

## 杭頭部被災復旧時の補修法の検討

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○高橋 佑斗  
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 岩田 秀治  
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 鈴木 亨

## 1. はじめに

鉄道の耐震基準<sup>1)</sup>での要求性能として、L1地震までは弾性域の降伏耐力以下の応答としており、構造物に損傷を発生させない設計としている。L1地震以上の地震が発生した場合には、構造物が損傷し補強補修が必要となる場合がある。地上部が損傷した場合は、その損傷度の確認および修復も比較的容易であるが、地中部が損傷した場合には、その損傷度の確認および補修が難しいことが懸念される。過去に発生している地震においても、杭頭部が損傷した場合、掘削してからの補修に時間を要しているのが現状である。今回、杭頭部モデルの試験体に対し、L2地震時の応答変位を載荷させ重度の損傷が生じた杭頭部に対して、補強ではなく必要最低限の補修を行い、再度同様のステップで正負交番載荷実験し、補修法の検討を実施した。以下、最適な被災復旧の補修の一例として報告する。

## 2. 試験体と載荷試験の概要

試験体は損傷抑制型結合<sup>2)</sup>と呼ばれる結合方式を採用し、杭頭部の帯鉄筋を密にすることで、帯鉄筋の拘束効果により主筋の座屈や杭内部のコアコンクリートの損傷を抑制できる構造である。今回の試験体は、杭頭部の帯筋の代わりとして鋼管を配置し、その効果で被りコンクリート剥落による急激な荷重低下を回避できることが確認されている<sup>3)</sup>。加えて、杭頭部の損傷を許容し、基礎先行降伏としても、修復が容易となる構造とした。試験体の諸元は表1による。

載荷は、L2地震時の最大軸力を想定し、鉛直方向に1500kNを作用させ、水平方向に基準変位 $\delta y=7.5\text{mm}$ の正負交番斬増載荷とした<sup>3)</sup>。

## 3. L2地震被災相当までの載荷試験

L2地震相当の被災状況を再現するため、試験体を $12\delta y$ （変位90mm）まで交番載荷を行った。載荷状況を写真1に示す。載荷した結果、杭頭部の被りコンクリートは剥離し、帯鉄筋の代わりに配置した鋼管が一部露出した状態となった。過去の試験結果と同様に、図2から初期載荷では高い剛性を保ち、被りコンクリート剥離後は荷重が低下するものの高い剛性を保ちつつ変形することを確認した。

## 4. 補修方法

L2地震相当の変位を与えた試験体に対して、グラウト充填による補修を行った。補修手順を図1に示す。補修手順は、①剥離した被りコンクリートを撤去し、浮きなどの損傷部位を撤去、②試験体と補修部の一体化を図るため、チッピング、プライマーを塗布し、低下したせん断力を補うため

表1 試験体の諸元

杭径 [mm]	杭頭	Φ355.6
	他	Φ500
$f'_{cd}$ [kN]		27.3
軸力 [kN]		1500
主鉄筋(SD345)		D19-7
帯鉄筋(SS400)		t=6.4mm
軸応力比 [%]		55.3
主鉄筋比 [%]		0.38
帯鉄筋比 [%]		2.56

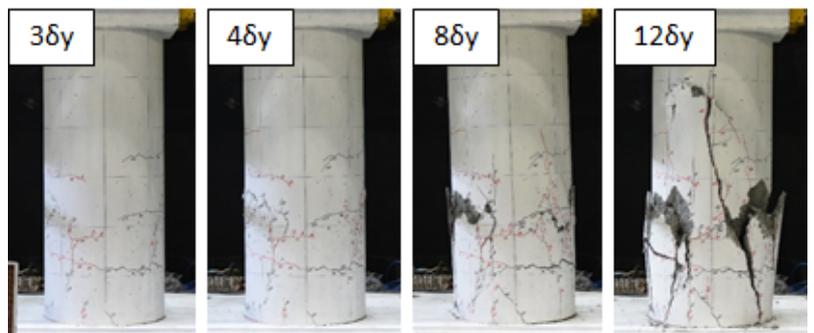


写真1 L2地震相当までの載荷状況

キーワード：杭構造、復旧性、損傷抑制型結合、密帯鉄筋、変形性能

連絡先：〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 JR 東海 技術開発部 TEL 0568-47-5375

