

(54) P & PCセグメントの内水圧載荷試験

住友建設(株) 技術研究所 ○高橋 直樹
 東亜建設工業 土木本部技術開発部 相良 拓
 日本国土開発(株) 施工本部 土木部 杉本 雅人
 住建コンクリート工業(株) 開発部 正会員 近藤 二郎

1. はじめに

P&PCセグメントは、トンネルの円周方向あるいは軸方向にプレストレスを導入し、セグメントリングを一体化することを構造的特徴としている。筆者らは、これまでにその基本性能ならびに現場での施工性に関して報告している^{1)~4)}。本構造は、組立時のリング変形が小さく真円度が高いため止水性に優れ、内水圧が作用するトンネルにも適用性が高いと考えられる。本稿では、P&PCセグメントの止水性ならびに、内水圧への抵抗性を確認することを目的として行った内水圧載荷試験に関して報告する。

2. 試験概要

2.1 試験装置

図-1に試験装置の概要、写真-1に試験状況を示す。試験装置は、水平方向に2リング積重ねたセグメント(内径2400mm、厚さ150mm、幅1000mm)、上下の鋼製蓋、内部の鋼管(φ2000)および圧力載荷装置から構成されている。各リングは円周方向に2本配置したφ17.8mmのアンボンドPC鋼より線に、所定の緊張力を導入して組立てた。軸方向緊張力は、円周方向に24本配置したPC鋼棒(φ13mm)に所定の緊張力を導入して与えた。止水のためのシール材は、クロロプレン系水膨潤シール材(クォーターバンド3倍型)を用いた。なお、今回は図-2に示すように、その内側に変成ブチルゴムシール材を併用した。



写真-1 試験状況

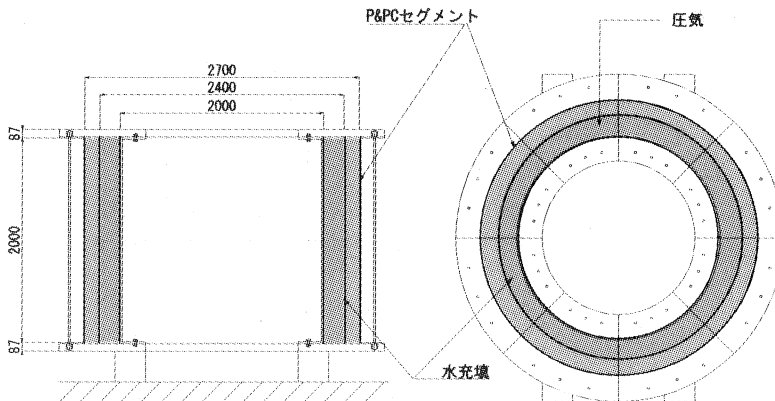


図-1 試験装置概要

2-2 計測項目

計測項目は、円周方向プレストレス(ロードセル L1、L2 およびコンクリートひずみゲージ RC1~RC13)、軸方向プレストレス(コンクリートひずみゲージ RC1~RC13) 目開き量(セグメント間 MS1~MS10、リング間 MR1~MR4) および目視による漏水状況である。各項目の計測位置を図-3 に示す。

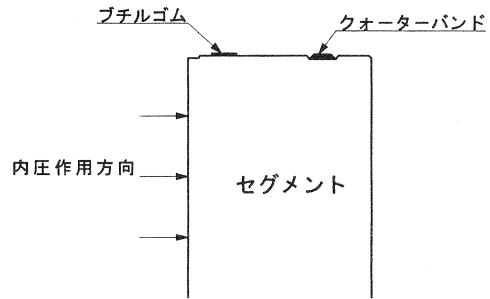


図-2 防水対応

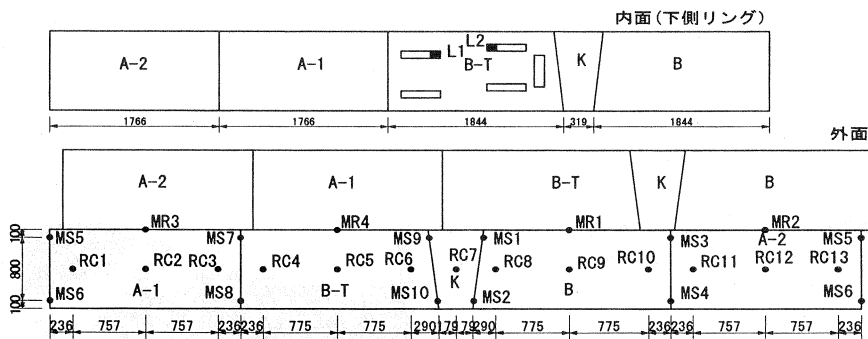


図-3 計測位置

2-3 試験手順

載荷方法はリングと内部の鋼管との間に水を充填し、これに載荷重を加えた。載荷は計画最大荷重 200kPa まで 7 ステップ(2step×50kPa+5step×20kPa)で行い、各ステップの加圧時間は、遠心力鉄筋コンクリート管 (JIS A 5303) に適用される内圧試験を参考に 3 分間とした。

