

# 発電所リニューアルへの 低振動・低粉じんコンクリート解体工法の適用

## スロットスターを用いたSD工法による基礎コンクリートの解体

原田 竜也・橋高 豊明

運転開始以来70年余りが経過し老朽化した水力発電所の水車・発電機の取り替えに、SD（SD：Slot Drilling）工法（多連続孔削孔工法）によるコンクリート解体工法を適用した。低振動・低粉じんでの施工が可能な同工法により、発電停止を行うことなく基礎コンクリートを取壊し、発電機の取替えを行うことができたので、その施工結果について報告する。

キーワード：リニューアル、低振動、低粉じん、コンクリート解体、急速施工

### 1. はじめに

近年、リニューアル工事においては、現存の施設を稼働させて機能を維持しつつ、施設への振動や粉じんの影響を最小限に抑えながら構造物を解体・撤去し、早期に再開させる必要性から、急速施工を求められることが多い。

今回報告する多連続孔削孔工法（以下本工法）は、このようなニーズに対応できるもので、小型スロット削孔機により連続溝を形成し、ワイヤーソー、コアドリルなどの切断工法を併用することで、コンクリート構造物を低振動・低粉じん下でブロック状に切断解体する工法である。

本稿では、老朽化した発電所において本工法を適用し、発電を停止することなくリニューアル工事を実施した事例について報告する。

### 2. 発電所改修工事概要

勝山第二発電所（中国電力株）は、鳥取県と岡山県の県境にある<sup>ひるせん</sup>蒜山高原から瀬戸内海に注ぐ旭川上流部（岡山県真庭市<sup>よこべ</sup>横部）に位置する水路式発電所である。この発電所は、平成9年に改修済みの1号機、及び運転開始後72年が経過している3,4号機の3機の水車・発電機からなっており、本工事により老朽化が進んでいる3,4号機の全面取替を行うこととなった（表—1, 2, 図—1, 2, 写真—1）。

取替工事にあたっては、発電停止による電力需給量への影響を最小限に抑えるため、1号機は常時稼働し、3,4号機も同時取替ではなく1期、2期に工事を

表—1 発電所諸元

※（ ）内、改修後

号機	3, 4号 (2, 3号)	1号
水系・河川名	旭川水系 新庄川	旭川水系 旭川
使用開始年月	昭和19年11月	平成9年7月 全面改修
発電所形式	水路式	水路式
認可最大出力	9,300 kW (9,900 kW)	
最大出力	3,500 kW × 2台 (3,800 kW × 2台)	2,300 kW
最大使用水量	6.63 m <sup>3</sup> /s	7.80 m <sup>3</sup> /s
最高有効落差	128.30 m (128.86 m)	36.43 m

表—2 工事概要

工事名	勝山第二（発）3, 4号水車・発電機取替 （土木関係工事）およびこれに伴う除却工事		
発注者	中国電力株		
工期	【1期工事】平成27年2月16日～平成28年6月30日 【2期工事】平成27年10月1日～平成29年1月31日		
工事概要		【1期工事】	【2期工事】
仮締切工		1個所	1個所
水車・発電機基礎撤去工			
支保工		174空 m <sup>3</sup>	174空 m <sup>3</sup>
コンクリート取壊し		150 m <sup>3</sup>	151 m <sup>3</sup>
水車・発電機基礎コンクリート工			
コンクリート工		169 m <sup>3</sup>	177 m <sup>3</sup>
仮設工		1式	1式

