

# 一般国道12号旭川新道と旭川トンネルについて —旭川新道の全線4車線供用にあって—

旭川開発建設部 旭川道路事務所 第2工事課 ○館山 孝利  
和田 芳明  
室蘭開発建設部 浦河道路事務所 工務課 平森 誠

一般国道12号「旭川新道」は、旭川市中心部の通過交通による混雑緩和や広域交通ネットワークとしての北海道縦貫自動車道へのアクセス向上を図る延長14.1kmの環状バイパスとして計画され、昭和50年度(1975)に事業化、昭和53年度(1978)から工事着手し、平成7年度(1995)の暫定全線供用を経て、平成20年度(2008)に全線4車線供用を迎える。最終施工区間の旭川トンネルは、全線低土被りの都市型土砂トンネルであり、その直上には国道12号や住宅街などが広がっている。施工上の最重要課題は、地上物件の安全確保のための地表沈下対策(トンネル変位防止対策)であった。この施工状況と旭川新道全線の供用について報告する。

キーワード：NATM工法、AGF工法、地表面沈下対策

## 1. 「旭川新道」着手からの経緯

「旭川新道」は、全体を5工区に分割して整備を進めてきた。「旭川新道」の建設は、昭和53年度(1978)に第1工区(L=4.170km)の近文大橋下部工事で始まり、昭和59年11月(1984)に部分供用し、昭和60年5月(1985)に忠和側から着手した旭川トンネル(下り線)を昭和62年11月(1987)に完成させて、暫定供用区間を6kmに延ばした。

平成2年11月(1990)には、第2工区(L=2.878km)の春光台トンネルを含む区間を供用した。これにより札幌方面と主要道道旭川幌加内線が市街地を通過せずに結ばれたほか、道央道旭川鷹栖インターとの直結を実現した。

平成3年10月(1991)には、道内初の単弦ローゼ桁を採用した北旭川大橋を含む第5工区(L=2.803km)を部分供用した。

平成4年11月(1992)には、公園トンネルなどを含む第3工区(L=1.818km)春光町～末広の間1.8kmが暫定2車線で供用した。これにより道央道旭川鷹栖インターと主要道道旭川環状線が結ばれたため、札幌方面から稚内や北見方面へは旭川市街を走行せずに行くことが

出来、ここまで全長14.1kmのうち10.3kmが開通した。

平成7年度(1995)には、末広～国道40号までの第4工区(L=3.111km)と第5工区的一般道道北旭川停車場～国道39号の間が完成し、暫定であるが全線供用を実現した。その間も順次4車線化の整備が進められ、平成15年度(2003)までに12.1kmの区間を4車線化し、1工区の旭川トンネル(上り線)を含む約L=1.9kmを残すのみとなった。



図-2

## 2. 旭川トンネル上り線

旭川トンネルは、北海道旭川市の西端の丘陵地帯に位置し、一般国道12号から「旭川新道」へ入る札幌側の分岐点に位置するセパレートトンネルである。本来セパレートであるが、下り線トンネルは昭和62年(1987)から対面通行で供用している。

上り線トンネルは、現在供用中の下り線トンネルに



図-1

並行して新設するもので、旭川市中心部へ向かう 4 車線の国道 12 号の直下を土被り約 5~7m、約 30° で交差(L=90m)し、さらにその先に広がる住宅街(L=300m)を土被り 15~30mで通過するものである。

## 2-1. トンネル規格および工事概要

### (1) トンネル規格

- ・道路構造規格：4 種 1 級
- ・設計速度：60 km/h
- ・幅員：11.25m(0.75 監査歩廊+0.50 路肩+3.50\*2 車道+0.50 路肩+0.50 施設帯+2.00 歩道)
- ・延長：799.985m
- ・非常施設等級：B 等級

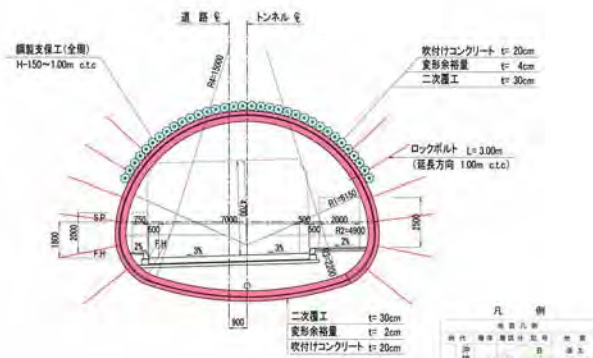


図-3 標準断面図

### (2) 工事概要

- ・施工場所：旭川市神居町台場～忠和
- ・工期：平成 17 年 11 月 8 日～平成 20 年 3 月 26 日
- ・工事内容：掘削工 L=728.99m、覆工 L=728.99m、巻出工(起点)L=28.00m、坑門工(終点)L=15.00m  
排水工 L=772.00m、道路土工 L=81.50m
- ・掘削方式：NATM(機械掘削方式)  
上半先進ショートベンチカット工法