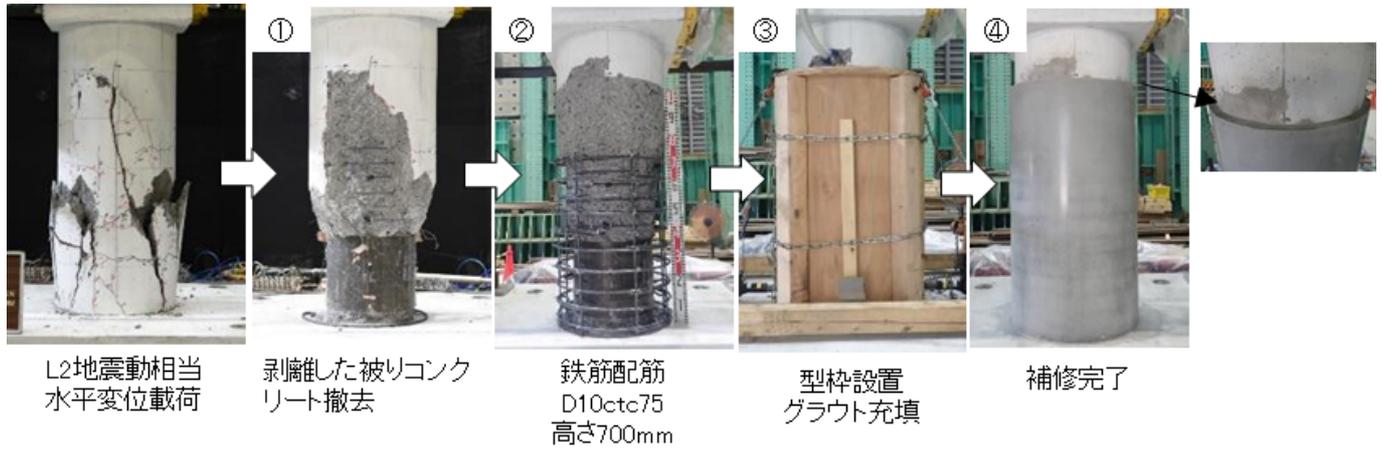


図1 補修手順

帯筋として D10 を 75mm ピッチで配筋，③型枠設置の後，グラウトを充填．施工性を考慮し，杭頭部の断面を  $\phi 550\text{mm}$  としている．

#### 5. 補修後の載荷試験

補修した試験体に対して，L2 地震相当の変位を与えた際と同様のステップで正負交番載荷を行った．最大で  $30\delta y$  (変位  $225\text{mm}$ ) まで載荷を行っている．ステップ毎の試験体の状況を図3に示す． $4\delta y$  から被りコンクリートが剥落し荷重が低下， $14\delta y$  から鉄筋が露出する状態となった．L2 地震被災相当および補修後の荷重変位曲線を図2に示す．補修前後の荷重変位曲線を比較すると補修後のほう荷重が増加している．これは，杭頭部の杭径が  $\phi$

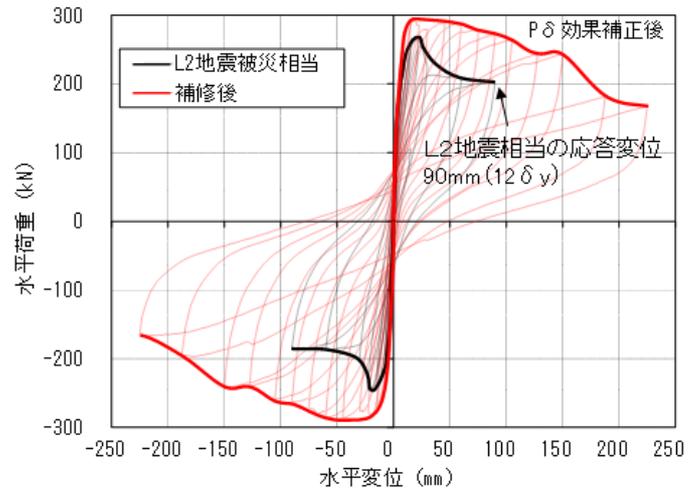


図2 試験結果

$550\text{mm}$  に変更したことが大きな要因と考えられる．今回実施したグラウト充填による補修により，L2 地震相当の被災を受ける前の初期状態と同等以上の性能まで回復できることを確認した．

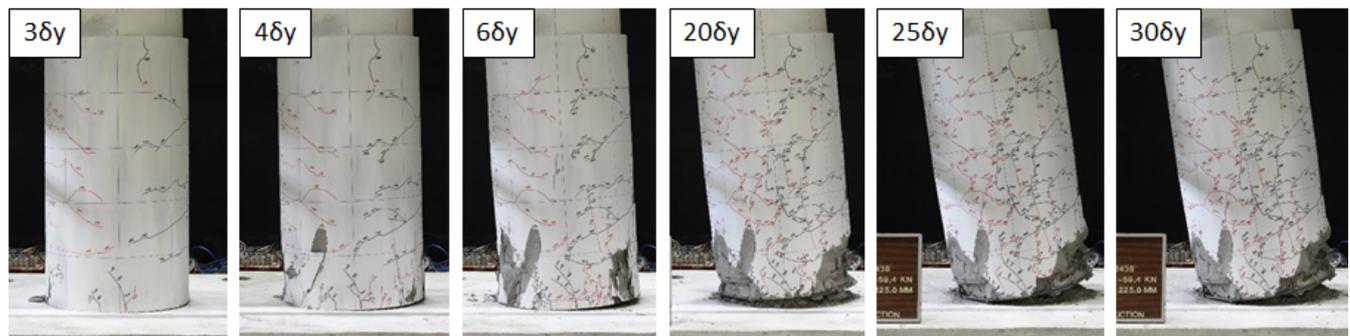


図3 ステップ毎の試験体状況

#### 6. まとめ

L2 地震相当の被災を受けた杭頭部に対し，グラウト充填および帯筋の配筋による補修により，初期状態と同等以上の十分な耐力まで回復できることを確認した．

参考文献：1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物設計標準・同解説（耐震設計），2012.9

2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物設計標準・同解説（基礎構造物），2012.1

3) 岩田秀治，伊藤太郎，鈴木亨，西岡英俊：杭頭部の半剛結化の載荷実験，土木学会第72回年次学術講演会，I-458，2017.9