

V-500

重ね継手部分を角型断面の鋼板で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 渡部太一郎
 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 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⁾の結果に基づき、主に付着性状に着目して考察する。

2. 主鉄筋の歪分布

各試験体の載荷点水平変位 1δ 時の主鉄筋歪を図1に示す。ここで、 1δ は主鉄筋が降伏に達した時点の載荷点水平変位とするが、試験体No. 3以外は主鉄筋が降伏する前に鉄筋の歪が減少に転じたため、その時点の載荷点水平変位とした。なお、載荷終了時（破壊）までに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。

3. 継手長算定式・付着強度算定式

従来用いられている重ね継手長（以下、単に継手長という） l_1 の算定式³⁾を式(1)に示す。

$$l_1 = \phi \cdot \{f_{syd}/4\sqrt{f'_{cd}} - 13.3\} / \{0.318 + 0.795C_b/\phi + 11.925A_t/s/\phi\} \cdots (1) \quad \text{図1 主鉄筋の} 1\delta \text{時歪分布(引張側)}$$

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、鋼板の拘束効果により、鋼板の厚さ t (cm)と部材断面の幅 b (cm)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、 f'_{cd} に変更を加えた式(2)を考えた。同式中 t/b の平方根に乘じる係数20は、本文と文献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手長が算定値を下回るように決定した。

$$l_1 = \phi \cdot [f_{syd}/4\sqrt{f'_{cd} \cdot (20\sqrt{t/b} + 1)} - 13.3] / \{0.318 + 0.795C_b/\phi + 11.925A_t/s/\phi\} \cdots (2)$$

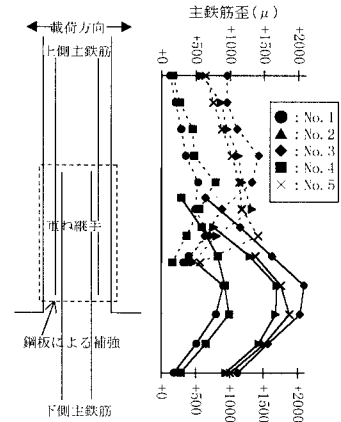
同様に、日本建築学会で採用されている付着強度算定式⁴⁾にも鋼板の拘束効果によるコンクリート強度増加分を考慮した提案式を下のように考えた。

$$\tau = 1.22 \cdot (0.307b_i + 0.427) \sqrt{f'_{cd} \cdot (20\sqrt{t/b} + 1)} \cdots (3)$$

ここに、 $b_i = (b - \Sigma \phi) / \Sigma \phi'$ ($\Sigma \phi$ ：重ね継手の主筋直径の総和、 $\Sigma \phi'$ ：重ね継手外の主筋直径の総和(cm))⁵⁾

4. 鋼板の拘束効果

表1に試験結果をまとめ、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。推定継手長 l_1 は、鋼板を無視して式(1)から求めた値であり、推定継手長 l_2 は、鋼板による効果をせん断補強鉄筋による効果 A_t/s に換算して計算した値である。また推定継手長 l_3 は、式(2)から求めた値である。図2に l_1 と l_2 、 l_3 との比較を示す。なお、図中の斜線は破壊形式 B と Y→B との境界を表わすべき基準線である。図3に式(1)の元式である付着強度算定式より継手長 l_s と鉄筋径 ϕ との比 l_s/ϕ と、継手強度をコンクリート強度で無次元化し

図1 主鉄筋の 1δ 時歪分布(引張側)

