

(V-52) 重ね継ぎ手部分を鋼板巻き補強した部材の交番載荷試験
(その2: 付着性状)

J R 東日本 東京工事事務所 ○正会員 大屋戸理明
J R 東日本 東京工事事務所 正会員 吉田 忠司
J R 東日本 東京工事事務所 正会員 山内 俊幸
J R 東日本 東京工事事務所 正会員 野澤伸一郎

1. はじめに

鉄筋コンクリートの柱部材において、主筋の重ね継ぎ手を同一断面に集め、周囲を鋼板で補強した試験体を製作し、正負交番載荷試験を行った¹⁾。その試験結果と、過去に行われた同様の試験²⁾の結果について、破壊性状および鉄筋歪等の計測結果から、主に付着性状に着目して考察する。

2. 主鉄筋の歪分布

代表例として、試験体No.2の主鉄筋において引張側となったときの歪分布を図1に示す。図中、1δは載荷荷重増加中に主鉄筋の歪が減少に転じた時点(以下、付着破壊開始時点とする)の載荷点水平変位量を示す。(但し、以下、試験体No.3については主鉄筋が降伏に達した時点の載荷点水平変位量とする。)図によると、載荷が進むに従って、同一位置の鉄筋歪が減少しているが、これは試験後に観察した主鉄筋周囲のすべり破壊状況¹⁾から、継ぎ手部の付着破壊が進展したためであると考えられる。なお、載荷終了時まで主鉄筋が引張降伏に達したのは、試験体No.3の柱固定端近傍のみであった。

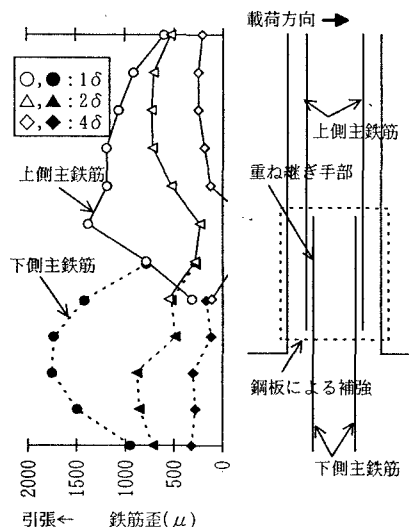


図1 主鉄筋の歪分布例(試験体No.2)

3. 継ぎ手長算定式

従来用いられている重ね継ぎ手長(以下、単に継ぎ手長という) l の算定式³⁾を式1)に示す。

$$l = \phi \cdot \{f_{syd} / 4\sqrt{f'_{cd}} - 13.3\} / \{0.318 + 0.795C_b / \phi + 11.925A_t / S / \phi\} \cdots 1)$$

ここに、 f_{syd} : 鉄筋の設計引張降伏強度(kgf/cm²)、 f'_{cd} : コンクリートの設計圧縮強度(kgf/cm²)、 ϕ : 定着する鉄筋の直径(cm)、 C_b : 定着する鉄筋のかぶり、定着する鉄筋のあきの1/2のうち、小さい方の値(cm)、 A_t : 仮定される割裂破壊断面に垂直な横方向鉄筋の断面積(cm²)、 S : 横方向鉄筋の中心間隔(cm)。

この式に、鋼板で補強したことによる付着耐力への影響を考慮するため、 f'_{cd} に変更を加えた式2)を考えた。これは、鋼板の拘束効果により、鋼板の厚さと部材断面の幅の比の平方根に比例してコンクリート強度が見かけ上増加するとして導出した簡易算定式である。同式中の平方根に乘じる係数13は、文献²⁾の実験結果において主鉄筋が降伏せず付着破壊した試験体の継ぎ手長が算定値を下回るように決定した。また、鋼板で補強した部分では部材表面に進展した割裂ひびわれは開口しないとの仮定から、 C_b は下のように定義した。

$$l = \phi \cdot [f_{syd} / 4\sqrt{f'_{cd} \cdot \{13\sqrt{(t/b)} + 1\}} - 13.3] / [0.318 + 0.795C_b / \phi + 11.925A_t / S / \phi] \cdots 2)$$

ここに、 t : 鋼板の厚さ(cm)、 b : 部材断面の幅(cm)、 C_b : 定着する鉄筋のあきの1/2(cm)

4. 鋼板の拘束効果

表1に試験結果を総括し、過去の試験結果²⁾と併記する。表において、主鉄筋と鋼板の最大歪は、それぞれ正負1δを1回ずつ載荷終了するまでに計測された最大の歪を示す。また、推定継ぎ手長 l_t は、鋼板なしと

