

あと施工せん断補強鉄筋を施した RC 造梁のせん断補強効果に関する研究 —実験結果—

Study on the Shear Reinforcement Effect of a RC Beams by the Post-Installed Reinforcement Bar —Test Results—

○齋藤大樹², 眞鍋久輝¹, 竹本幸弘³, 北嶋圭二⁴, 中西三和⁴, 安達洋⁵

*Hiroki Saito², Hisaki Manabe¹, Yukihiro Takemoto³, Keiji Kitajima⁴, Mitsukazu Nakanishi⁴, Hiromi adachi⁵

Abstract: In order to confirm the effect of shear reinforcement of RC beams strengthened by the post-installed steel bar, the four-point-loading tests on simple support beams are performed. In this paper, the test results are presented.

1. はじめに

前報では, 実験概要について報告した. 本報では実験結果について報告する.

2. 実験結果

Fig.1 に試験体 C_1 (無補強), $C_1+vD19-J0-950$, $C_1+vD19-J1-950$ (機械式継手 1 個), $C_1+vD19-J2-950$ (機械式継手 2 個), $C_1+vD19-J0-911$ (外主鉄筋内面), $C_1+vD19-J0-831$ (内主鉄筋内面) の最終破壊状況とせん断補強鉄筋のひずみ分布, Fig.2 に各試験体の荷重 - 変位関係を示す.

2.1 破壊状況

すべての試験体にて 200kN から 350kN で試験体中央下部に曲げひび割れが発生し, その後 1100kN から 1500kN でせん断ひび割れが発生した. また, C_1 はせん断ひび割れ発生後急激な荷重低下を起し, せん断破壊をした. その他の試験体の破壊過程はほぼ同様でせん断ひび割れ後, 荷重の増加に伴いせん断ひび割れが進展し最大荷重に達した後に, せん断破壊し荷重低下した.

2.2 せん断補強筋のひずみ分布

Fig.1 に最大荷重時のあと施工せん断補強鉄筋軸方向の中心付近のひずみ分布を併記した. せん断ひび割れが横切ったせん断補強鉄筋のひずみが降伏ひずみに達しており, 機械式継手の個数, またはあと施工せん断補強鉄筋先端位置に関わらずせん断補強効果が確認された.

