

プレキャスト部材を用いたニューマチックケーソンマンロックの開発その4

旭コンクリート工業株式会社 福田 俊 坂口 周示 正会員 ○岸 秀樹
大豊建設株式会社 正会員 榊原 哲由 正会員 田中 健之

1. はじめに

ニューマチックケーソン工法における高気圧作業者の加減圧に使用する2重スラブマンロックは、ロック内空間の広さや高気圧下での昇降動作の削減など作業者の減圧症の発症リスク低減に多くの利点がある。しかし、仮設であるマンロックをRC構造で製作した場合、設置・撤去に多大な費用と手間を要するといった課題があり、改善が強く求められていた。そこで、組立・解体を容易にし、かつ転用が可能なプレキャスト（以下、PCa）部材を用いたマンロックと、併せて緊急時に使用するホスピタルロックの開発に着手した。

昨年は、実物大のPCaホスピタルロックを用いて実施した加減圧における性能実験について報告を行ったが、図-1に示すようにPC鋼棒で一体化していたにもかかわらず、接合部に想定外の目開きが発生した。今回はその原因を検証するために実施した、供試体による水密性試験の結果について報告する。

2. PCaホスピタルロックの構造概要および課題

(1) 構造概要

PCaホスピタルロックは、BOXカルバートと背面板を組み合わせた構造で、製品どうしは、延長方向に設置した16本のPC鋼棒を緊張することで一体化し、接合部のシール材は、気密性を確保するため、圧縮後の復元性が高い特殊ゴムを採用した。

(2) 課題

① PC鋼棒の緊張力は、最大気圧0.5MPaが背面板に作用した際の荷重、接合部のシール材の反発力、

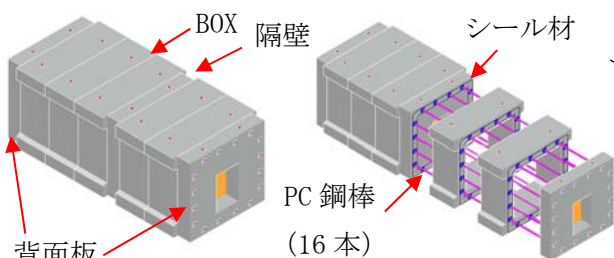


図-1 ホスピタルロックの構造図

およびPCa自重を考慮して設定する必要がある。

② 接合部のシール材は、繰り返し変位（加圧・減圧によるシール材の圧縮力の増減）による耐久性の確保が必要である。

③ 最大気圧0.5MPaが背面板の内面に作用しても、PC鋼棒の軸力の増加量と製品間の目開き量を制御し、気密性を確保するために必要なシール材の圧縮率を確保する必要がある。

3. 水密性試験について

(1) 水密性試験の目的

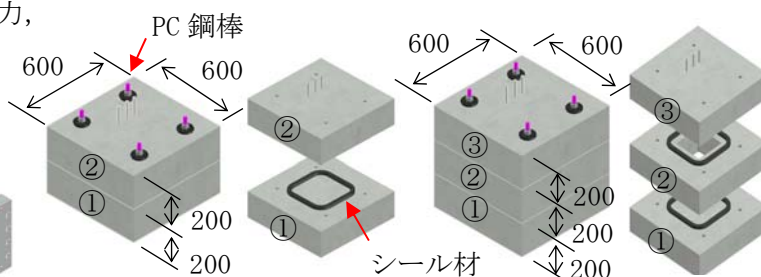
PCaホスピタルロックの背面板に最大気圧0.5MPaが作用した際にPC鋼棒に作用する軸力と製品延長方向7ヶ所の接合部における目開き量を想定することを目的に、供試体による水密性試験を実施した。

(2) 水密性試験の概要および試験方法

水密性試験の概要および試験方法を以下に示す。

1) 供試体は図-2に示す2段（接合部1ヶ所）と図-3に示す3段（接合部2ヶ所）とし、形状は1段あたり幅600mm×600mm、高さ200mmとした。

2) 供試体どうしの接合部にはシール材を設置し、4本のPC鋼棒で緊張することで一体化した。PC鋼棒の緊張力は、①PCaホスピタルロックの要求性能として設定した0.5MPaが供試体内部に作用した際の荷重、②シール材の反発力、および③PCa自重による抵抗の合力を基準値とした。なお、シール材は所定の圧縮率に達するまで変形した時点で、PC鋼棒の緊張力が供試体どうしの隙間に設けた鋼製ライナー

図-2 供試体2段
(接合部1ヶ所)図-3 供試体3段
(接合部2ヶ所)

キーワード ニューマチックケーソン、プレキャスト（PCa）、マンロック、ホスピタルロック、加減圧試験
連絡先 東京都中央区築地1-8-2 旭コンクリート工業(株) 技術・設計開発部 TEL03-3542-1207

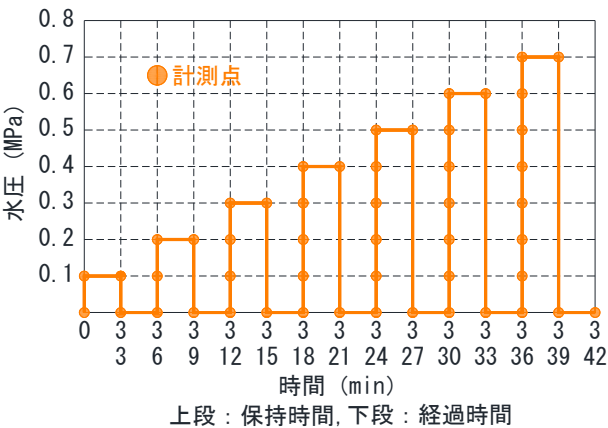


図-4 水密性試験の加減圧のサイクル

に荷重として伝達する構造とした。
3) 目標水圧は 0.5MPa (最大 0.7 MPa) とし、図-4 に示すように 0.1MPa ごとに加圧，減圧を繰り返した。なお，水圧の保持時間は 3 分間とし，その都度漏水の有無を確認した。また，経時変化後の確認として，1 週間後に再度水密性試験を実施した。

