

梁貫通孔補強筋「スーパーハリーZ」を用いたRC有孔梁の変形性能に関する研究 ～V字筋追加仕様による性能について～

Study on Deformation Performance of "Super-Harry Z" RC Perforated Beams with Through-Hole Reinforcement Steel
～ Performance of V-Type Reinforcement Steel Addition Specifications ～

久保政照

Masateru Kubo

梁貫通孔補強筋スーパーハリーZで補強したRC有孔梁の変形性能に着目し、その性能向上方法を試験的に検証した。孔上下部のコンクリートを部材面外に押出さない補強筋を追加することにより、変形性能向上が期待できる結果が得られた。

A performance improvement method was experimentally verified with regard to the deformation performance of "Super-Harry Z" RC perforated beams with through-hole reinforcement steel. An improvement in deformation performance can be expected by adding V-Type reinforcement steel to prevent concrete from exuding from the upper and lower parts of the hole to the outside of the beam.

1. はじめに

鉄筋コンクリート（以下：RCという）の梁には、空調、電気設備などの配管ルートを確保する目的で、腹部に貫通孔が設けられることが一般的である。その貫通孔が設けられた梁（以下：有孔梁という）の場合、梁のせん断耐力は開孔によって大きな影響を受ける。そのため、開孔部のせん断補強方法に関する実験的検証が多く行われ、現在では、軽くて施工性のよい高強度鉄筋を用いた補強金物でせん断補強することが一般的となっている。

一方、RC建物の高層化や設計技術の発展により、有孔梁の耐力のみではなく変形性能についても着目されるようになり、性能の向上が要求されるようになった。

そこで、梁貫通孔補強筋スーパーハリーZで補強したRC有孔梁の変形性能に着目し、その性能向上方法を試験的に検証することとした。

2. 変形性能の現状把握

梁貫通孔補強筋スーパーハリーZで補強したRC有孔梁の変形性能について把握する。

既往の構造実験での破壊形状は、孔上下部のコンクリートが部材面外へ押出され終局状態に至っている。孔上下部のコンクリートが最も少なくなるモジュール（開孔径比1/3）では、この傾向が顕著であり、梁長さに対する変形量の比（以下：部材角という）1/200（0.5%）、または3/400（0.75%）で最大耐力となる。これに対し、孔上下部のコンクリートが比較的多くなるモジュール（開孔径比1/5）では、変形性能が向上し1/100（1.0%）で最大耐力となる。

そこで、孔上下部のコンクリートを部材面外に押出さない補強方法を考案することにより、変形性能向上を図ることとした。

開孔径比1/3の場合の荷重－部材角関係とひび割れ状況を図1に、同様に開孔径比1/5の場合を図2に示す。

3. 補強筋形状の確認試験

3.1 試験概要

孔上下部のコンクリートを部材面外に押出さない補強筋形状を検討するため試験を行った。試験に使用する補強筋は2種類とし、主筋にぶら下げることで容易に施工できること、および左右対称になることを原則とし、形状検討を行った。なお、本試験では、変形性能の向上が最も期待されている開孔径比1/3で試験を実施した。

補強筋形状を図3に、試験載荷状況を図4に示す。また、試験体の概要を表1に示す。

3.2 試験結果

3.2.1 荷重－部材角関係

各試験体の開孔周囲の配筋状態と、荷重－部材角関係を図5に示す。

また、変形性能の向上を比較検討できるよう各試験体の荷重－部材角関係包絡線を図6に示す。

3.2.2 ひび割れ発生状況

各試験体の部材角 1/400（0.25%）と1/100（1.00%）のひび割れ発生状況を図7に示す。

3.3 補強筋形状の決定

試験結果より、孔上下部のコンクリートを部材面外に押出さない補強筋を追加した試験体の変形性能は、スーパーハリーZのみに比べ向上する結果となった。同時に、ひび割れの分散効果を確認した。また、補強筋形状は施工性や製造しやすさを考慮し、タイプ1（以下：V字筋という）を基本形状とした。