2.3 荷重 - 変位関係

補強方法の異なる試験体の荷重-変位関係を以下に比

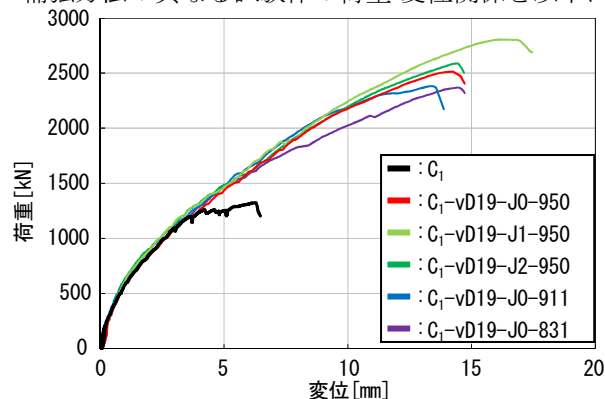


Fig.2 Load - displacement curve

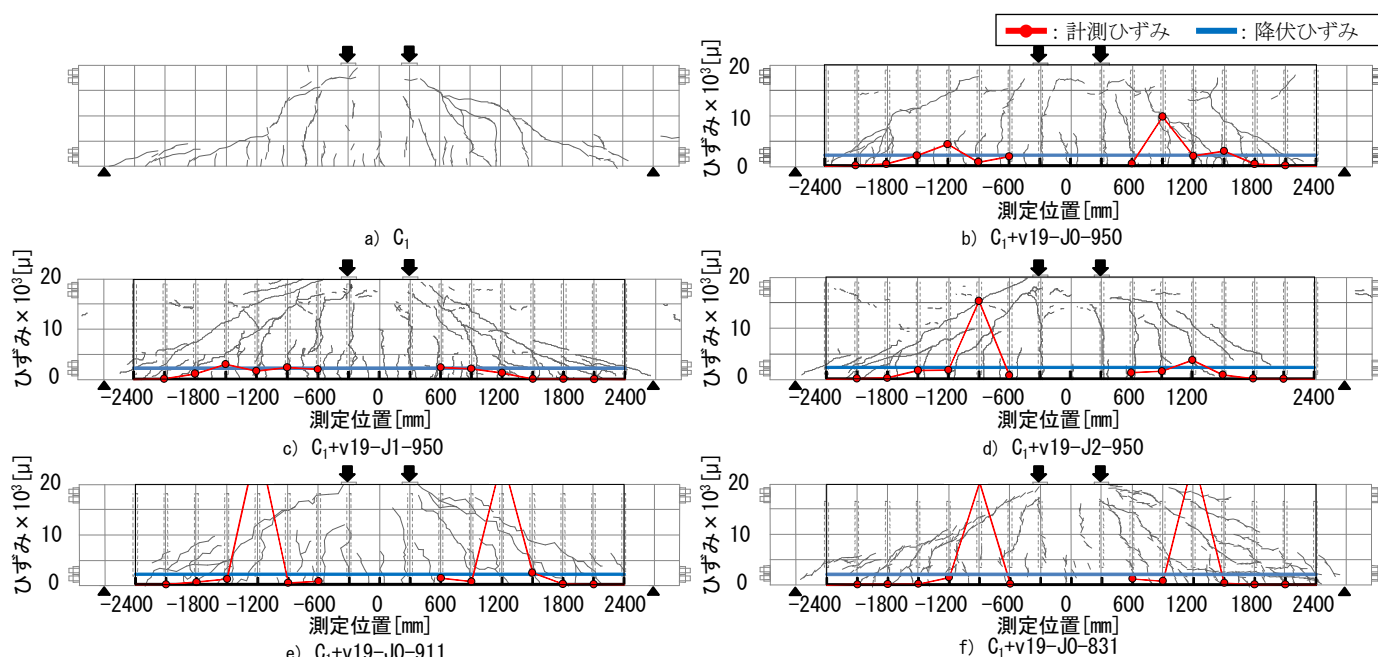


Fig.1 Final failure pattern and strain distribution of shear reinforcement

較した。

せん断補強を施していない試験体との比較

せん断補強を施した全ての試験体の最大荷重はあと施工せん断補強鉄筋を施していない試験体に比べて荷重は上昇し、変形性能も向上している。

機械式継手の個数の違いによる比較

機械式継手の個数の違いによる影響を確認するため、試験体 $C_1+vD19-J0-950$, $C_1+vD19-J1-950$, $C_1+vD19-J2-950$ を比較した。すべての試験体で載荷初期から最大荷重近傍までは概ね同様の挙動を示した。これより機械式継手を有したせん断補強鉄筋はあと施工せん断補強材として有効に用いることができることがわかった。

先端の打込み深さの違いによる比較

あと施工せん断補強鉄筋の先端の打込み深さの違いによる影響を検討するため、試験体 $C_1+vD19-J0-950$, $C_1+vD19-J0-911$, $C_1+vD19-J0-831$ を比較した。結果より、補強筋が引張主鉄筋まで到達しない場合でもせん断補強効果の影響は引張主鉄筋まで到達しているものとほぼ同等の効果を持つ。

3. 実験値最大荷重と計算値の比較

Table 1 に最大荷重の実験値とせん断耐力の計算値を併記し比較をした。せん断耐力荷重の計算値は、建築学会と土木学会で慣用的に使用され、下限値とされている修正大野・荒川 min 式³⁾、靱性保証型耐震設計指針式⁵⁾、二羽ら式⁶⁾ + トラス理論式⁷⁾ (以下、二羽式) を用いた。計算に用いた材料強度は材料試験結果を採用した。各計算値と実験値最大荷重の比は、修正大野・荒川 min 式では 95~110%、靱性保証型耐震設計指針式では 64~85%、二羽式では 87~103% となった。これより、本工法を施した試験体のせん断終局耐力は修正大野・荒川 min 式や二羽式では、概ね評価が可能であるのに対し、靱性保証型耐震設計指針式では、過大評価していることがわかった。

