

高靱性モルタルを用いた耐震補強効果確認実験

九州工業大学
九州工業大学学生会員 脇田和也
正会員 合田寛基九州工業大学
(株)クラレ正会員 幸左賢二
小川敦久

1. はじめに

高靱性モルタルは、靱性の大幅な改善が期待できるが、コストが割高となってしまふ。そのため、使用量を抑えた効率的な使用方法が望まれる。本実験では、高靱性モルタルを主鉄筋付近の圧縮域のみに使用した効率的な断面を考案し、その効果を正負交番実験により確かめた。

2. 試算による評価

図 - 1 に供試体断面および形状、表 - 1 に今回考案した断面および基準断面を示す。基準となる柱は、400mm×400mm の正方形断面を有し、軸方向鉄筋比は 1.43%、横拘束筋体積比は 0.63%で、破壊形式が曲げ破壊になるよう設計している。

試算は道路橋示方書 耐震設計編に基づいて行った。ただし、今回はかぶりコンクリートが終局時でも応力を受け持てると仮定しているため、終局時の計算でもかぶり部を考慮し計算を行った。また、コンクリートの引張力も考慮した。図 - 2 に試算 P - δ 関係を示す。かぶりを考慮することによって、荷重は 1~2 割上昇した。また、かぶり考慮の有無により、No.2、4、5 の終局変位は変化しなかったが、No.3 では 50mm 程度の差が生じる結果となった。このことから、主鉄筋の内側の範囲まで高靱性モルタルを使用することにより、確実に変形性能の向上が得られると予想できる。以上より、効果が期待できるものの中で使用量の少ない No.4 と、全面に使用する No.2 を実験対象とした。

3. 実験概要および実験結果

実験は正負交番荷重を行った。試算で求めた降伏荷重までは荷重制御を行い、それ以降は降伏変位 (δ_y) の整数倍を変位制御により荷重した。各荷重ステップの繰返し回数は 1 回とし、荷重が $0.5P_{max}$ に低下した時点で実験を終了した。

3. 1 損傷状況

図 - 3 に $7\delta_y$ における No.1 と No.4 のひび割れ状況図を示す。なお、No.2 と No.4 は同様の損傷状況を示した。No.1 では基部から 400mm の範囲にひび割れが集中して発生し、各ひび割れが左右に貫通している。また、複数のひび割れで幅が 1.0mm 以上と大きく開いており、 $8\delta_y$ 以降、かぶりコンクリートの剥落が顕著となり、はらみ出しが生じて荷重が低下している。

一方、No.4 では基部から 600mm の広い範囲にひび割れが多数発生しており、ひび割れの分散傾向が見られた。また、幅が 1.0mm を超えるようなひび割れは発生していない。その後のステップにおいてもひび割れ幅の進展は緩やかであり、終局時にははらみ出しが顕著となった。