- ・内空断面積：80.9 m<sup>2</sup>

- ・主な掘削補助工法：AGF 工法、フォアポーリング

### 2-2. 地質概要

旭川トンネル(上り線)の建設箇所は火砕流堆積物(十勝溶結凝灰岩)からなる火山灰質砂と砂礫によって構成されており、その土被りは 30m 以下である。地質縦断は図-4 のとおりであり、地質、地形等で表-1 のように大きく 4 つに分類される。

本トンネルと国道 12 号とは斜めに交差し、その土被りは 5~7m である。斜交するため、その対象延長は 90 m に及ぶ。国道路面の沈下目標値は、路面補修を必要としない変化量から 30mm に設定した。住宅街での土被りは 15~30m あり、延長約 300m にわたり家屋が密集する。その区間の沈下目標値を 20mm に設定した。<sup>1)</sup>

表-1 旭川トンネルの地形・地質による分類

エリア	トンネル部の主な地質	平均N値	土被り	主な地上物件等
①	火山灰質砂	10~20	1D以下	国道12号
②	火山灰質砂	30~40	1D~2D	住宅街
③	火山灰質砂	50以上	1.5D~2D	雑木林
④	砂 礫	50以上	0~1.5D	雑木林

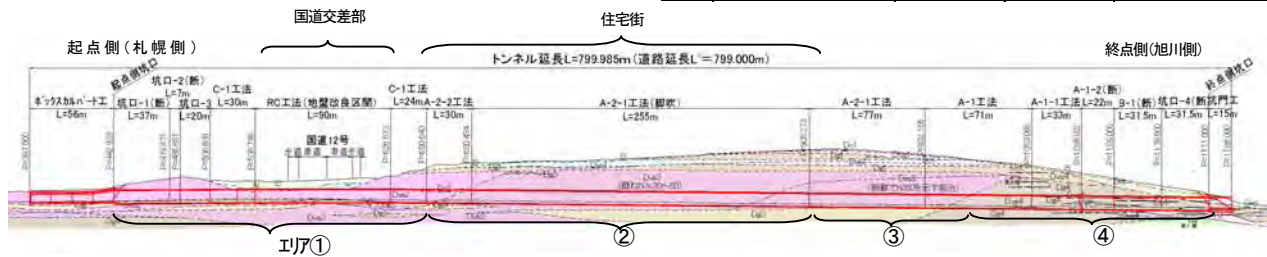


図-4 旭川トンネル地質縦断面図



図-5 旭川トンネル平面図

### 3-3. 施工概要

#### (1) 起点側からのトンネル掘削

平成 18 年 2 月(2006)、起点側(SP=443)よりトンネル掘削を開始した。地質はほぼ全面にわたり火山灰質砂で構成されており、N値は 10~20 程度と非常に脆弱であったが、湧水はほとんどなかった。

設計段階で国道直下での沈下予測を数値解析により行い、当初設計のAGFと上半仮インバートの採用で最大 30mm の地表面沈下量を想定した。

起点側坑口から国道 12 号の影響範囲までは 82mあり、坑口から国道直下区間の地質・土被りはほぼ同じである。この区間を国道部の検証区間として坑内外の計測工を行ない、掘削中の計測経過により検討の結果、以下のような補助工法を採ることとした。

- a) 天端沈下対策：AGFを無拡幅型から拡幅型に変更
- b) 脚部沈下対策：ウィングリブ付き支保工へ変更、脚部注入改良追加
- c) 鏡補強：長尺鏡ボルト追加
- d) その他：コンタクトバック追加

超速硬性モルタル充填剤(アーチ部、脚部)

掘削の結果、上記補助工法を追加したにも関わらず、地表面沈下は国道の目標値超過が見られたため、掘削を一時中断した。その変位グラフの一例(SP=500)を図-6に示す。

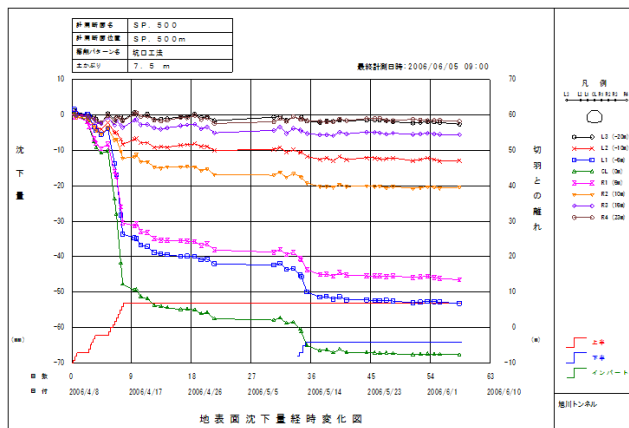
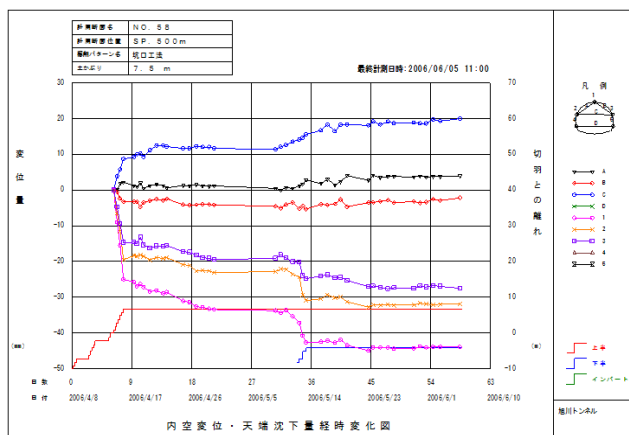