分け、1機ずつ取替えることとした（図—3）。

取替工事中にも発電停止期間を極力最小限とする必要があることから、以下の課題が挙げられた。

- ・発電所建屋内における狭隘な箇所での施工
- ・過度の振動や粉じんの発生による、運転中の水車・発電機の緊急停止や損傷の回避

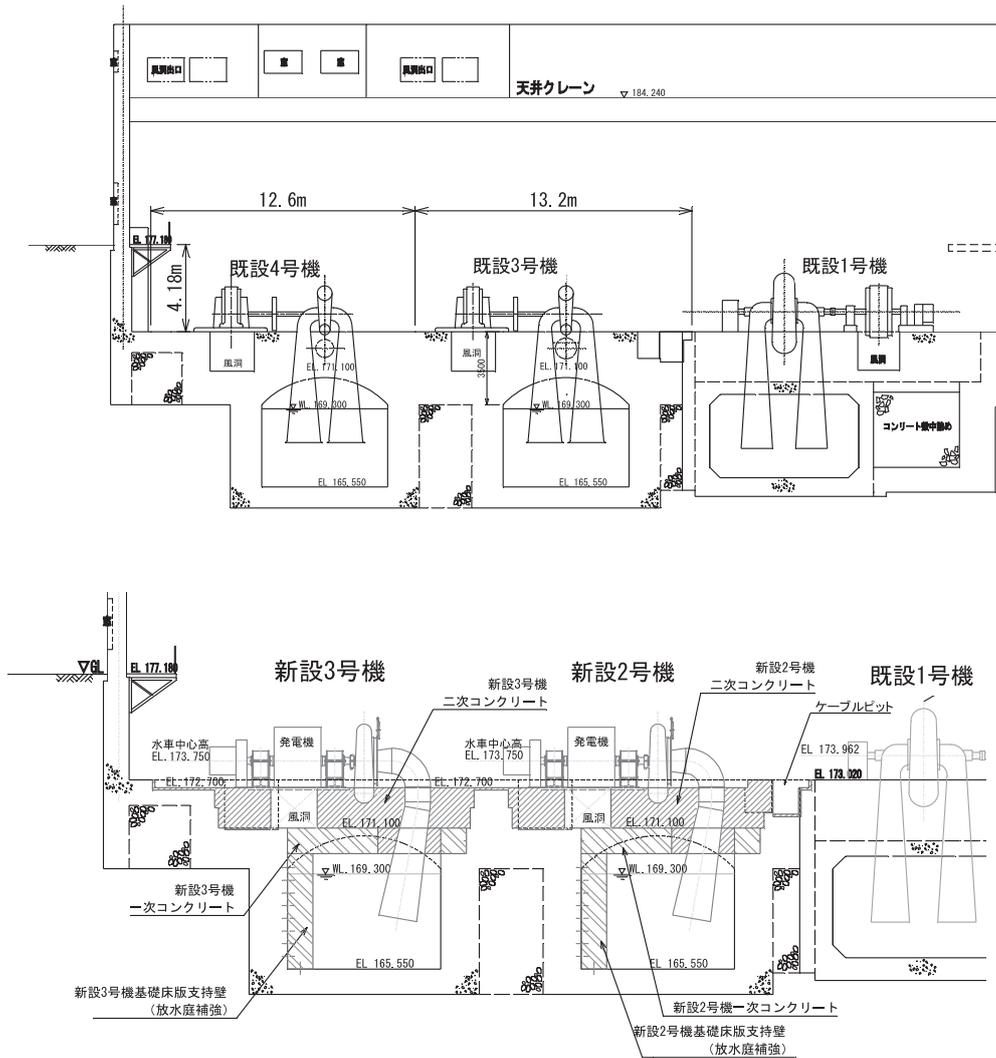


図-2 発電所内断面図 (上: 改修前, 下: 改修後)

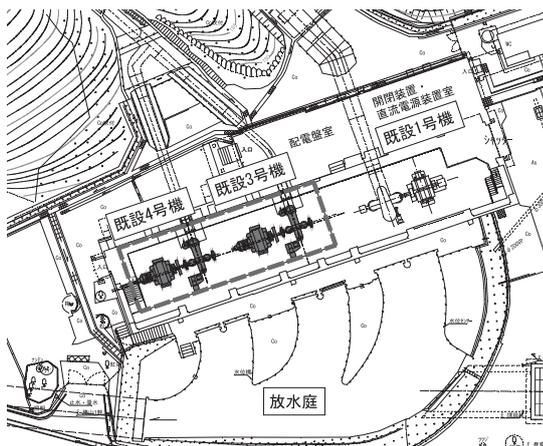


図-1 発電所平面図 (改修前)

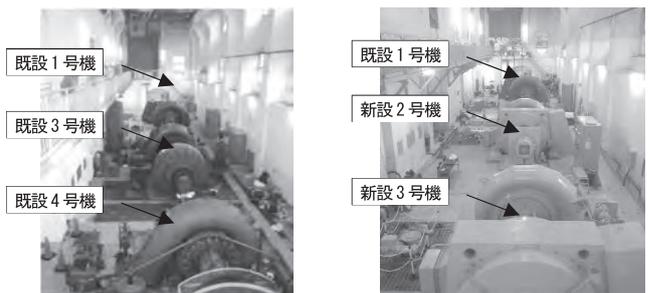


写真-1 発電所内部 (左: 改修前, 右: 改修後)