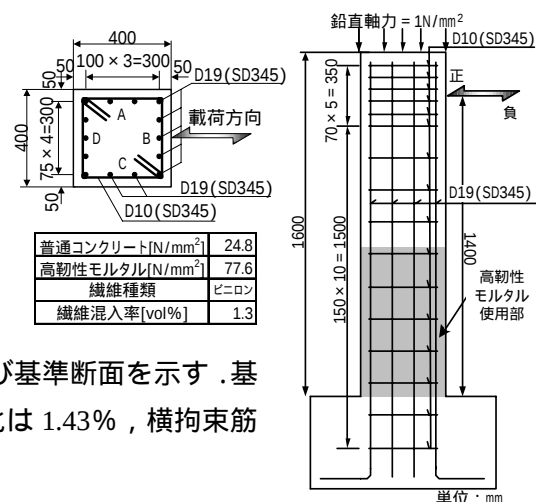


図 - 1 供試体断面および形状

表 - 1 検討断面

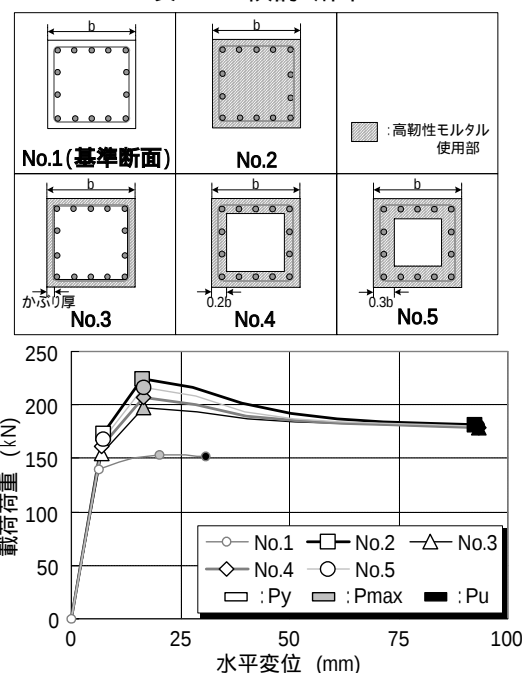


図 - 2 試算 P - δ 関係

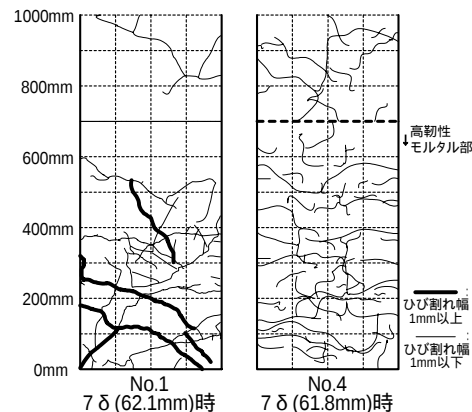


図 - 3 ひび割れ状況図(A面)

ものの、コンクリートの剥落はほぼ見られなかった。

3. 2 P- δ 関係の比較

図-4にNo.4のP- δ 履歴曲線を示す。No.4は約136kNで主鉄筋ひずみが降伏ひずみを超え、 $5\delta_y$ (44.5mm)で最大荷重(222kN)に達した。その後、荷重を保持したまま、 $13\delta_y$ (115.2mm)まで変位が進展したが、供試体基部のはらみ出しの発生とともに荷重が低下し、 $15\delta_y$ (134.9mm)で荷重が $0.5P_{max}$ を下回った。

図-5に各供試体のP- δ 関係の包絡線と試算結果の比較を示す。図より、柱基部に高靱性モルタルを用いることにより、終局変位が40mm程度増加している。また、かぶり部を含めた外側80mmのみ使用したNo.4でも、全面に使用したNo.2と同等の変形性能が得られている。したがって、高靱性モルタルを部分的に使用することで効率的な変形性能の向上が期待できると考えられる。また、試算値に着目すると、No.2, 4では最大荷重がほぼ同等となっているが、終局変位が実験値よりも小さくなっている。これは、軸方向鉄筋のフーチングからの抜け出しによる変形や、座屈による影響を試算で考慮できていないためであると考えられる。そのため、今回のかぶり部やコンクリートの引張力を考慮した試算は、実験結果を概ね妥当に評価できたといえる。

3. 3 帯鉄筋のひずみの比較

図-6に帯鉄筋のひずみ分布履歴を示す。図より、No.1では変形量の増加とともにひずみが顕著に進展し、 $7\delta_y$ (62.1mm)で、降伏ひずみを超えるようなひずみが帯鉄筋に発生している。しかし、No.4ではひずみの進展があまり見られず、 $9\delta_y$ (80.0mm)においても 1000μ 以下のひずみしか発生していない。これは、かぶり部に設置した高靱性モルタルが帯鉄筋の横拘束力を負担したことが要因として考えられる。その結果、軸方向鉄筋の座屈やコアコンクリートの損傷が抑制され、大変形時まで荷重を保持し、終局変位が大きく向上したと考えられる。

また、No.2とNo.4で同様の帯鉄筋ひずみ性状を示していたことから、かぶり部を含めた外側80mmの厚さに高靱性モルタルを用いることにより、軸方向鉄筋に対して十分な拘束効果を発揮することができたと考えられる。