* 産業建設資材事業本部 建材事業部 技術本部

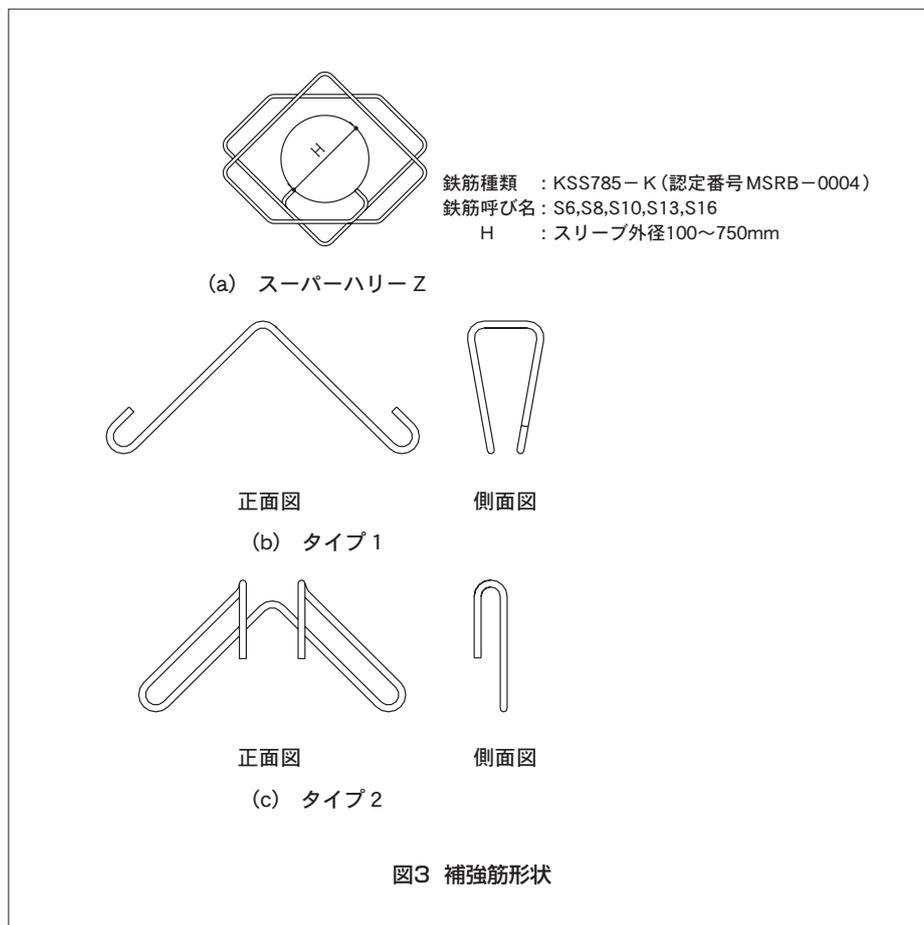
