

中部電力 正会員 大屋 顕 正会員 杉戸 孝
山本 敏勝 正会員 山田 浩司

1. はじめに

近年、経済性向上の観点からシールドトンネルの長距離化施工が進められてきたが、これに伴い従来より施工性を向上させる必要性が生じている。このため、セグメント組立時間の短縮や二次覆工省略に対応できる構造として、継手構造を簡略化したほぞ付セグメントに着目し、高速施工対応型セグメントの開発研究を実施している¹⁾。

本研究では、セグメント組立時にのみ必要な組立用斜めボルトを使用しない中小口径用ほぞ付セグメントの設計手法の確立、ならびに本構造の安全性の確認、施工性の把握を主な目的として各要素実験、組立性能試験を実施している。本論文では要素試験の1つであるリング継手せん断試験結果より、継手部の耐力ならびに補強筋の効果について述べる。

2. 試験概要

試験はリング継手のせん断ばね定数の評価ならびにせん断耐力を把握することを目的とし、表-1に示すセグメントのリング継手部分を取り出した直線梁供試体（リング継手幅1400mm、セグメント厚さ200mm）を用いて行った。リング継手凹側の面にはジャッキ推力を均等に伝達させるためのトランスミッションストリップ、ならびにせん断力を伝達させるためのシェアストリップを配置し、ほぞ凹部のシェアストリップの位置には40mmピッチで4本せん断補強筋を埋め込んでいる（図-1）。

载荷は3体の供試体をリング継手で接続し、油圧ジャッキにて継手面に軸力を導入後両側の供試体を固定して中央部のセグメントを押し抜く方法で行った。なお、試験のパラメータは、①導入軸力の大きさ②せん断補強筋の有無とした。

計測は、载荷荷重とリング継手部の相対変位の関係、ならびに継手部の耐力、せん断補強筋の効果を確認することを目的として行った。

表-1 セグメントの構造諸元

セグメント外径：4,400 mm	セグメント内径：4,000 mm
セグメント幅：1,300 mm	分割数：5分割

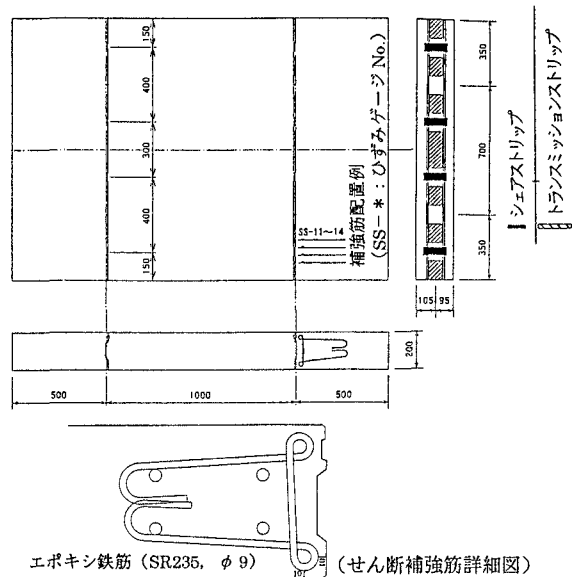


図-1 試験供試体

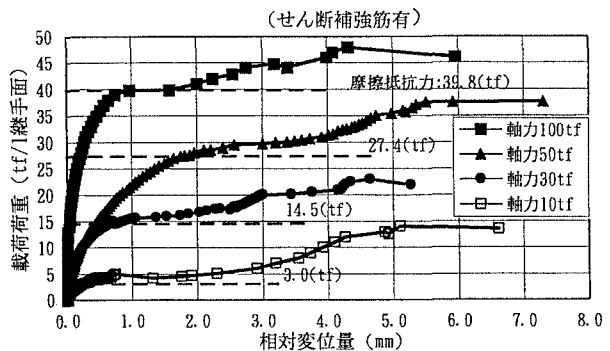


図-2 载荷荷重と継手部相対変位の関係

高速施工、ほぞ付セグメント、せん断補強筋、せん断耐力

〒456 名古屋市中熱田区横田二丁目3番24号 中部電力(株)中央送変電建設所 地中線土木課 TEL 052-682-4579 FAX 052-683-5616

3. 試験結果

リング継手のせん断変位は、リング継手面の摩擦抵抗とリング継手に作用するせん断力の大小関係さらにシェアストリップの圧縮特性によって3つの領域として評価、分類することができ、第1領域と第2領域の境界はリング継手面の静止摩擦係数によって照査できると考えられている²⁾