4. まとめ

- 1) 柱基部に高靱性モルタルを用いることで、無補強に比べ終局変位は約6割、最大耐力は約1割増加した。
- 2) 高靱性モルタルを断面幅の2割の厚さで断面周囲に用いることにより、全面に使用する場合と同程度の補強効果が見込めることが確認できた。

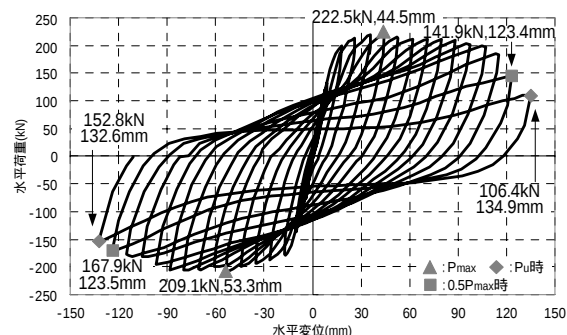
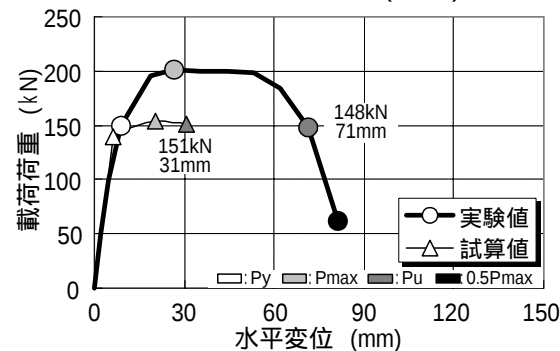
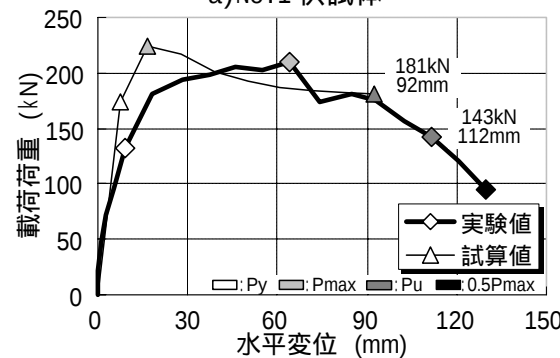


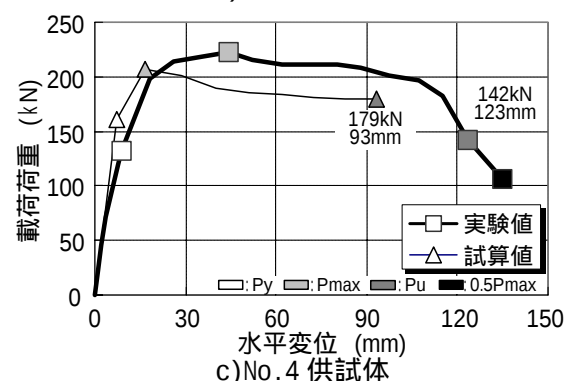
図-4 P- δ 履歴曲線(No.4)



a) No.1 供試体



b) No.2 供試体



c) No.4 供試体

図-5 試算値と実験値の比較(a~c)

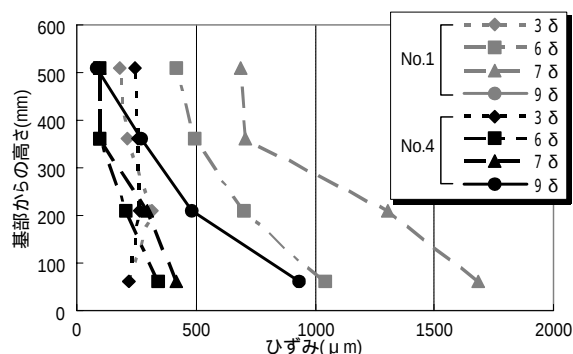


図-6 帯鉄筋のひずみ分布履歴