

既製コンクリート杭継手の溶接環境条件に関する曲げ性能試験報告書

コンクリートパイル建設技術協会 施工委員会

1. 試験目的

本試験は、施工現場における溶接環境条件と同様の条件下で溶接施工を実施した既製コンクリート杭の溶接部温度変化の確認、溶接後の冷却方法による同部の温度変化の確認並びに同杭を用いた単純曲げ試験結果から冷却方法が杭の溶接継ぎ手部の曲げ性能に及ぼす影響について確認することを目的とした。

2. 曲げ試験日時及び場所

(1) 曲げ試験日

平成 16 年 2 月 12 日

(2) 試験場所

大同コンクリート工業(株)茨城工場：茨城県猿島郡総和町大字北利根 1

3. 試験杭の種類

本試験に使用した既製コンクリート杭は、杭長 5m で製造後、電動カッターで杭中央部から切断したものを 2 セット製作し試験体に供した。杭仕様を表-1 に示す。

表-1 試験杭の種類

試験体番号	杭径 D (mm)	種類	設計値		溶接環境条件
			ひび割れ曲げ モーメント Mcr (kN・m)	終局曲げ モーメント Mu (kN・m)	
N - 1	300	PHC - C 種 5m(2.5+2.5)	39.2	78.5	半自動溶接 (自然冷却)
W - 1	300	PHC - C 種 5m(2.5+2.5)	39.2	78.5	半自動溶接 (急冷)

備考 1) PHC 杭の基準強度は、85 N/mm² とした。

2) 継ぎ手の開先形状寸法は、C O P I T A 仕様で、開先深さは 8 mm のものを使用した。

3) 杭径は、継ぎ手溶接時間が短くなるよう 300mm を選択した。

4. 試験体の製作方法並びに溶接部温度測定方法

(1) 試験体の製作概要

既存の埋設鋼管内に、下杭を建込んでワイヤで係止して継ぎ手部にガイドリングを取り付ける。次に上杭を吊り込み、下杭と上杭の軸線を合致させて部分仮付け溶接をしてガイドリングを取り外し、本溶接を作業手順書にしたがって実施し、試験体を製作した(図-1 参照)。溶接時に溶接部の温度変化を計測する為に熱電対センサーを取り付けた。

(2) 溶接環境条件の種類

継ぎ手溶接後の冷却条件の種類は、条件の良いとされる自然冷却した場合とプレボーリング工法を想定し溶接部が水中で急冷した場合の 2 種類とした(図-1、表-2 参照)。

(この際、溶接部温度変化の測定を行うこととした。)

表-2 溶接継手部の溶接条件

試験体番号	冷却方法	パス数	溶接環境条件
N - 1	自然冷却	2	ヤードで外気中において自然冷却
W - 1	急冷	2	溶接完了直後(30 秒後)に鋼管中の水に浸漬