図-2には導入軸力の大きさをパラメータとした場合の載荷荷重と継手の相対変位の関係、図-3には摩擦抵抗と導入軸力の関係を示す。摩擦抵抗力は、リング継手面に配置してあるトランスミッションストリップとコンクリート間の静止摩擦係数(μ)に依存すると考えられ、ここでは概ね $\mu=0.4\sim0.5$ と判断できる。

図-4に導入軸力 20tf における載荷荷重と4本のせん断補強筋のひずみの関係を示す。せん断補強筋のひずみは継手面が滑り出しほぞの凹凸部が噛み合ったと考えられる載荷荷重(15tf 付近)より変化を見せ始め、その後シェアストリップの直下にある2本の補強筋のひずみが先行する形で増加し、ほぞ凹部の顎が破壊した23tf 付近では4本の補強筋ひずみともほぼ同じ値(概ね 300 μ 程度)を示している。この結果より、本研究で提案したせん断補強筋はほぞ凹部への補強効果を有しており、せん断力もシェアストリップを介して効果的に伝達されていると考える。また、せん断補強筋のコンクリートへの定着を定量的に評価する必要があるが、今回の試験では、補強筋の発生ひずみは降伏強度に相当するひずみの約 25% 程度であった。

図-5には、「1 継手あたりのせん断耐力と導入軸力の関係」を示す。リング継手の有するせん断耐力は、導入軸力の増加に伴い大きくなっている。この試験結果と先に示した継手面の摩擦抵抗と導入軸力の関係よりせん断耐力は次式によって整理できる。

$$S_{max} = \mu N + S_{ud}$$

ここに S_{max} : せん断耐力 (tf/1 継手)

N : 導入軸力 (tf/1 継手面)

S_{ud} : コンクリートの斜め引張耐力 ($S_{ud}=8.7\text{tf}/1$ 継手面)³⁾

4. まとめ

①リング継手のせん断耐力は、継手面に働く圧縮力から求められる摩擦抵抗力により高まる。

②ほぞ顎部への補強材として今回提案したせん断補強筋は、セグメント厚さ 200mm であるほぞ付セグメントにおいて、その効果を有する。

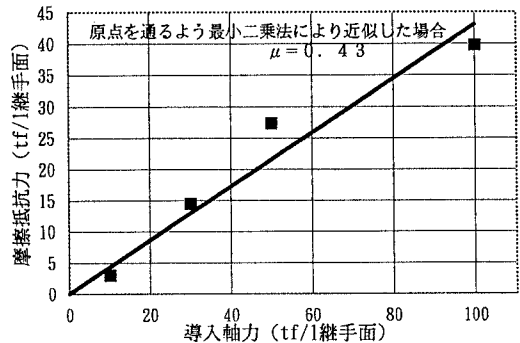


図-3 摩擦抵抗と導入軸力の関係

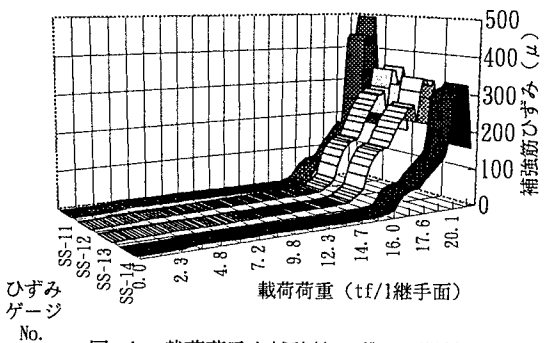


図-4 載荷荷重と補強筋ひずみの関係

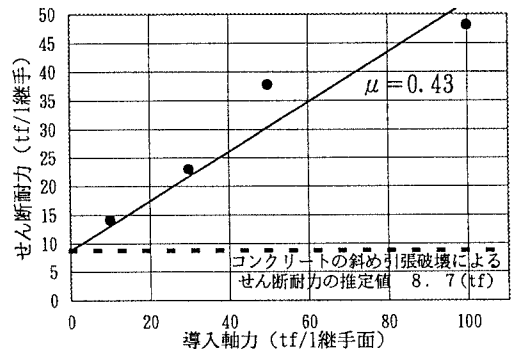


図-5 せん断耐力と導入軸力の関係

1) 窪塚ら：高速施工用セグメントの開発計画について，土木学会第 51 回年次学術講演会概要集，VI-191，1996.9

2) 林ら：ガス導管シールドトンネル用セグメントの力学実験と解析について，土木学会論文集，No.535/III-34，46-56，1996.3

3) Building Code Requirements for Reinforced Concrete(ACI 318-33) Reported by ACI committee 318