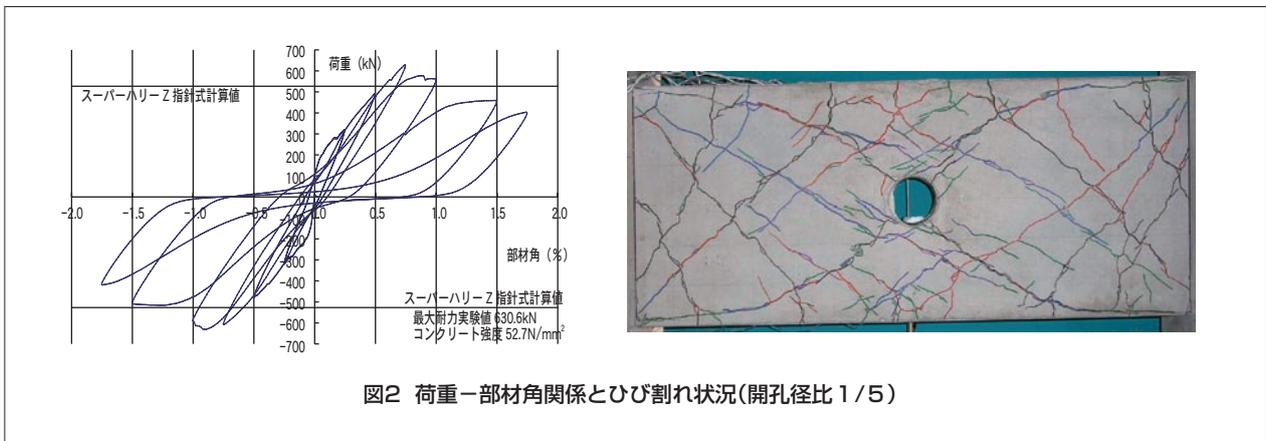
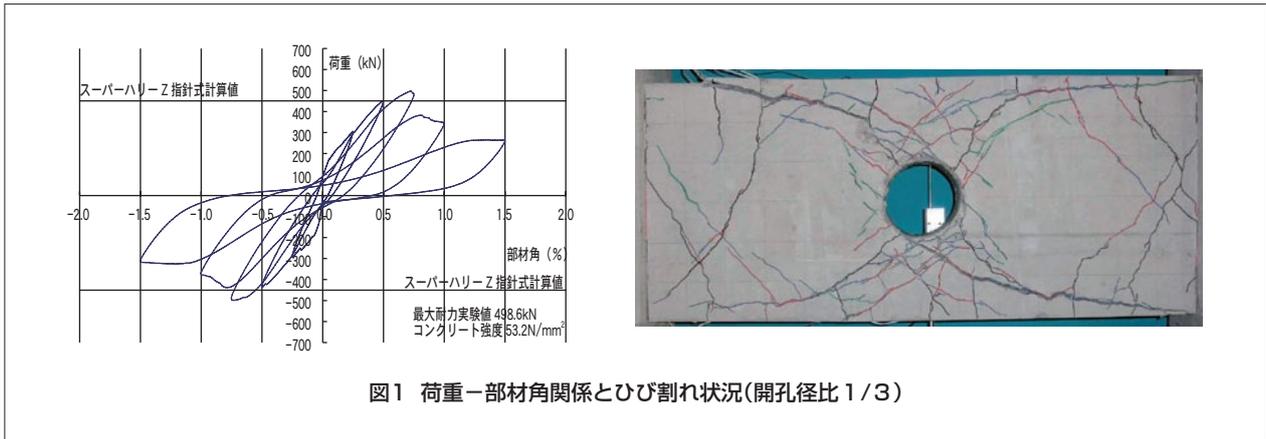