(3) 水密性試験の結果

供試体 2 段 (接合部 1 ヶ所) および供試体 3 段 (接合部 2 ヶ所) における加圧時の PC 鋼棒の軸力と目開き量の関係を表-1 に示す。

1) 供試体 2 段 (接合部 1 ヶ所) および供試体 3 段 (接合部 2 ヶ所) とともに，PC 鋼棒に導入した緊張力の基準値よりも小さい軸力となる 0.1MPa を加圧した時点で，僅かではあるが PC 鋼棒の軸力が増加し，目開きも発生した。

2) PC 鋼棒の緊張力を基準値の 1.5 倍に増加した場合，1.0 倍と比較して軸力の増加量と目開き量は減少したものの，増加量をゼロに抑えることはできなかった (結果は省略)。

3) PC 鋼棒の緊張力を基準値の 1.5 倍としたとき，0.5MPa 作用時の接合部 1 ヶ所あたりの目開き量の平均値は，供試体 2 段が 0.027mm，供試体 3 段が 0.028 mm となり，接合部が増えても 1 ヶ所あたりの目開き量はほぼ同じであった。これは，1 週間後の経時変化後も同様な結果であった (供試体 2 段:0.023mm，供試体 3 段:0.024mm)。

4) 加圧による PC 鋼棒の軸力の増加分から算出した PC 鋼棒の伸び量と，目開き量の合計 (実測値) を比較した場合，供試体 2 段の伸び量が 0.015mm，目開き量が 0.027mm となり，差は 0.012mm となった。また，経時変化後の伸び量が 0.018mm，目開き量が 0.023mm となり，差は僅か 0.005mm で，経時変化後では PC 鋼棒の伸び量と目開き量の合計 (実測値) がほぼ一致していた。これは，供試体 3 段においても

表-1 PC 鋼棒の軸力と目開き量の関係

水圧 (MPa)	供試体2段 (接合部1ヶ所)				供試体3段 (接合部2ヶ所)			
	軸力1.5倍		軸力1.5倍 (経時変化後)		軸力1.5倍		軸力1.5倍 (経時変化後)	
	PC鋼棒 軸力 (k N)	目開き量 (mm)	PC鋼棒 軸力 (k N)	目開き量 (mm)	PC鋼棒 軸力 (k N)	目開き量 (mm)	PC鋼棒 軸力 (k N)	目開き量 (mm)
0	22.97	0.000	20.40	0.000	23.60	0.000	21.51	0.000
0.1	23.18	0.005	20.63	0.004	23.88	0.006	21.90	0.006
0.2	23.33	0.011	20.84	0.009	24.17	0.011	22.21	0.011
0.3	23.49	0.016	21.05	0.013	24.43	0.016	22.51	0.014
0.4	23.68	0.021	21.28	0.018	24.76	0.022	22.91	0.019
0.5	23.89	0.027	21.48	0.023	25.18	0.028	23.20	0.024
0.6	24.13	0.034	21.80	0.029	25.69	0.037	23.66	0.031
0.7	24.47	0.044	22.13	0.036	26.18	0.045	24.25	0.038
0	22.57	-0.002	20.44	-0.002	23.06	-0.001	21.73	0.001

PC軸力 ⇒ 0.92kN 増加量

0.027mm (0.015mm) 0.012mm

0.023mm (0.018mm) 0.005mm

1.58kN 0.056mm (0.038mm) 0.018mm

1.69kN 0.048mm (0.040mm) 0.008mm

⇒ 目開き量
⇒ PC伸び量
⇒ 差

同様な結果であった。

(4) 考察

水密性試験の結果にあわせて以下に考察を示す。

1) PC 鋼棒に導入した緊張力よりも小さい軸力となる 0.1MPa を加圧した時点で，僅かに PC 鋼棒の軸力が増加し，目開きも発生したが，これは加圧前において PC 鋼棒の緊張力が面積の小さい鋼製ライナーからコンクリートの面積に伝達することで生じた局所的な圧縮ひずみ (反発) が，加圧によって解放されたことと，加圧による接合部の目開きを制御する PC 鋼棒の弾性応答によるものと考える。

2) PC 鋼棒の緊張力を増加するほど加圧による PC 鋼棒の軸力の増加量および目開き量が抑制された。そのため，PC 鋼棒の伸び量と目開き量が同値とすると，PC 鋼棒の剛性を増すことで目開き量を制御することが可能であると考える。

3) 0.5MPa 作用時の接合部 1 ヶ所あたりの目開き量は，接合部が 1 ヶ所から 2 ヶ所に増加しても変化が僅か (ほぼ同値) であったことから，接合部数を増加しても緊張力は各接合部へ均等に伝達され则认为る。

4. おわりに

今後は試験結果，考察を踏まえ，PC 鋼棒の剛性を変える，あるいは接合部数を増やすなどデータの蓄積を行い，結果を正確に評価することで，実物大の PCa ホスピタルロックに気圧を作用させた際の目開き量の想定に繋げたい。

参考文献

1) 令和 4 年度土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会 VI185 プレキャスト部材を用いたニューマチックケーソンマンロックの開発その 3