

論文

[2021] RC部材の付着割裂強度に関する実験的研究

正会員○前田匡樹（東京大学大学院）

正会員 小谷俊介（東京大学建築学科）

正会員 青山博之（東京大学建築学科）

1. 研究の目的

異形鉄筋を用いた鉄筋コンクリート造の梁および柱部材の破壊モードのひとつである付着割裂破壊に対して、横補強筋が有効であることが知られている。特に、断面外周部の主筋だけでなく、中間部の主筋に配する中子筋や中吊り筋などの副補強筋の効果が指摘されている。現在、「鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針」[1]で、横補強筋の効果として副補強筋も加えた付着割裂強度精算式を示している。しかし、実験的な裏付けが充分とはいえず、また、実験結果に対して副補強筋の効果が過小評価であると指摘されている。そこで、本研究では、単純梁型の付着実験を行い、付着強度に及ぼす各種パラメータの検討を行った。

2. 実験の概要

試験体は、なるべく実際の部材の応力状態に近く、加力方法も簡単であり、横補強筋の影響を調べる目的に適しているため、単純梁型の試験体とした。試験体の配筋図を図1に示す。試験鉄筋の表面の異形筋の形状を損うことなく、歪度を測定するため、また、せん断ひび割れを誘発するため、試験区間端の荷重点側コンクリートに切り欠きを設けた。試験鉄筋端部は、支点反力による拘束を受けないように、主筋にスチール製のパイプを被せることにより付着をなくする。付着をなくしたアンボンド区間のコンクリートが、試験区間の付着強度に影響しないように、アンボンド区間と試験区間の境目に主筋中心までかぶりコンクリートに切り欠きを設けた。試験体が、付着割裂破壊する以前に曲げ降伏及びせん断破壊することを防ぐ目的で、試験鉄筋の内側に、補助の鉄筋（2段筋と呼ぶ）

を配し（No.1～3は4-D16、No.4は3-D16、No.5は3-D19とした。）、横補強筋を掛けた（2-6φ@60）。試験区間の横補強筋については、上端側が付着破壊した後、下端側を試験する際に横補強筋が伸びプレストレスを受けた状態になることを避けるため、上端筋と下端筋の横補強筋をそれぞれ反対側の2段筋に掛け別に配筋することとした。試験体は、図1に示すように1体に付

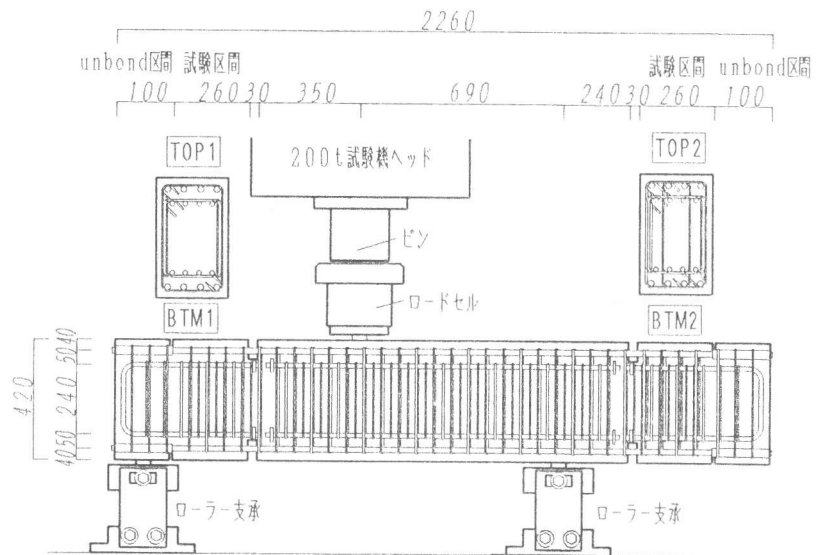


図1 配筋図（単位mm）

き4ヵ所の試験区間を持ち、それぞれの試験区間は、コンクリート打設方向に対する上端筋には"TOP"、下端筋には"BTM"の記号を付す。また、横補強筋を断面外周部のみに配したものを"-1"、副補強筋を用いてすべての主筋を拘束したものを"-2"の記号で示す。

各試験体間のパラメータは、主筋本数、主筋径、横補強筋比、パラメータの一覧を表1に示す。また、使用した鉄筋の特性を表2に示す。使用したコンクリートは、早強コンクリートで、目標強度を270kgf/cm²とした。材料試験によるコンクリート強度 σ_B は、No.1~No.3は317kgf/cm²、No.4およびNo.5は341kgf/cm²である。