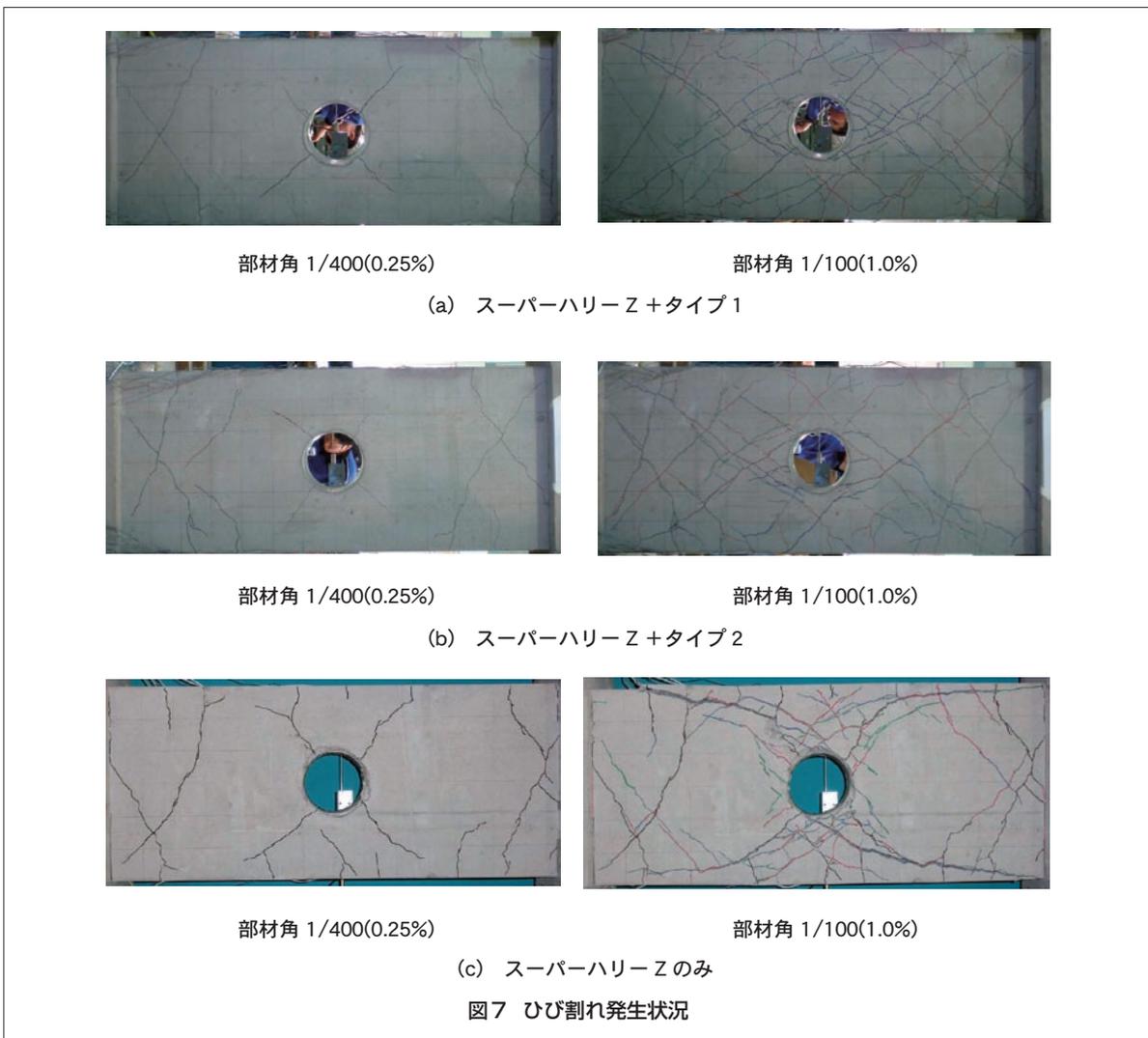
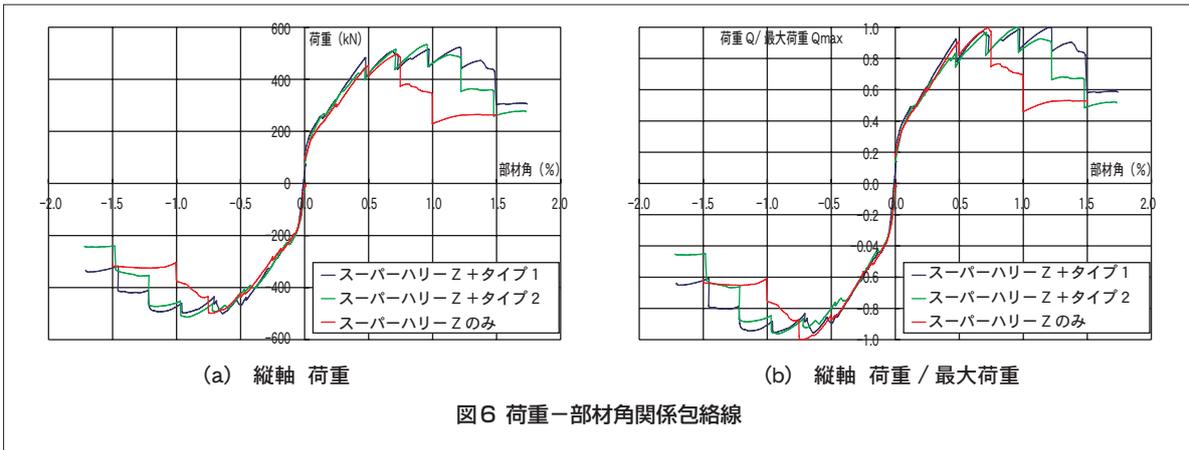


