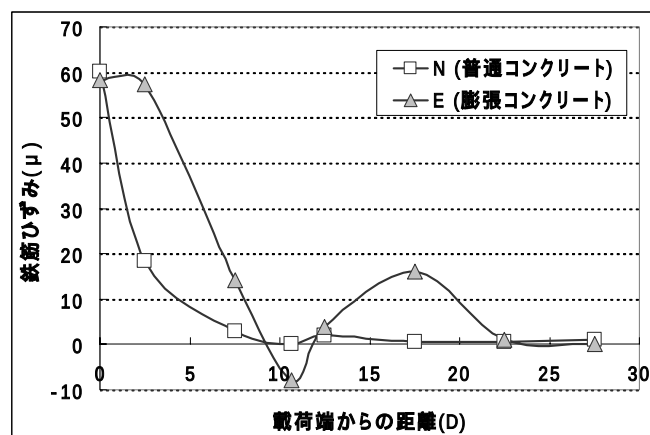


図3 荷重 10kN 時の鉄筋ひずみ分布

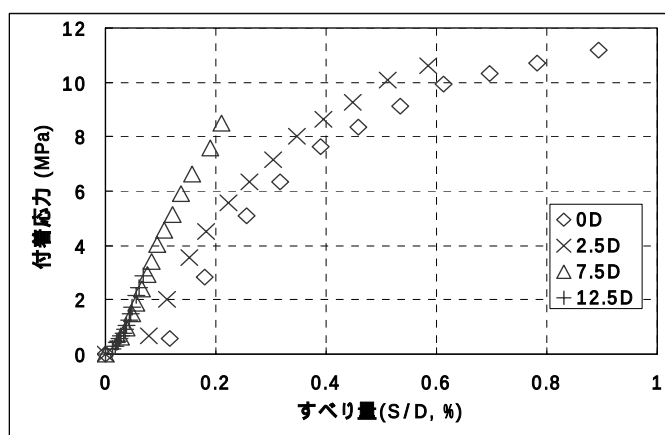


図4 E の各位置における付着応力 - すべり関係

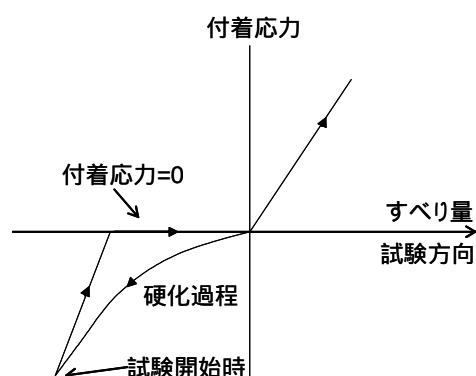
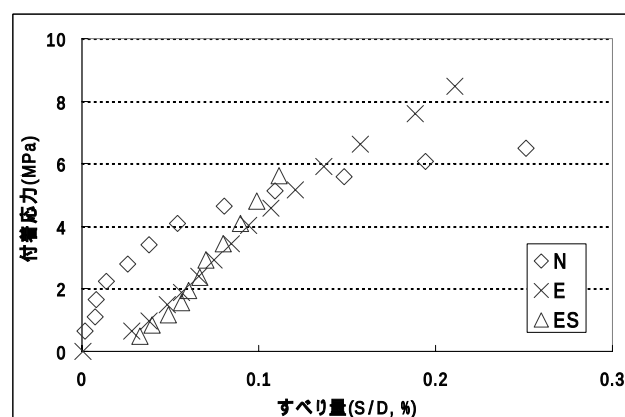


図5 供試体端部の付着応力 - すべり関係

図6 荷重端から 7.5D の位置における
付着応力—すべり関係の比較

まで減少するにもかかわらず、15～25D という深部でひずみ値が上昇するという現象が見られた。このことは、コンクリートから鉄筋を引抜く方向に力が作用していることを示しており、通常の部材内では起こりえない現象である。また、荷重端近傍の隣り合うひずみ値がほぼ等しいことは、荷重端近傍での付着力が発揮されていないことを示しており、膨張コンクリートの低応力場での付着性状は普通コンクリートとは相当に異なることを示唆している。

5. 付着応力 - すべり関係

図4には膨張コンクリートを用いた試験体における付着応力 - すべり関係を荷重端からの距離ごとに示した。ここで S/D とはすべり量を鉄筋径で除して無次元化した値である。荷重端近傍に着目すると、ごく初期に大きなすべりを生じていることが分かる。この原因としては、硬化過程において膨張反応が発生するときに周囲の拘束効果が深部に比して小さいこと、ケミカルプレストレスの蓄積時に鉄筋からの付着応力が端部に集中し、荷重方向とは逆方向にすべりが生じていたためだと考えられる(図5)。また荷重端から 7.5D 以深では付着すべり関係が一定となり、これらの影響が小さいものと思われる。図6は荷重端から 7.5D の位置における付着 - すべり関係を比較したものである。端部の影響が小さい位置では横拘束の有無に関わらず付着性状が一意であるといえる。また、普通コンクリートに比して膨張コンクリートの付着力は緩やかに発揮されるといえる。

6. 結論

膨張材を添加することで低荷重領域またはすべり量がごく小さいときのひずみ分布が特徴的な傾向を示す。また、付着性状は端部の影響を受け、深さ方向の位置によって異なる。

参考文献

- 1) 山尾芳秀・周礼良・二羽淳一郎 付着応力 - すべり関係に関する実験的研究 土木学会論文報告集 第 343 号・1984 年 3 月