

Ⅲ-B159

FRP-Key 継手の開発 (3)

— 継手のせん断性能 —

佐藤工業(株) 正会員 中島 秀夫*¹
 佐藤工業(株) 正会員 木村 定雄*¹
 東京電力(株) 正会員 花見 和則*²
 東京電力(株) 正会員 川村 祥二*²

1. はじめに

FRP(Fiber Reinforced Plastics)をセグメントの継手材料に適用した FRP-Key 継手¹⁾は、セグメントピース間およびリング間に設けられた凸形状の FRP(FRP-Key)と凹形状のコンクリートが嵌合する継手構造としている。このうち、セグメントリング間の FRP-Key は、セグメントリングの千鳥組効果によって生じるせん断力を伝達する機能が求められるが、せん断力の算定にあたっては継手のせん断力に対する剛性、すなわちせん断ばね定数を把握する必要がある。

本報告は、FRP-Key を有するリング継手のせん断ばね定数、および耐力(終局強度)を把握することを目的として行った継手せん断試験について述べるものである。

2. 試験方法

継手せん断試験の概要は図1に示すとおりであるが、リング継手の挙動を把握することに着眼し、セグメント本体部は平板にモデル化した。試験ケースは表1に示すとおりであるが、FRP-Key の長さおよび拘束力の影響を把握することを考慮して設定した。

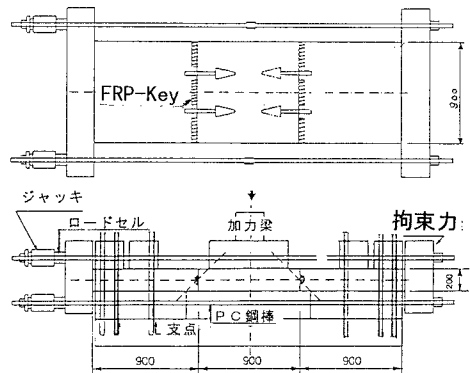


図1 継手せん断試験の概要

3. 試験結果

(a) 継手のせん断ばね定数の評価

荷重と継手面の相対変位量との関係の一例を図2に示す。

表1 試験ケースおよび結果一覧

ケース	Key長さ・ 個数	FRP-Keyの配置 FRP-Key	拘束力 (kN)	破壊せん断力 (kN)	終局せん断耐力 (計算値) (kN)	せん断ばね定数 (GN/m)	
						ks1	ks3
1	225mm×3ケ		50	187 (弾性載荷)	170 (弾性載荷)	— 注1)	0.53
2			200			1.28	0.35
3			400			1.72	— 注2)
4	150mm×2ケ		50	107	108	0.39	0.28
5	100mm×1ケ		50	73	72	0.26	0.05

注1) 低荷重レベルで滑りが生じ計測不能

注2) 荷重レベルが高く載荷中止

キーワード：シールドトンネル、セグメント、FRP、覆工設計、リング継手

連絡先：*1: 〒103-8639 東京都中央区日本橋4-12-20 Tel:03-3661-4794 Fax:03-3668-9484

*2: 〒100-0011 東京都千代田区内幸町1-1-3 Tel:03-3501-8111 Fax:03-3596-8546

荷重と相対変位量の関係は、①継手面の摩擦および拘束力により相対変位量が微小である区間、②せん断力が摩擦抵抗力を上回り FRP-Key 部のクリアランス分の滑りが生じる区間、③ FRP にせん断力が直接作用する区間の3つに分類できる。

表1に示した $ks1$ および $ks3$ は、それぞれ区間①および区間③の一継手面あたりのせん断ばね定数を示したものである。 $ks1$ は拘束力が高いほど大きな値となる。これは拘束力の程度によって継手面の摩擦による抵抗力が異なるためと考えられる。