加力は、すべて単調載荷とした。4つの試験区間は、比較的付着強度の弱い上端側を先に加力し、その後反転し下端側を加力することとし、"TOP-1"、"TOP-2"、"BTM-1"、"BTM-2"の順に加力を行った。

荷重は、試験機ヘッドと試験体間のロードセルにより測定した。荷重点のたわみは、試験機床に固定した変位計により測定した。また、試験鉄筋のすべりは、試験体端部のコンクリートに変位計を固定し、試験鉄筋端部のすべりを測定した。試験区間の主筋及び横補強筋の歪度は歪ゲージにより測定した。

表1 試験体パラメータ一覧

試験体名	位置	主筋	横補強筋	
			配筋	$\rho_w(\%)$
No. 1	TOP-1	4-D19	2-6 ϕ @120	0.19
	BTM-1		4-6 ϕ @120	0.37
No. 2	TOP-1	4-D19	2-6 ϕ @60	0.37
	BTM-1		4-6 ϕ @60	0.75
No. 3	TOP-1	4-D19	2-6 ϕ @40	0.56
	BTM-1		4-6 ϕ @40	1.12
No. 4	TOP-1	3-D19	2-6 ϕ @60	0.37
	BTM-1		3-6 ϕ @60	0.56
No. 5	TOP-1	3-D25	2-6 ϕ @60	0.37
	BTM-1		2-6 ϕ @60	0.56

表2 使用鉄筋の特性

鉄筋	降伏強度 σ_y kgf/cm ²	初期剛性 E_s 10 ⁹ kg/cm ²
6 ϕ	5385	1.992
D16	3746	1.855
D19	3670	1.850
D25	3623	1.816

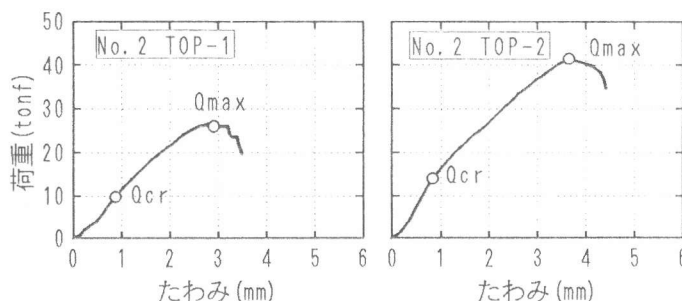


図2 荷重変形関係

3. 実験結果

破壊性状：荷重変形関係の例を図2に示す。いずれの試験体も、曲げひび割れ、せん断ひび割れが順次発生した後、試験区間の主筋沿いに細かいひび割れが何本も生じた。最終的には、主筋沿いのひび割れが1本につながり大きく開き、サイドスプリット型の付着割裂破壊をし、耐力低下した。典型的な最終ひび割れ状況図を図3に示す。図中において、以前の加力で生じたひび割れは点線で、最終加力で生じたひび割れは実線で示した。

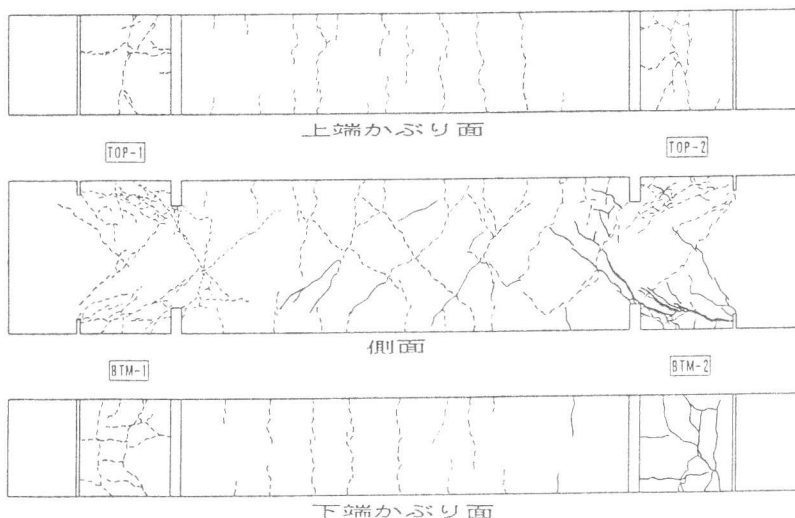


図3 最終ひび割れ状況図 (試験体 No. 2)

荷重～付着応力度関係：試験区間の主筋の荷重点側に貼り付けた歪ゲージにより得た主筋の歪度から、主筋に生じる応力度を求めた。最も付着強度の高い"No.3-BTM-2"は、最大耐力時には、試験区間引張側端で主筋が降伏したもののその歪度は、降伏歪をわずかに上回る2200 μ 程度であ