### 3. 解体工法の概要

前述の課題に対し、スロット削孔機を使用する本工法とワイヤーソーやコアドリルを併用してコンクリートをブロック状に分割切断・搬出するコンクリート解体

工法を採用し、振動・粉じん対策をはかることとした。本工法には、2連式ドリルのスロットスター（以下「本削孔機」という）と4連式ドリルのSDⅢ型機があるが、今回は狭隘な箇所での施工を考慮して、本削孔機を採用した。本工法は、下向き穿孔用に改造した小型クローラ台車搭載型で、打撃回転による削孔を繰り返してコンクリート構造物に幅65mmの連続溝（スロット）を形成する装置であり、以下の特徴を有する（図-4, 5, 写真-2, 3, 表-3）。

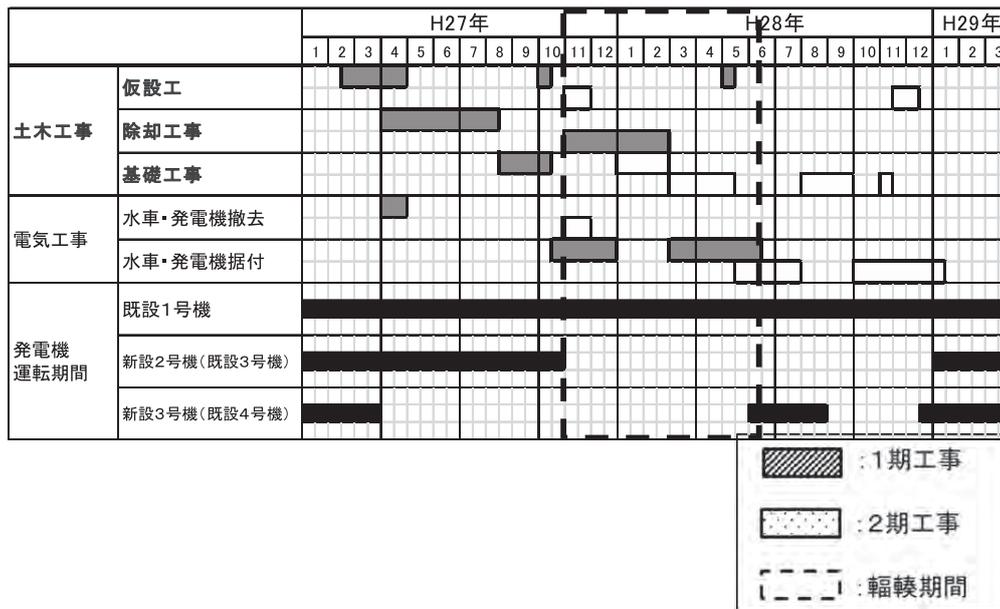


図-3 全体工程表

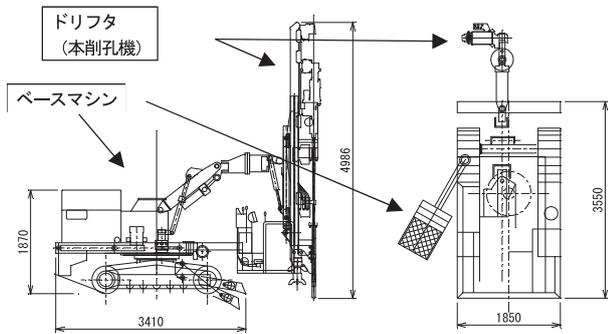


図-4 小型クローラ搭載型本削孔機

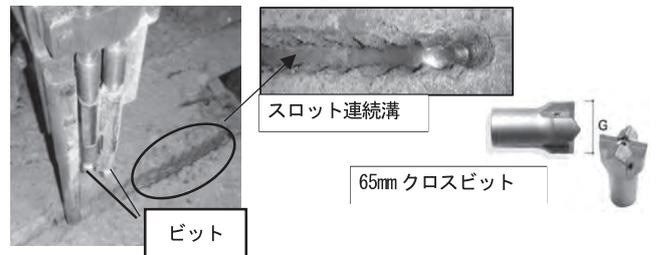


写真-3 スロット連続溝

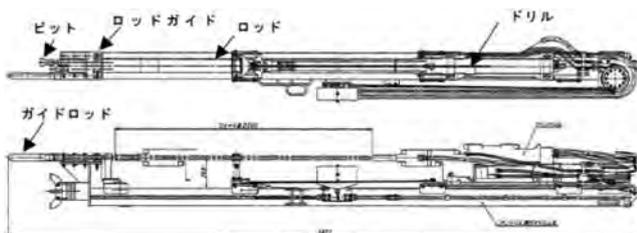


図-5 本削孔機の構造

表-3 ベースマシン仕様 (左) と本削孔機仕様 (右)

ドリル仕様	本削孔機	項目	仕様
形式	ZA2304	総重量	5.3 t
質量	220 kg	大きさ	全長 5,396 mm