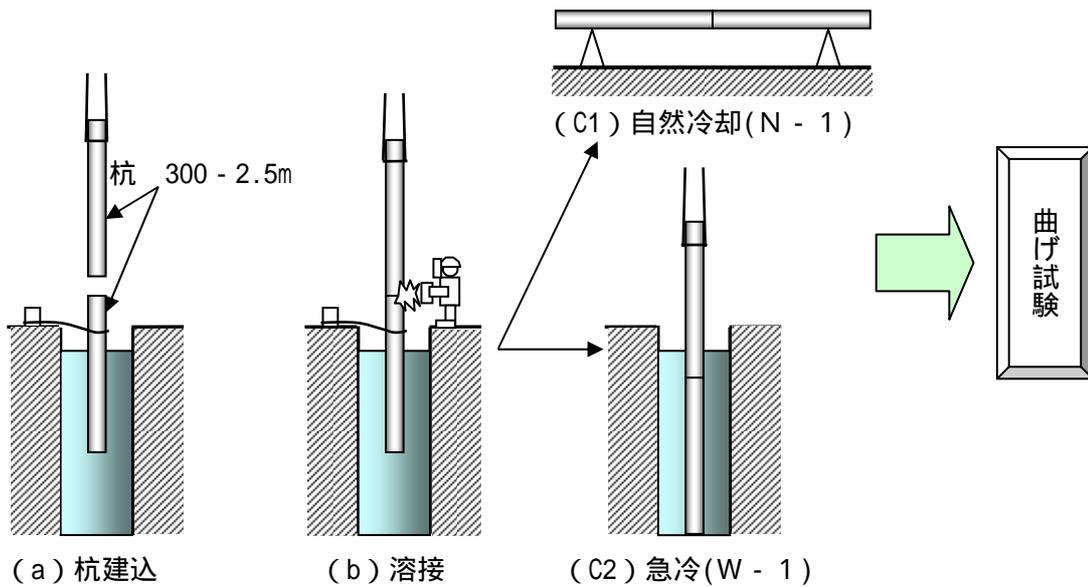


図-1 試験体の製作・試験概要

(3) 継ぎ手部の温度測定方法

溶接継ぎ手部の温度測定は、2試験体について下記のとおり行った。

1) 溶接継ぎ手開先部温度の測定

継ぎ手開先部に熱電対(高温対応型)を相対象の2ヶ所に取り付け、溶接作業開始時から測定を行い、初期時には測定ピッチを短く設定し、放冷に入ってからピッチを長く設定した。

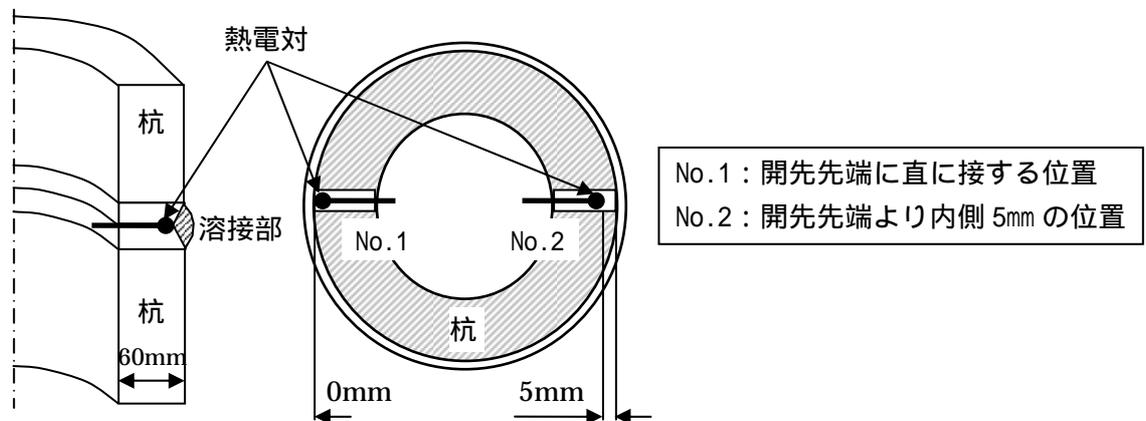


図-2 継ぎ手溶接部の熱電対取り付け位置図

2) 外気温

熱電対により測定を行う。

3) 水温

鋼管中の水の温度を G.L. - 5.0m 付近で、熱電対により測定を行った。併せて溶接部の外観検査も実施した。

5. 曲げ試験方法

(1) 載荷方法

試験は、JIS A 5373(プレキャストプレストレストコンクリート製品)附属書 5 に準じ、2点、載荷の単純梁載荷方法とした。継ぎ手部の載荷方法を図-3 に示す。