表1 試験体概要

試験体名	コンクリート 設計基準 強度 F_c (N/mm^2)	有効補強範囲内の配筋				有効補強範囲内の鉄筋比		
		あばら筋	スーパー ハリー-Z	補強筋		あばら筋 P_s (%)	スーパーハリー-Z P_r (%)	補強筋 P_{r2} (%)
No.1-1	45	2-D13	S8 × 2	タイプ1	D13 × 2組	0.35	0.39	0.49
No.1-2	45	2-D13	S8 × 2	タイプ2	D13 × 2組	0.35	0.39	0.99
No.1-3	45	2-D13	S8 × 2	-	-	0.35	0.39	-

〔鉄筋の種類〕 D：SD295A、S：KSS785
 ※補強筋は上下2枚で1組



4. V字筋補強量の確認試験

4.1 試験概要

追加補強として設置するV字筋の補強量と変形性能の関係を把握するため試験的検証を行った。V字筋は前試験のタイプ1を基本形状とし、さらに施工性を向上させるため、補強筋の角度および主筋との交差部を改良した。なお、本試験では変形性能の向上が最も期待されているコンクリート強度が低く、あばら筋強度が高い組合わせて試験を実施した。

V字筋形状を図8に、V字筋写真および配筋状況写真を図9に示す。また、試験体の概要を表2に示す。

4.2 試験結果

4.2.1 荷重-部材角関係

各試験体の開口周囲の配筋状態と、荷重-部材角関係を図10に示す。

また、変形性能の向上を比較検討できるよう各試験体の荷重-部材角関係包絡線を図11に示す。

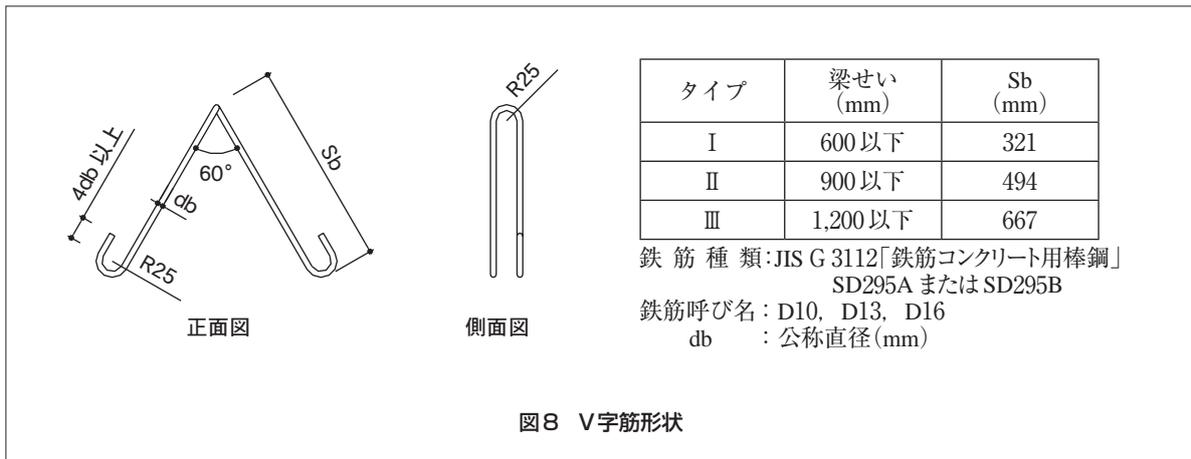


図8 V字筋形状



図9 V字筋写真および配筋状況写真

表2 試験体概要

試験体名	コンクリート設計基準強度 F_c (N/mm ²)	有効補強範囲内の配筋			有効補強範囲内の鉄筋比		
		あばら筋	スーパーハリー-Z	V字筋	あばら筋 P_s (%)	スーパーハリー-Z P_r (%)	V字筋 P_{r2} (%)
No.2-1	21	2-R13	S8 × 2	D13 × 2組	0.35	0.39	0.48
No.2-2	21	2-R13	S8 × 2	D13 × 1組	0.35	0.39	0.24
No.2-3	21	2-R13	S8 × 2	D10 × 1組	0.35	0.39	0.13
No.2-4	24	2-R13	S8 × 2	-	0.35	0.39	-