全長	1,511 mm		全幅 1,850 mm
全幅	248 mm		全高 2,467 mm
全高	329 mm	登坂能力	12°
打撃数	2,700 bpm	走行速度	0 ~ 7.0 km/h
回転数	0 ~ 180 回 / min	ドリフタ	ZA2444 (スロットスター)
打撃圧 (MAX)	16.0 MPa		ZA2304 (スロットミニ)
回転圧 (MAX)	8.0 MPa	ブーム	FMS穿孔ブーム
ロッド	特φ 32		伸長時 5,600 mm
ビット	φ 65 ネジビット	縮小時 4,000 mm	ガイドセル
		3,170 mm (+280 mm)	
		電動モータ	油圧バック 55 kW × 1
			コンプレッサ 7.5 kW × 1
			増圧水ポンプ 4.0 kW × 1
		必要電力	電圧 400/440 V (50/60 Hz)
			使用電力 65.7 kW
		必要水量	推奨電源設備 90 kVA
			水圧 0.5 ~ 0.8 MPa
			水量 60 L/min



写真-2 小型クローラ搭載型スロット削孔機全景

- ・コアドリルやワイヤーソーなどの切削式切断方法に比べ、高能率、低コストでコンクリートの切断が可能。
- ・通常の解体方法（ブレーカー等）と比べ、振動、粉じんの発生が少ない。
- ・解体箇所との境界部を効率よく平滑に縁を切ることで、既設構造物に損傷を与えない。