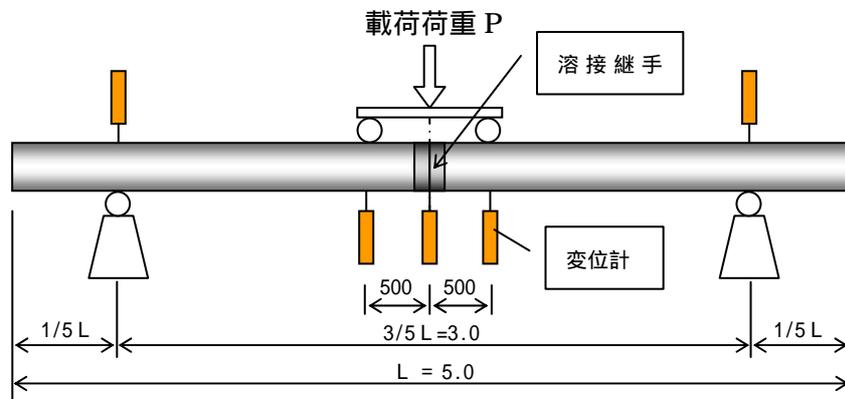


図-3 継ぎ手部の載荷方法

(2) ひずみ測定

ひずみの測定は、ワイヤーストレインゲージ(L=60mm)を用いて行う。ワイヤーストレインゲージの貼り付け位置を図-4 に示す。

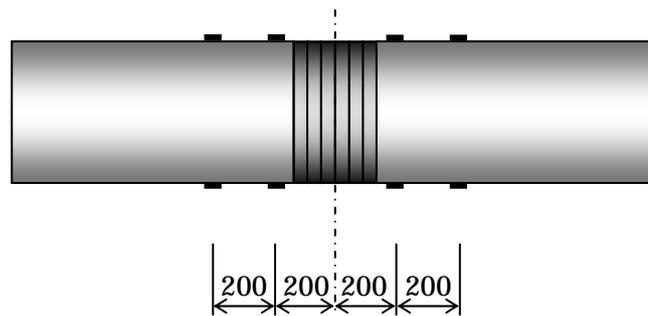


図-4 ひずみゲージ取り付け位置

6. 試験結果

(1) 溶接施工試験結果

1) 溶接施工記録

各試験体 N - 1、W - 1 の溶接施工記録を表-3 に示す。

表-3 各試験体溶接施工記録

試験体番号	N - 1	W - 1
施工年月日	平成 16 年 2 月 3 日	平成 16 年 2 月 12 日
天候	曇り	晴れ
気温 ()	8	5
風速 (m/s)	無風	無風
杭径 (mm)	300	300
パス数	2	2
冷却条件	自然冷却	急冷
溶接時間	7	8
外観検査	良好	良好

2) 溶接継ぎ手部の溶接温度変化記録

各試験体の溶接時から溶接後の継ぎ手における温度変化グラフを図-5 に示す。(a)は N - 1 (自然冷却)、(b)はW - 1 (急冷)である。

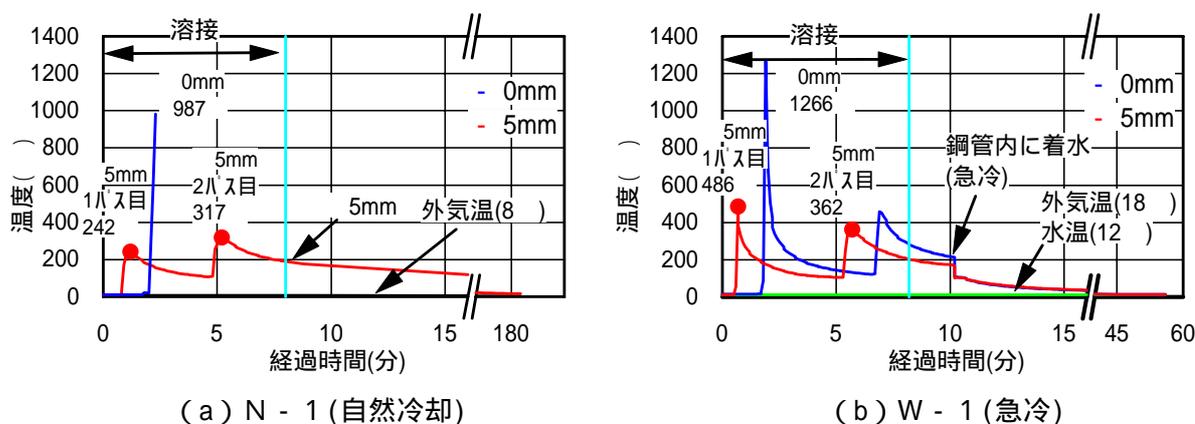


図-5 温度 - 経過時間曲線

測定位置 No.1 (開先から距離 0mm)

