

新潟県

正員 河治 功

長岡技術科学大学工学部

正員 林 健治

長岡技術科学大学工学部

正員 笹戸 松二

1 まえがき

本研究は、“鉄筋コンクリート構鋼の新しい接合法”¹⁾で報告した新接合法による継手とガス圧接継手との継手性能を比較検討して、新接合法の有効性を明らかにし、その確立を目差すものである。そこで、屋外での苛酷な条件を想定して、鉄筋端面処理を行わずに、故意に圧接面を酸化させた状態で本接合法による継手を製作し、各種継手性能試験及び有限要素法による応力解析等により、本継手とガス圧接継手の継手性能の比較検討を行った。なお、以下において、この新接合法を「カプラー圧接法」、この方法による継手を「カプラー圧接継手」と呼ぶこととする。

2 実験概要

供試材として、鉄筋には、熱間圧延異形棒鋼のSD35を用い、カプラー材には、圧着継手に用いられている市販のカプラー（機械構造用炭素鋼鋼管のSTKM13A）を用いた。試験項目は、表1に示す通りで、継手性能試験のD38のガス圧接継手及びカプラー圧接継手については、さらに、温度測定、マクロ組織試験、硬さ試験等を実施した。試験体形状は、図1に示すようにし、ガス圧接継手及びカプラー圧接継手の鉄筋公称径に対するふくらみ高さの比は、それぞれの継手で一定に保った。

3 実験結果及び考察

(1) 引張特性 土木学会鉄筋継手評価指針(案)²⁾（以下「指針」と呼ぶこととする）に準じて、カプラー圧接継手の静的耐力性能を判定した結果を、表2に示す。この結果より、カプラー圧接継手は、母材相当の引張特性を有する有効な継手であることが判明した。

(2) 高サイクル疲労特性 カプラー圧接継手の指針に基づいた高

サイクル疲労性能の判定結果は、表3に示す通りで、本

継手は、十分この条件を満足することが認められた。ま

た、ガス圧接継手、カプラー圧接継手ともに、図2に示

す圧接付け根部のふしの圧接面側でキ裂が発生し、疲労

破断した。この原因は、圧接部でのふしの周囲が圧縮さ

れ、その部分の応力集中が高くなったことが考えられる。

(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定

次に、鉄筋母材及び各継手の200万回疲労強度の結果を

表4に示す。この結果より、カプラー圧接継手は、ガス

圧接継手より、200万回疲労強度は、若干劣る。この原

因として、検討した項目を以下に列挙する。

(a) 加熱温度の測定結果から、カプラー圧接継手の方

が、昇温及び冷却の速度がともに小さく、継手の材質劣

化の可能性が低い。

(d) 加熱温度の測定結果から、カプラー圧接継手の方

が、昇温及び冷却の速度がともに小さく、継手の材質劣

化の可能性が低い。

表1 試験項目

試験体	試験項目	引張試験 (各3体)		疲労試験 (各10体以内)	
		試験体	試験項目	試験体	試験項目
継手性能試験	鉄筋母材	D22	TDD-22	—	—
		D25	TDD-25	FDD-25	—
		D32	TDD-32	FDD-32	—
		D35	TDD-35	—	—
		D38	TDD-38	FDD-38	—
		D25	TGD-25	FGD-25	—
	ガス圧接継手	D32	TGD-32	FGD-32	—
		D38	TGD-38	FGD-38	—
	カプラー圧接継手	D22	TCDD-22	FCD-22	—
		D25	TCDD-25	FCD-25	—
		D32	TCDD-32	FCD-32	—
		D35	TCDD-35	FCD-35	—
熱サイクル試験	鉄筋母材	D38	TDR-38	FDR-38	—
	ガス圧接継手	D38	TGR-38	FGR-38	—

記号 添字 T: Tensile, F: Fatigue
第2文字 D: 鉄筋母材, G: ガス圧接継手, C: カプラー圧接継手
第3文字 D: Deformed, R: Round (平滑)
第4文字 22: D22, 25: D25, 32: D32, 35: D35, 38: D38



(a) 鉄筋母材 (i): 疲労試験



(a) 鉄筋母材



(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



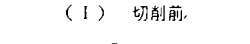
(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



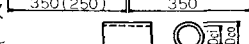
(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



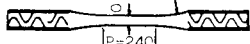
(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



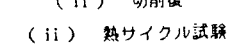
(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



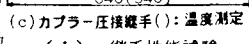
(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



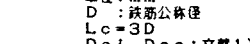
(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定



(b) ガス圧接継手 (i): 温度測定

図1 試験体形状

(b) 加圧力の測定結果から、カプラー圧

接継手の方が予ひすみによる材質劣化を生じやすい。

(c) ビッカース硬さ試験の結果から、カプラー圧接継手よりガス圧接継手の方が圧接面の硬さが若干高く、圧接ふくみみ付け根部からその少し外側にかけて軟化部が見られた。従って、ガス圧接継手の方が、上述の硬化及び軟化により、疲労強度の低下する可能性が高い。

(d) 有限要素法による応力解析より、カプラー圧

接継手は、圧接面が分離しなければ、ガス圧接継手と応力分布は類似するが、圧接面が分離すると、最大応力の生ずる位置が数箇所に加え、複数キ裂の発生する可能性があり、その際の疲労性状の変状に注意する必要がある。