### 4. 勝山第二発電所改修工事への適用結果

#### (1) 施工手順

撤去する基礎コンクリートは最大厚さ約 3.5 m であり、一度に分割・切断することは難しいため、3層に分けて段階施工した。

撤去範囲図及び撤去手順を以下に示す(図-6, 7)。

#### ①外周縁切り削孔

隣接する発電設備、配電盤室に振動の影響が及ばないように多連削孔機により外周部を鉛直方向に削孔

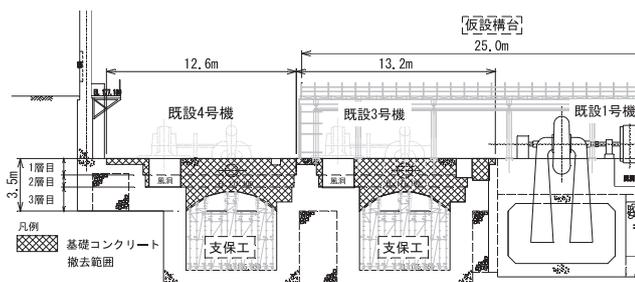


図-6 基礎コンクリート撤去範囲図

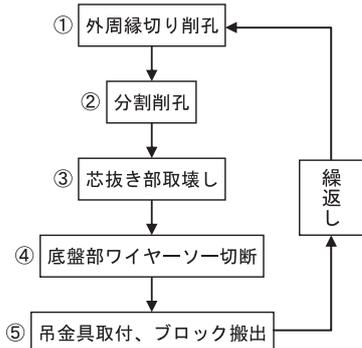


図-7 基礎コンクリート撤去手順

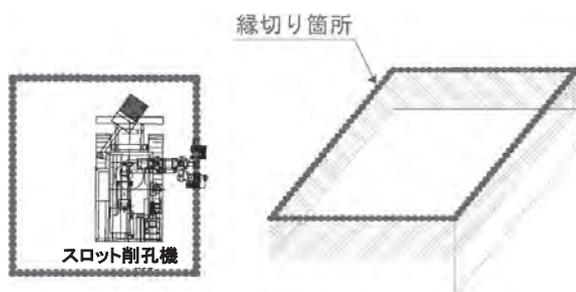


図-8 外周縁切り削孔

し、縁切りを行った(図-8, 写真-4)。

一部、隅角部や歩廊下など非常に狭隘で多連削孔機では施工困難な箇所や鋼材が埋設されている箇所はコアドリルを使用し縁切り削孔を行った。

#### ②分割削孔

コンクリートブロックの大きさは、10tダンプトラックで運搬する計画であったため、積み込み可能な重量、大きさになるように多連削孔機により分割削孔した(図-9, 写真-5)。

#### ③芯抜き部取壊し

ワイヤーソーによる底盤部の水平切断時には、通常 2.0m × 2.0m 程度の施工スペースが必要になる。本

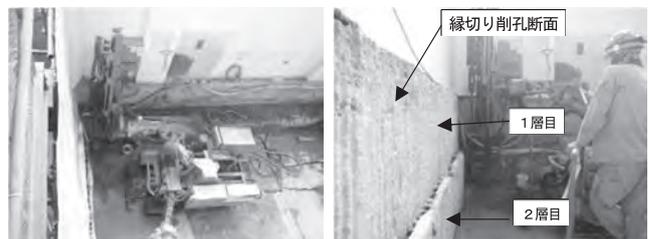


写真-4 外周縁切り削孔全景(左), 同近景(右)

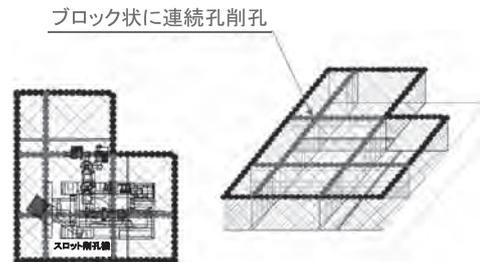


図-9 分割削孔



写真-5 分割削孔状況(左), 同完了全景(右)

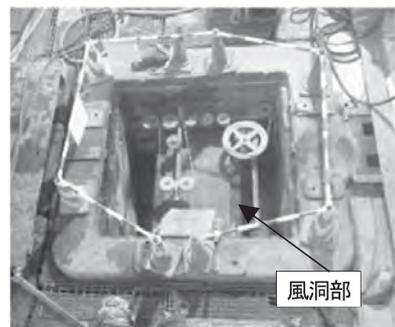


写真-6 風洞部ワイヤーソーセット状況

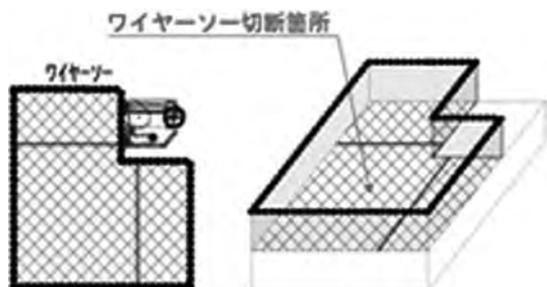
工事では、既存の風洞部を利用することにより、芯抜き取壊しを省略することができた（写真—6）。

④底盤部ワイヤーソー切断

風洞部にワイヤーソーをセットし、底盤部を水平方向に切断した（図—10，写真—7）。

⑤吊金具取付，ブロック搬出

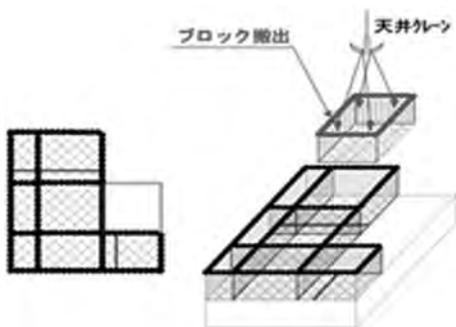
コンクリートブロックは、吊金具をケミカルアンカー（M22）で固定し、30t吊り天井クレーンにて吊