〔鉄筋の種類〕D : SD295A、R : リバーボン785、S : KSS785
※V字筋は上下2枚で1組

4.2.2 ひび割れ発生状況

各試験体の部材角 1/400 (0.25%) と 1/100 (1.00%) のひび割れ発生状況を図12に示す。

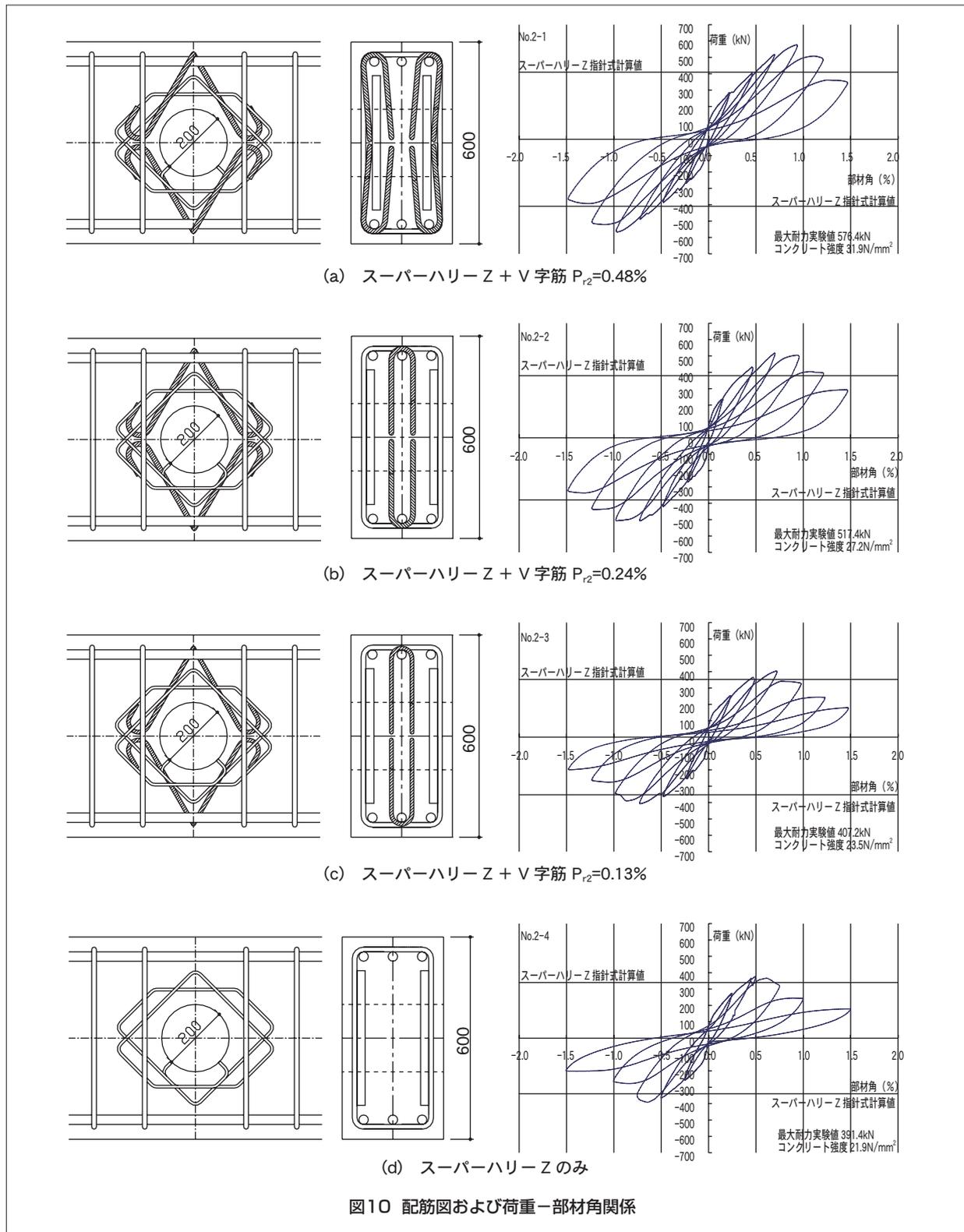
4.2.3 開孔部せん断ひび割れ幅

基本形状決定の試験にてひび割れの分散効果が確認できた。そこで、部材角 1/400 時の開孔部のせん断ひび割れ幅を測定した。測定結果より、開孔部のせん断ひび割れ幅は、部材角 1/400 で 0.25mm 以下となり、無孔梁と同等程度の性能が確保できた¹⁾。

4.3 V字筋補強量の決定

試験結果より、補強量 0.24%、0.48% の V 字筋を追加した試験体の変形性能は、スーパーハリー Z のみに比べ向上する結果となった。なお、補強量 0.13% の場合は若干変形性能が向上するが、補強量 0.24%、0.48% ほどの向上は見られない。

変形性能を向上するには V 字筋の補強量が 0.20% 程度以上必要となることが判った。