キーワード：重ね継手、鋼板巻き補強、交番載荷、付着強度

連絡先：〒151-8512 渋谷区代々木2-2-6 TEL：03-3379-4353 FAX：03-3372-7980

表1 試験結果

試験体No.	1	2	3	4	5	11 ²⁾	12 ²⁾	13 ²⁾	14 ²⁾	15 ²⁾	16 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	73.5	30.4	29.8	30.2	24.9	28.9	26.5
鋼板厚t(mm)	3.2					6				12	
継ぎ手長l (cm)	20	30	40	40	20	32	24	16	16	16	16
l/φ	12.5	18.8	25.0	25.0	12.5	16.8	12.6	8.4	8.4	8.4	8.4
推定継ぎ手長 l ₁ (cm)	77.4	81.8	83.0	145.0	43.3	64.0	64.8	64.3	121.0	73.1	126.5
推定継ぎ手長 l ₂ (cm)	42.3	44.7	45.4	79.3	23.7	22.0	22.3	22.1	28.9	14.0	20.4
推定継ぎ手長 l ₃ (cm)	36.0	38.6	39.3	76.5	15.6	21.9	22.3	22.0	40.4	19.4	35.6
破壊形式 ^{*1}	B	B	Y→B	B	B	Y→B	Y→B	B	B	B	B
主鉄筋最大引張歪(μ)	1110	1750	2190	1000	1930	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2
鋼板最大引張歪(μ)	200	490	250	320	570	-*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

*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

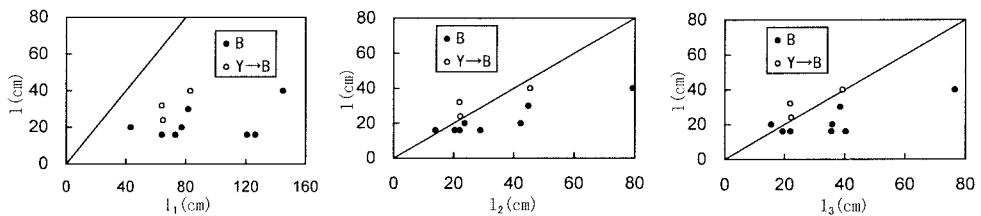


図2 実継手長と各算定式の比較

た $\tau/\sqrt{\sigma_B}$ との関係を求め、実験値と比較したグラフを示す。

推定継手長 l_1 について見ると、計算値は破壊形式を正しく評価していないことがわかり、鋼板による補強で付着耐力が増加していることが推定できる。また、図3よりこの実験では l_s/ϕ による付着応力への影響はみられなかった。

l_2 については、計算値は、試験体No. 3、15を除きある程度破壊形式を表しているといえる。

l_3 については、試験体No. 5が計算値(15.6cm)に比して実継手長 l が20cmと長いにもかかわらず付着破壊を起こしているものの、主鉄筋歪は1930μとほぼ降伏歪(2020μ)に達していることを考えると、概ね妥当であることがわかる。

図4に式(3)と実験による鉄筋の歪分布から求まる付着応力との比較を示す。鉄筋が降伏近くまで付着が保持された試験体No. 2、5においては、計算値は実験値に比べてばらつきがみられるが、明らかに継手破壊した試験体No. 1、4においては実験値と良い一致を示しており、式(3)は付着強度を概ね良く評価しているといえる。

5. 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重ね継手長の算定式を考案した。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手長をほぼ推定できることが確認できた。

参考文献 1) 吉田 忠司、大屋戸理明、山内 俊幸、野澤伸一郎：重ね継手部分を角型断面の鋼板で補強した部材の交番載荷試験(その2：試験概要と変形性能)、土木学会第53回年次学術講演会概要集、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、p782～783、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—コンクリート構造物—、p449、平成4年11月。 4) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説、p137、平成2年11月。 5) 師橋憲貴、桜田智之：全数重ね継手の付着割裂強度と重ね継手長さの関係、コンクリート工学年次論文集、vol. 19 No. 2、p. 609～614、平成9年。

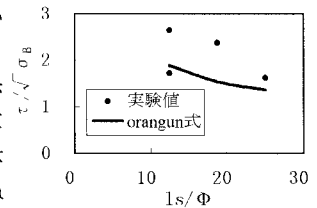


図3 $\tau/\sqrt{\sigma_B}-l_s/\phi$ 関係

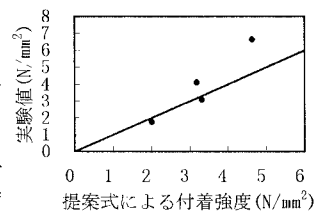


図4 付着強度の比較