一方、 $ks3$ は拘束力による影響が認められないことから、FRP-Key の長さの影響を受けるものと考え、図3に示すとおり、FRP-Key 単体の圧縮試験 (図4参照) によって得られたばね定数と比較した。その結果、両者は概ね一致しており、FRP-Key 単体の圧縮試験から $ks3$ を推定することが十分に可能であることがわかる。

(b) 継手のせん断耐力の評価

せん断試験から得られた一継手面あたりの破壊せん断力は、表1に示すとおりであり、すべての試験ケースにおいて凹部のコンクリートが破壊した時の値である。表1の終局せん断耐力は、図5に示す方法に従ってコンクリートの引張強度から求めたものであるが、試験値とほぼ一致していることから、この算出方法により破壊せん断力を推定できるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 花見, 川村, 原園, 木村: FRP-Key 継手の開発(1), 土木学会年次学術講演会, III部門, 1998. 10.

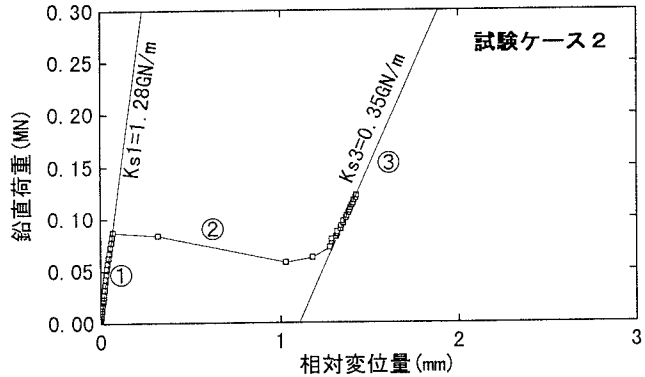


図2 荷重と相対変位量の関係

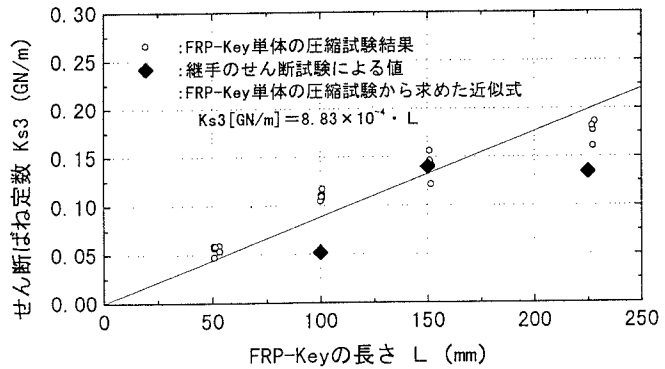


図3 FRP-Key 一個あたりの長さとせん断ばね定数の関係

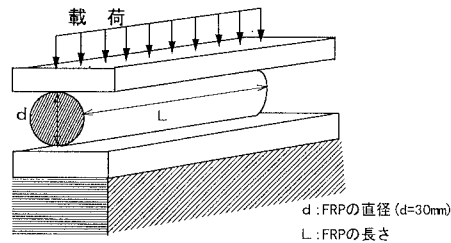
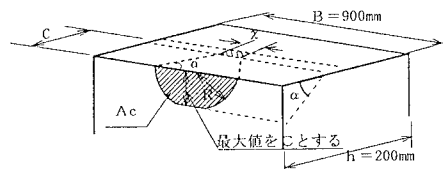


図4 FRP-Key 単体の圧縮試験の概要



$$S_{uc} = A_c \times f_{tk} / \gamma_{bsc}$$

ここに、 S_{uc} : コンクリートの破壊で決まるせん断耐力 (kN)
 f_{tk} : コンクリートの引張強度 (N/mm^2)
 γ_{bsc} : 部材係数
 C : 縁端距離 (=85mm)
 x : FRPキーの長さ (mm)
 α : せん断角度 (破壊形状から45度とした)
 R : 有効投影面積算定用半径 (mm)
 A_c : 有効投影面積 (mm²)

図5 終局せん断耐力の算出方法