

頭首工堰柱におけるプレキャスト部材の接合方法に関する実験検討

大成建設（株） 正会員 ○大島 邦裕
大成建設（株） 正会員 澤田 直樹
大成建設（株） 正会員 村田 裕志
大成建設（株） 正会員 細谷 学

1. はじめに

青森県の岩木川に位置する芦野頭首工において、老朽化に伴う頭首工の更新工事が行われた。渇水期に頭首工の更新工事を完了するため、堰柱をプレキャスト化する必要があった。FEM 解析による事前検討では、接合部の充填材の剛性がプレキャスト部材の応力状態に影響することが分かった。そこで、室内試験により接合部に使用する充填材を選定し、また、接合部の要素モデルを用いたプレストレス導入試験を実施して FEM 解析による検討の検証を行った。本稿では、実施した試験とそれらの試験結果を示す。

2. 試験概要

2.1 充填材の選定

プレキャスト部材の接合は、接合面に充填材としてエポキシ樹脂系接着剤を用い、プレストレスによる面圧で不陸部以外の接着剤を排出して接合するのが従来の方法である。本堰柱のプレキャスト部材は、形状が複雑で、乾燥収縮などの影響により接合面の精度が低く、従来の方法では、プレストレス導入時にプレキャスト部材に大きな引張応力の発生が懸念された。そのため、充填材の剛性が発現してからプレストレスを導入する方法とした。この接合方法では、接合部に充填材が残留することになるため、耐久性の観点から無機系の材料を選定することとした。充填材は、作業環境や施工時間を考慮して設定した表－1 の要求性能を満足するものとし、小間隙用の無収縮モルタル（砂粒径 1.2mm 以下）を選定した。選定にあたり、5℃と 10℃の環境温度下でフレッシュ性状、圧縮強度および弾性係数の発現性について室内試験を実施した。その結果、表－2 と表－3 に示すように、要求性能を十分に満足することを確認した。また、要素モデルの施工試験を行い（写真－1）、接合面に無収縮モルタルを塗布した 15 分後に次の部材を設置して、その自重による面圧（約 0.03N/mm²）で余分な無収縮モルタルが排出されて接合面が確実に密着することを確認した。

表－1 充填材の要求性能

項 目				管 理 値
フレッシュ 性状	環境温度			5℃以上
	可使時間			15分以内
	流動性	J14ロート 流下時間	練上り直後	6±2秒
			90分後	10秒以下
		0打フロー値	練上り直後	250mm以上
			90分後	150mm以上
機械的特性	弾性係数（材齢3日）			1000N/mm ² 以上
	圧縮強度（材齢3日）			10N/mm ² 以上
	圧縮強度（材齢28日）			50N/mm ² 以上

表－2 低温環境下におけるフレッシュ性状の経時変化

時間	環境温度5℃					環境温度10℃				
	材料温度 (℃)	0打フロー (mm)			J14ロート 流下時間(秒)	材料温度 (℃)	0打フロー (mm)			J14ロート 流下時間(秒)
0分	18.5	332	×	330	5.3	19.1	357	×	349	5.3
30分	17.9	261	×	260	6.2	19.0	257	×	254	6.2
60分	17.2	203	×	199	6.9	19.1	215	×	210	7.4
90分	16.4	174	×	171	9.1	18.7	183	×	181	9.9
120分	16.4	158	×	150	15.2	18.4	155	×	152	17.4
150分	16.3	130	×	128	計測不可	－	－			－

表－3 圧縮強度と弾性係数の発現性

材 齢	環境温度 （℃）	圧縮強度 （N/mm ² ）	ヤング係数 （N/mm ² ）
1日	5℃	2.5	2,400
	10℃	9.8	7,200
2日	5℃	15.4	10,400
	10℃	26.3	14,200
3日	5℃	28.7	13,800
	10℃	38.6	15,700
28日	5℃	67.0	18,800
	10℃	56.6	22,400

キーワード 堰柱，プレキャスト，接合，充填材，無収縮モルタル

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル T E L 03-5381-5079 F A X 03-5326-0179



(無収縮モルタルの塗布)



(接合面へ面圧作用)



(無収縮モルタルの排出と密着確認)