No.1(0mm)の最高温度はN - 1、W - 1それぞれ、987、1266 であった。溶接施工におけるアーク状況に大きな問題が無いことを確認した。その後、N - 1の熱電対は破損し計測不能となった。

測定位置 No.2 (開先から距離 5mm)

N - 1、W - 1とも2パスで溶接したため、完了までに温度ピークが2箇所計測された。N - 1の1パス目の最高温度(242)は、2パス目(317)に対して低い。これは、計測時間間隔が粗いため最高温度を計測できないためである。一方、W - 1の1、2パスの最高温度は、それぞれ486、362 であり、2パス目の温度が低い結果となった。

N - 1 (自然冷却)測定結果

2パス目の最高温度は317 であるが、10分経過後、120 まで降下した。これは、溶接棒が通過する際には大きな熱が発生するが、通過後は大きな熱が供給されないため短時間で放冷されたと考えられる。その後、自然冷却の為、W - 1と比較して非常に緩やかに降下し、約3時間後にほぼ外気温になった。

W - 1 (急冷) 測定結果

着水前の温度は166 であったが、鋼管内に着水と同時に102 まで温度低下し、溶接開始から50分経過後ほぼ水温と同程度になった。

以上のように既製コンクリート杭において継ぎ手溶接部の溶接による温度変化データはこれまで測定された例が見当たらないこともあり、貴重なデータが収集できたものとする。コンクリート杭の継ぎ手は、鉄鋼部分とコンクリート部が接触していることから熱伝導がよいと思われる比較的早く熱降下するとも考えられる。これまでの経験的予測ではなく実験的に温度の降下が比較的早いことが確認できた。

(2) 曲げ試験結果

1) 曲げ試験状況

曲げ試験後の試験体状況を写真-1(a)、(b)に示す。各試験体ともひび割れクラックが載荷点内の引張り側に発生し、圧縮側コンクリートの圧壊により終局破壊となった。継ぎ手溶接部には、口開きやクラック等の外観異常は見られず継ぎ手部の安全性に問題が無い事が確認できた。



(a) N - 1 (自然冷却)



(b) W - 1 (急冷)

写真-1 曲げ試験後の試験体状況

2) 曲げ試験性能

各試験体の曲げ試験結果を表-4に示す。各試験体とも設計ひび割れ曲げモーメント並びに終局曲げモーメントの設計値に対して30~40%程度の安全率が確保されており、継ぎ手部での破壊は見られず杭本体部での圧縮破壊が確認されている。両試験体間での有意な差は確認できず、溶接部も杭材耐力と同等以上の耐力を十分得られていることが確認できた。

表-4 曲げ試験結果

試験体 番号	ひび割れ曲げモーメント M_{cr} ・ 載荷荷重 P_{cr}				終局曲げモーメント M_u ・ 載荷荷重 P_u			
	設計 M_{cr}	設計 P_{cr}	実施 P_{cr}	/ %	設計 M_u	設計 P_u	実施 P_u	/ %
N - 1	39.2	77.0	110.0	142.9	78.5	155.6	217.0	139.5
W - 1	39.2	77.0	105.0	136.4	78.5	155.6	215.0	138.2

7. まとめ

両試験結果のまとめを以下に示す。

- 1) 溶接部の温度変化は、比較的短時間で上昇・降下をする事が確認された。プレボーリング工法では、溶接後2~3分で泥水中に挿入されるがこの際の溶接部の温度が200以下となることが確認できた。
- 2) 継ぎ手部の曲げ性能は、同溶接部の冷却方法による影響は、見られないことが確認できた。

以上今回の試験においては、溶接継ぎ手部の溶接環境条件(溶接後の冷却条件)変化による溶接部並びに曲げ性能への影響は、無いものと考えられる。