図—10 ワイヤーソー切断



写真—7 ワイヤーソー切断



図—11 ブロック吊上げ・搬出



写真—8 ブロック吊上げ

り上げた。コンクリートブロックに打継目がある等落下の危険性がある場合には、アングル材にて固定するか、ワイヤーを大回しにして、安全性を確保し吊上げ作業を行った（図—11，写真—8）。

(2) 施工結果

今回の基礎コンクリート撤去の施工結果を下表に示す（表—4）。日施工量については、改修工事毎の施工条件によって変わるため他工事と比較することは難しいが、本工事においては、狭隘な作業スペース内で、削孔作業とワイヤーソー切断作業のエリアを区分し、並行して施工を進めるなど工程短縮に取り組み、無事、計画工程内で施工完了することができた（写真—9，10）。

粉じん対策については、粉じんの発生が少ない工法の採用（本工法，湿式ワイヤーソー）に加え、隣接する発電設備の境界に鋼製パネルまたは防炎シートによる高さ4mの防塵壁の設置及び既設風洞部を利用した換気設備の設置を行った。その結果、稼働中の発電設備に影響を与えることなく施工完了することができた。

表—4 基礎コンクリート撤去施工歩掛

施工箇所	既設4号機撤去	既設3号機撤去
コンクリート撤去	2.55 m <sup>3</sup> /日	2.42 m <sup>3</sup> /日
多連削孔機による削孔	3.56 m <sup>2</sup> /日	3.46 m <sup>2</sup> /日

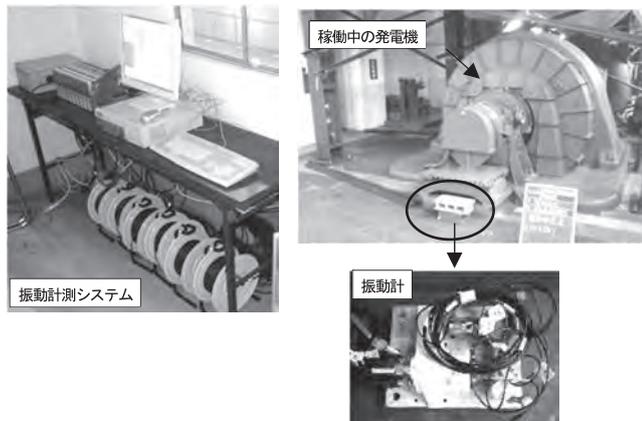


写真—9 基礎コンクリート撤去着手前

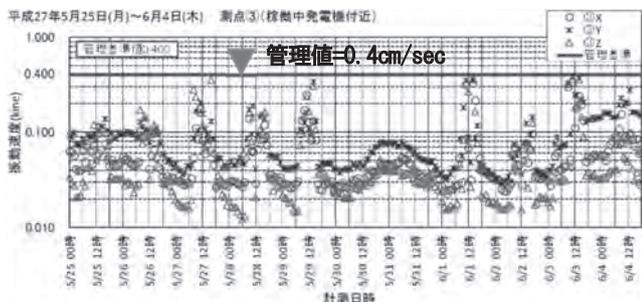


写真—10 基礎コンクリート撤去完了

また、振動管理については、基礎コンクリート撤去中の振動が発電設備に影響を与えないように、管理値を振動速度で0.4 cm/sec以下とし管理を行った。施工中は常時、発電所内に設置したモニターにて振動値を監視し、隣接発電設備に対する振動を抑制するよう、最接近時には削孔速度を低減させるなどの対策をとりながら慎重に施工を行った（写真—11）。また、管理値を超えた場合には、作業エリア内の回転灯および職員への携帯メールにて通知するシステムをとり、作業を一時中断する管理体制をとったが、管理値内で無事施工完了することができた（図—12）。



写真—11 振動計測システム



図—12 振動測定結果（多連削孔最接近時）

## 5. おわりに

本工法による今回のような発電機取替工事は本件で5件目となる。発電所の運転停止期間を最小限とし、施工を行った今回の報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。

## 謝 辞

最後に、本工事の施工にあたり、ご指導をいただいた中国電力株式会社をはじめ関係者の皆様に深く感謝の意を表したい。

J C M A



【筆者紹介】  
原田 竜也（はらだ たつや）  
株式会社 西日本支社  
関西土木第一部  
主任



橋高 豊明（きったか とよあき）  
株式会社 西日本支社  
土木技術部  
担当部長