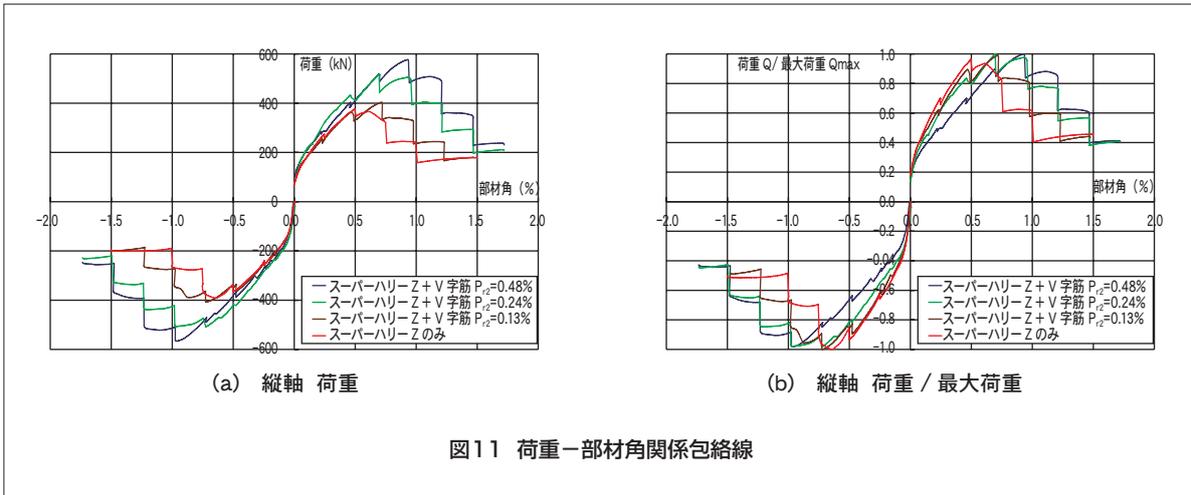


表3 開孔部のせん断ひび割れ幅(部材角1/400)

試験体名	コンクリート 圧縮強度 σ_B (N/mm ²)	補強筋 鉄筋比 P_s (%)	ひび割れ幅 (mm)
No.2-1	31.9	0.48	0.16
No.2-2	27.2	0.24	0.21
No.2-3	23.5	0.13	0.19

5. まとめ

梁貫通孔補強筋スーパーハリーZで補強したRC有孔梁の変形性能に着目し、その性能向上方法を試験的に検証した。結果、孔上下部のコンクリートを部材面外に押出さない補強筋を追加することにより、変形性能向上が期待できる結果が得られた。また、その補強筋量の把握ができた。

謝辞

本試験の実施にあたり、多大なるご協力をいただいた広島工業大学 工学部 建築工学科 佐藤立美教授、同研究室の皆様にご心より御礼申し上げます。

参考文献

1) 財団法人日本建築学会、RC規準改定に関する第2回公開小委員会資料、6-4頁

執筆者

久保政照

Masateru Kubo

2006年入社

建築関連製品の開発に従事