写真-1 要素モデルによる施工試験

2.2 プレストレス導入試験

事前に実施した FEM 解析の検証を目的としてプレストレス導入試験を実施した。試験は、図-1に示すプレキャスト部材の最薄部を対象とする要素試験とした。試験体は、図-2に示すように要素部材を上下に接合してPC鋼棒で連結する仕様とした。接合部の一部には5mmの隙間を設けており、この部分に充填材を塗布し、所定の弾性係数が発現後に面圧導入用のPC鋼棒を緊張して接合部に面圧を作用させた(写真-2 3回繰返して設計面圧相当 480 kN 載荷、最終載荷は 610kN)。接合部に面圧を作用させた際のコンクリートのひずみを計測し、FEM 解析結果と比較した。表-4に試験ケースを示す、ケース1は、FEM 解析で得られたコンクリートに大きな引張応力が発生しない最小の弾性係数の挙動を確認するケース、ケース2は、材料試験と施工試験により選定した無収縮モルタルを用いて、現場の環境温度で材齢3日相当の弾性係数が発現後、接合部に面圧を作用させるケースである。

図-3に試験結果を示す。480 kN 載荷時の計測位置におけるコンクリートのひずみは、両ケースとも約 3~5 μ であり、図-4に示す FEM 解析結果とほぼ近似した。また、最終的に 610kN まで載荷したが、両ケースとも試験体にひび割れは確認されなかった。このことから、FEM 解析による検討の妥当性が確認され、また、選定した無収縮モルタルで施工すればひび割れは発生しないことを確認した。

表-4 試験ケース

試験ケース	充填材	プレストレス導入時 充填材の弾性係数
ケース1	エポキシ系接着剤	約2,000N/mm ²
ケース2	無収縮モルタル	約12,000N/mm ² (環境温度5℃材齢3日相当)



写真-2 試験状況

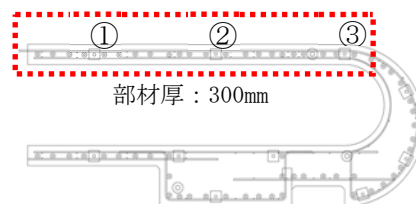


図-1 試験の対象箇所 (平面図)

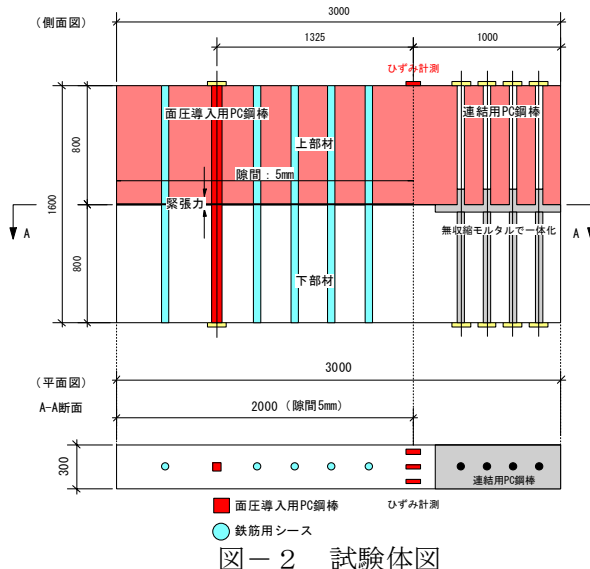


図-2 試験体図

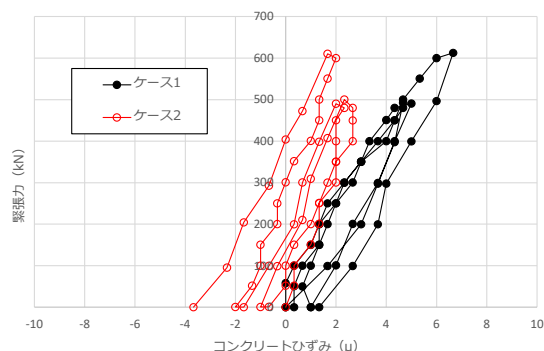


図-3 緊張力とひずみの関係

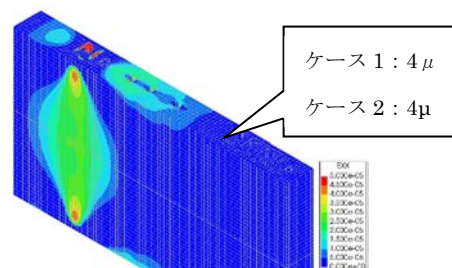


図-4 FEM 解析結果

3. まとめ

1. 低温環境下で諸試験を実施し、頭首工堰柱のプレキャスト部材の接合部に使用する充填材に無収縮モルタルを選定した。
2. 充填材の弾性係数がコンクリート応力に及ぼす影響について、FEM 解析による検討の妥当性を確認した。