キーワード: 重ね継ぎ手、鋼板巻き補強、交番載荷、付着応力

連絡先: 〒151-8512 渋谷区代々木2-2-6 TEL: 03-3320-3482 FAX: 03-3372-7980

仮定して式1)から求めた値であり、推定継ぎ手長 l_2 は、鋼板による効果を考慮した式2)から求めた値である。さらに、式1)において鋼板による補強を横方向鉄筋によるそれと見なし、 A_t/S を鋼板厚 t と置き換えて計算した値を推定継ぎ手長 l_3 として示した。鋼板歪は、載荷方向に直角な面の鋼板表面（上下端からそれぞれ30mm ずつ離れた位置）の水平・垂直歪測定値である。なお、表に示した試験は全て正負交番載荷試験であるが、付着破壊が始まる（又は主鉄筋が降伏する）までは単調載荷としているため、主鉄筋の繰返し応力の影響を考慮していない上述の算定式を用いても差し支えないものと考えた。

表の推定継ぎ手長 l_1 について見ると、継ぎ手長 l が40cmで l_1 (53.1cm)より短い試験体No.3において、主鉄筋の定着が降伏まで保持されたことから、鋼板による補強で付着耐力が増加していることが確認できる。

次に、推定継ぎ手長 l_2 については、 l_2 にほぼ等しい継ぎ手長 ($l=30$ cm) の試験体No.2の主鉄筋最大引張歪が、降伏歪 (2100 μ) に近い1750 μ にまで達していることから、本試験の柱断面では l_2 程度以上の継ぎ手長があれば降伏まで主鉄筋の定着が保持できることがわかる。また、継ぎ手長 l が l_2 を下回った試験体は全て主鉄筋が降伏に至ることなく付着破壊に至っていることから、式2)による必要継ぎ手長の推定は概ね妥当であることが分かる。

推定継ぎ手長 l_3 については、文献²⁾の試験体No.4を除く全ての試験体において l より小さい値となっており、この方法では表に示す破壊形式を推定できないと考えられる。

また、主鉄筋の圧縮歪の最大値は、付着破壊を起こした試験体を含む今回の全ての試験体において概ね1300 μ 付近であり、圧縮側の主鉄筋は付着破壊を起こしていないことがわかる。

なお、表中の鋼板最大引張歪は降伏歪をかなり下回っていることから、付着破壊開始時点では鋼板の能力は十分に発揮していないと考えられる。

4. おわりに

実験と考察により、以下のことが確認できた。

- 1.鋼板巻き補強により、継ぎ手長を従来算定式の無補強時の算定値より短くすることができる。
- 2.鋼板の効果を見かけ上のコンクリート強度の増加に置き換えた簡易な継ぎ手長算定式を考案した。この方法により、主鉄筋の降伏まで付着を保持するために必要な継ぎ手長をほぼ推定できることが確認できた。

表 1 試験結果総括

試験体No.	1	2	3	4	1 ²⁾	2 ²⁾	3 ²⁾	4 ²⁾	5 ²⁾	6 ²⁾
断面寸法B×H(cm)	40×40				25×25		20×20	25×25	20×20	
主鉄筋径φ(mm),本数	16 , 7×7				19 , 3×3					
主鉄筋降伏点(N/mm ²)	382				397					
コンクリート強度(N/mm ²)	33.0	30.4	29.7	12.1	30.4	29.8	30.2	24.9	28.9	26.5
鋼板厚t(mm)	3.2				6			12		9
t/B	0.008				0.024			0.030	0.048	0.045
継ぎ手手長ℓ(cm)	20	30	40	40	32	24	16			
ℓ/φ	12.5	18.8	25.0	25.0	16.8	12.6	8.4			
推定継ぎ手手長ℓ ₁ (cm)	49.5	52.3	53.1	92.8	51.3	52.0	51.6	85.7	53.0	82.5
推定継ぎ手手長ℓ ₂ (cm)	28.4	30.3	30.8	57.8	23.0	23.4	23.1	37.4	19.5	31.6
推定継ぎ手手長ℓ ₃ (cm)	17.3	18.3	18.6	32.5	15.5	15.7	15.6	19.6	9.5	13.6
破壊形式 ^{*1}	B	B	Y→B	B	Y→B	Y→B	B	B	B	B
主鉄筋最大引張歪(μ)	1110	1750	2190	1000	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2
主鉄筋最大圧縮歪(μ)	-1360	-1320	-1250	-1280	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2
鋼板最大引張歪(μ)	200	490	250	320	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2

*1 破壊形式 B: 付着破壊 Y→B: 主鉄筋降伏後付着破壊 *2 文献に記載なし

参考文献

1) 吉田 忠司、大屋戸理明、山内 俊幸、野澤伸一郎：重ね継ぎ手部分を鋼板巻き補強した部材の交番載荷試験（その1：試験概要と変形性能）、土木学会第25回関東支部技術研究発表会講演概要集、第V部門、平成10年
2) 鷹野秀明、鎌田則夫、小原和宏：鉄筋の重ね継手部を鋼管巻きとした部材の耐力と変形性能、土木学会第50回年次学術講演会、V-391、pp782～783、平成7年9月
3) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説ーコンクリート構造物ー、p449、平成4年11月