(e) 母材及びガス圧接継手の平滑試験片の200万回疲労強度は、それぞれ 38.0 kg/mm^2 と 39.2 kg/mm^2

では同程度の結果であり、熱ひすみ履歴の影響は現れなかった。

(f) ガス圧接継手とカプラー圧接継手を縦割りして、ふし形状を観察した結果、カプラー圧接継手は、ガス圧接継手よりふし

付け根の切欠きが鋭い。この部分の応力集図2 ガス圧接継手のキ裂発生位置中が、カプラー圧接継手の疲労強度を低下させた一因と考えられる。

以上より、カプラー圧接継手の疲労強度低下は、加熱及び加圧力の履歴にほとんど影響されず、形状的な応力集中の影響が大きいものと考えられる。

4 結び

上記の実験結果及び考察より、カプラー圧接継手は、端面処理等の煩雑な前処理を必要とせず、鉄筋とカプラーのくさび効果により、十分な静的及び動的耐力性能を有する機械的接合法である。従って、本接合法は、苛酷な条件下にある建設現場における作業に適し、操作が簡便で品質管理も容易にでき、経済性に優れ、高い信頼性を有するなど、極めて有効な現場接合法である。しかし、本接合法による継手の疲労強度への影響因子について、まだ不明な点があり、今後とも検討を要すると考えられる。

謝辞

本研究をまとめるに当り、多くの御尽力と御激励を頂いた長岡技術科学大学の丸山久一助教授、(株)神戸製鋼所の森脇良一氏、同構造研究所の榊原英雄氏、日高孝雄氏、東海ガス圧接(株)の方々並びに長岡技術科学大学の高野一男氏、中村裕剛氏の両投官の各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 宮口、林、笹戸：鉄筋コンクリート棒鋼の新しい接合法、本講演概要集
- 2) 土木学会コンクリート委員会：鉄筋継手指針、コンクリートライブラリー No.49(1982.2)

表2 カプラー圧接継手の静的耐力性能判定結果

項目 試験体	強度 (kg/mm^2)	軸方向剛性 ($\times 10^4 \text{ kg/mm}^2$)		残留変形量 より除荷 (mm)	判 定
		引張強さ 0.7 σ_y 時	みかけのヤング係数 0.95 σ_y 時		
TCD-22	60.2	3.68 (1.73)	3.97 (1.86)	0.01	$60.2 \text{ kg/mm}^2 > 50 \text{ kg/mm}^2$, $1.73 > 1.0$ $0.01 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$, $1.84 > 0.9$ A級
TCD-25	61.2	2.28 (1.14)	2.15 (1.08)	0.04	$61.2 \text{ kg/mm}^2 > 50 \text{ kg/mm}^2$, $1.14 > 1.0$ A級 $0.04 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$, $1.08 > 0.9$
TCD-32	61.3	2.45 (1.11)	2.54 (1.15)	0.02	$61.3 \text{ kg/mm}^2 > 50 \text{ kg/mm}^2$, $1.11 > 1.0$ A級 $0.02 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$, $1.15 > 0.9$
TCD-35	60.1	2.80 (1.41)	2.68 (1.35)	0.02	$60.1 \text{ kg/mm}^2 > 50 \text{ kg/mm}^2$, $1.41 > 1.0$ A級 $0.02 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$, $1.35 > 0.9$
TCD-38	60.4	2.35 (1.12)	2.35 (1.12)	0.05	$60.4 \text{ kg/mm}^2 > 50 \text{ kg/mm}^2$, $1.12 > 1.0$ A級 $0.05 \text{ mm} < 0.3 \text{ mm}$, $1.12 > 0.9$

注) () の数値は、母材のみかけのヤング係数との比。
※は、3体の内最低値。

表3 カプラー圧接継手の高サイクル繰返し耐力性能試験結果

項目 試験体	全振幅応力 S_g (kg/mm^2)	200万回 疲労結果	変形量 Δ (mm)	残留変形量 δ (mm)	判 定
FCD-22	13.9	破断せず	0.04	0.01	$13.9 \text{ kg/mm}^2 > 10 \text{ kg/mm}^2$ $0.01 \text{ mm} < 0.2 \text{ mm}$ ∴ 合格
FCD-25	13.8	破断せず	0.09	0.00	$13.8 \text{ kg/mm}^2 > 10 \text{ kg/mm}^2$ $0.00 \text{ mm} < 0.2 \text{ mm}$ ∴ 合格
FCD-32	11.5	破断せず	0.06	0.01	$11.5 \text{ kg/mm}^2 > 10 \text{ kg/mm}^2$ $0.01 \text{ mm} < 0.2 \text{ mm}$ ∴ 合格
FCD-35	11.0	破断せず	0.06	0.01	$11.0 \text{ kg/mm}^2 > 10 \text{ kg/mm}^2$ $0.01 \text{ mm} < 0.2 \text{ mm}$ ∴ 合格
FCD-38	11.1	破断せず	0.04	0.00	$11.1 \text{ kg/mm}^2 > 10 \text{ kg/mm}^2$ $0.00 \text{ mm} < 0.2 \text{ mm}$ ∴ 合格

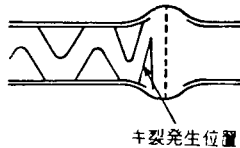


表4 200万回疲労強度

項目 試験体	200万回疲労強度 (kg/mm^2)				
	D22	D25	D32	D35	D38
鉄筋母材	—	22.9	22.6	—	21.9
ガス圧接継手	—	11.1	16.7	—	18.7
カプラー圧接継手	16.2	14.9	11.5	12.3	11.2