4. まとめ

本研究ではボックスカルバート構造物などに対して、

基礎的なせん断補強効果を把握するため、本研究で対象としたせん断補強工法を施した単純支持梁の 2 点集中載荷実験を実施した。得られた知見を以下に記す。

- 1) すべての試験体で主鉄筋は降伏せず、あと施工せん断補強鉄筋は降伏ひずみに達していることより、本工法によるせん断補強は有効に効果を発揮したことがわかった。
- 2) あと施工せん断補強鉄筋を施していない試験体との比較から、本工法によるせん断補強は十分な荷重上昇が望めることがわかった。
- 3) 機械式継手の個数の違いによる比較より、機械式継手を有したせん断補強鉄筋はあと施工せん断補強材として有効に用いることができる。
- 4) あと施工せん断補強鉄筋先端の打込み深さの違いによる比較より、補強鉄筋が引張主鉄筋まで到達しない場合でもせん断補強効果の影響は引張主鉄筋まで到達しているものとほぼ同等の効果を持つ。
- 5) 実験値最大耐力と計算値の比較より、各計算値と実験値最大荷重の比は、修正大野・荒川 min 式では 95~110%、靱性保証型耐震設計指針式では 64~85%、二羽式では 87~103% となり、本工法を施した試験体のせん断終局耐力は修正大野・荒川 min 式や二羽式では、概ね評価が可能であるのに対し、靱性保証型耐震設計指針式では、過大評価していることがわかった。

【参考文献】

- 1) 岡本晋他：後施工プレート型せん断補強鉄筋による耐震補強工法の開発、大成建設技術センター報、第 40 号、(2007)
- 2) 土木研究センター：「RMA」、建設技術審査証明報告書、平成 28 年 2 月
- 3) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説、P157、2010 年 2 月
- 4) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説、P165、2010 年 2 月
- 5) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説、P142、1999 年 8 月
- 6) 二羽淳一郎他：せん断補強を用いない RC はりのせん断強度式の再評価、土木学会論文集、第 372 号/V-5、1986.8
- 7) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準指示書設計編、P180-182

【謝辞】

本研究を進めるにあたり貴重な助言とご指導を頂いた北嶋研究室の皆様へ深く感謝の意を表します。

Table 1 Test results

試験体名	実験値				計算値荷重			実験値最大荷重/計算値荷重		
	曲げひび割れ荷重[kN]	せん断ひび割れ荷重[kN]	最大荷重[kN]	補強後 / 補強前	建築学会			建築学会		
					修正大野・荒川 min 式[kN]	靱性保証型耐震設計指針式[kN]	二羽らの式 + トラス理論式[kN]	修正大野・荒川 min 式	靱性保証型耐震設計指針式	二羽らの式 + トラス理論式
C_1	200	1260	1350	-	1416	1135	1546	0.95	1.19	0.87
$C_1+cD19-J0-950$	200	1400	2559	1.90	2502	3260	2694	1.02	0.78	0.95
$C_1+vD19-J0-950$	200	1300	2513	1.86	2496	3255	2691	1.01	0.77	0.93
$C_1+cD22-J0-950$	200	1100	2596	1.92	2686	4031	3111	0.97	0.64	0.83
$C_1+vD22-J0-950$	200	1300	2872	2.13	2692	4036	3114	1.07	0.71	0.92
$C_1+cD25-J0-950$	200	1300	3143	2.33	2865	3996	3091	1.10	0.79	1.02
$C_1+vD25-J0-950$	300	1300	3070	2.27	2858	4797	3526	1.07	0.64	0.87
$C_1+vD19-J1-950$	350	1400	2805	2.08	2510	3309	2720	1.12	0.85	1.03
$C_1+vD19-J2-950$	200	1500	2588	1.92	2510	3309	2720	1.03	0.78	0.95
$C_1+vD19-J0-911$	300	1300	2382	1.76	2458	3151	2634	0.97	0.76	0.90
$C_1+vD19-J0-831$	250	1300	2370	1.76	2492	3177	2650	0.95	0.75	0.89