3. 試験結果

3-1 円周方向プレストレス

図-4~図-5 に内水圧載荷時の内水圧と円周方向コンクリート表面ひずみの関係を示す。図は、緊張力導入時に生じた圧縮ひずみからの差分で示している。これより、内水圧の増加により圧縮ひずみが減少し、その値は計算値(約 40 μ : 200kPa 載荷時)と同程度であることが確認された。次に、図-6 に緊張力導入直後と 200kPa 載荷時の、円周方向コンクリート表面ひずみ分布を示す。図より、200kPa 載荷時においても各位置は圧縮ひずみ状態にあり、導入された円周方向の軸圧縮力が残留していることが確認された。

次に、図-7 に内水圧と緊張力(ロードセル値)の関係を示す。内水圧載荷により 2kN 程度緊張力が増加することが分かる。これは、内水圧載荷に伴うリングの弾性変形に起因するものであり、計算値(1.7kN)とほぼ等しい。

3-2 軸方向プレストレス

図-8~図-9 に内水圧載荷時の内水圧と軸方向コンクリート表面ひずみの関係を示す。図は、緊張力導入時に生じた圧縮ひずみからの差分で示している。

データのバラツキがあるが、内水圧載荷に伴い圧縮ひずみが減少(計算値: 約 6 μ)することが確認された。

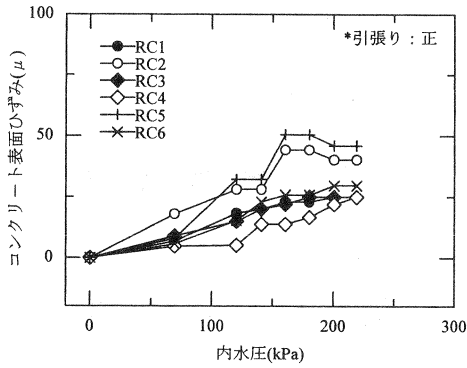


図-4 内水圧とコンクリートひずみの関係 (RC1~RC6)

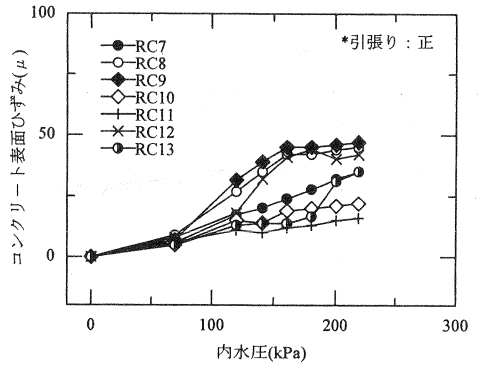


図-5 内水圧とコンクリートひずみの関係 (RC7~RC13)

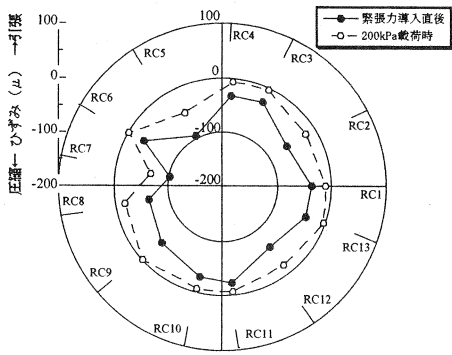


図-6 円周方向コンクリート表面ひずみ分布

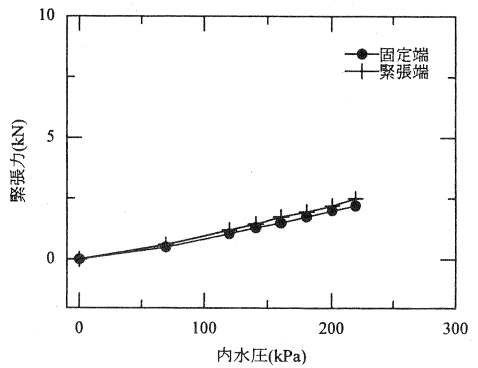


図-7 緊張力と内水圧の関係

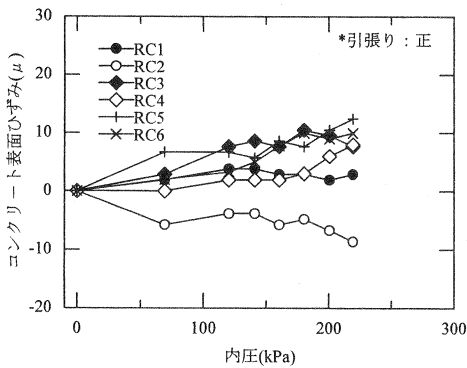


図-8 内水圧とコンクリートひずみの関係 (RC1~RC6)

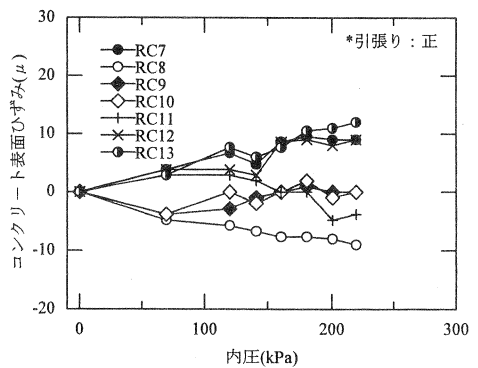


図-9 内水圧とコンクリートひずみの関係 (RC7~RC13)

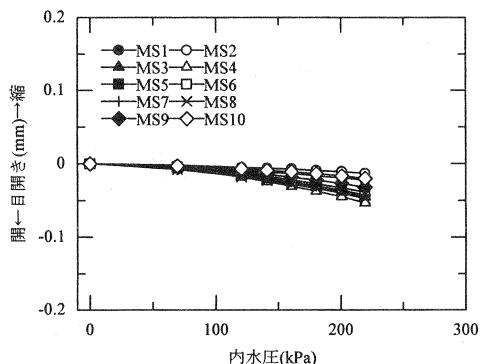


図-10 内水圧目開きの関係 (セグメント間)

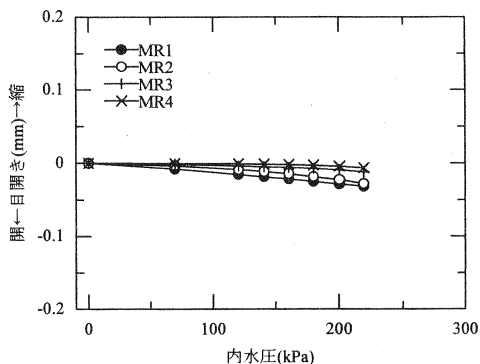


図-11 内水圧目開きの関係 (リング間)

3-3 継手部目開き

図-10～図-11 に内水圧載荷時におけるセグメント間およびリング間の目開きの発生量を示す。200kPa 載荷時における目開き量は 0.05mm 程度であり、非常に小さな値であることが確認された。セグメント間に関しては、3-1 で示したように 200kPa 載荷時においても円周方向の軸圧縮力が残留しており、これが目開きの発生防止に寄与したためと考えられる。

3-4 止水性

200kPa の内水圧を載荷して、目視により漏水の無いことを確認した。これより、P&PC セグメントの高い止水性が確認された。

4. おわりに

P&PC セグメントの止水性、ならびに内水圧への抵抗性を確認することを目的として試験を行った。その結果、以下の事項が明らかとなり、P&PC セグメントの止水性ならびに内水圧への高い抵抗性が確認された。

- ①円周方向プレストレス：200kPa 載荷時においても圧縮ひずみ状態にあり、円周方向の軸圧縮力が残留している。
- ②軸方向プレストレス：内水圧載荷時のコンクリート表面ひずみ分布について、内水圧載荷に伴い圧縮ひずみが減少（計算値：約 6μ ）することが確認された。
- ③目開き：内水圧 200kPa 載荷時における目開きはセグメント間で 0.05mm 程度であり、非常に小さな値であることが確認された。
- ④止水性：200kPa の内水圧載荷に対しても、漏水は発しない。

なお、本技術は住友建設(株)、東亜建設工業(株)、日本国土開発(株)、住建コンクリート工業(株)が共同で開発したものである。

【参考文献】(1)金子正士,斎藤 進,正岡良司,柚井茂治：PPC セグメントの開発(その 1) - 実工事での組立施工性の確認 - 土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集 第 6 部,pp.112～113, 1999. (2)高橋直樹,横田季彦,志和高夫,松井 崇：PPC セグメントの開発(その 2) - 実工事における有効プレストレスの確認 - 土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集 第 6 部,pp.114～115, 1999. (3)三上 博,相良 拓,杉本雅人,高橋直樹：PPC セグメントの開発(その 3) - 継手性能の確認 - 土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集 第 6 部,pp.116～117,1999. (4)近藤二郎,田中正樹,安田正樹,竹村恭二：PPC セグメントの開発(その 4) - PC グラウトの充填性について -, 土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集 第 6 部,pp.118～119,1999.