図-6 地表面沈下および坑内変位グラフ



この変位計測結果をもとに数値解析により地山物性値の見直しを行い、国道直下の地表面では、さらに大きな沈下量が予測されたため、平成 18 年 4 月(2006)、一旦トンネル掘削を 64m (SP=507)の地点で中断、沈下抑制のため下半支保による全周閉合を行い、国道直下の検討を行なった。検討に際しては、北海道トンネル研究委員会のメンバーから貴重な御意見・御助言を頂いた。

#### (2) 終点側からのトンネル掘削

起点側からの掘削中断に伴い、終点側地域の理解を得た後、平成 18 年 7 月末(2006)よりトンネル掘削を再開した。終点側坑口付近は住宅街が広がり、掘削作業による騒音対策のため、掘削当初は昼間のみとし、掘削機械等が全て坑内に収まった段階で、施工ヤード周辺に防音シートを設けて夜間騒音低減に配慮した。

住宅街(図-4 のエリア②)ではボーリング結果から、主な地質は火山灰質砂礫であり、そのN値は 30~40 程度である。この区間では、拡幅型AGF(シリカレジンを注入)と上半脚部吹付けコンクリートを第一段階の補助工法として採用し(図-7)、変位状況等を観察・分析しながらの掘削であった。

住宅街での地表面沈下測定は、トンネルセンター上の縦断で 10m間隔、その横断を 5~10m間隔とした(図-8)。家屋に対しては家屋 4 隅を計測し、傾斜の有無を確認した。計測に先立ち、対象とする土地、建物所有者全員に直接訪問して理解を求めたことで円滑に計測

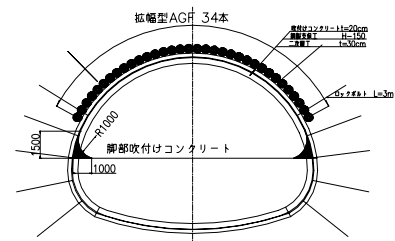
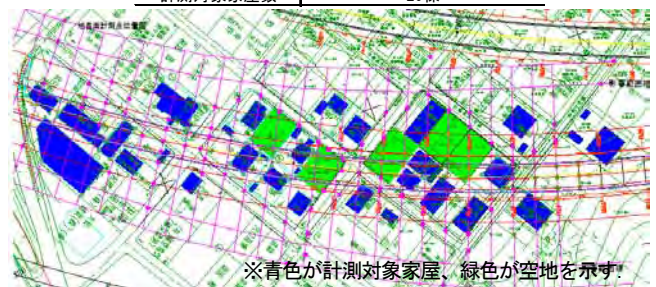


図-7 住宅街での支保パターン

表-2 住宅街での地表面沈下計測数量

計測範囲	SP=940~670
計測延長	270m
計測方法	レベル測量
計測ポイント数	150点
計測断面数	26断面
計測期間	平成18年12月~平成19年7月
計測対象家屋数	20棟



※青色が計測対象家屋、緑色が空地を示す!

図-8 住宅街での地表面沈下計測点

を実施することが出来た。空地には計測杭を設置し、市道は舗装上に計測鉤を設置し、計測を行った。

住宅地直下の施工に先立ち、原位置孔内載荷試験結果から得た変形係数を用いた数値解析を実施した結果、住宅地の地表面沈下は目標値の20mmを超える25mm程度と予測され、脚部補強工等の補助工法の検討も行ったが、実際の掘削での地表面沈下量は最大で5mm程度に収まり、平成19年7月(2007)無事に住宅街を通過することができた。これは、予想していたよりも地山状態が良好であったことと、拡幅型AGF工法が有効に作用したものと考えられる。また、変位計測に基づき補助工法を選定したため、過剰なものとならず、コストを抑制することが出来た。

### (3) 国道交差部の地山改良工

#### ①追加地質調査

その後の調査により現国道は、現地踏査および施工時(40年前)の設計図から旧沢地形を埋め立てて盛土造成されたものであることが判明した。さらに切羽状況、数値解析等から地質も設計時に用いられた地山物性値より劣ることが予測されたため、国道交差部およびその周辺で合計6ヶ所の追加地質調査を行った。

その結果、国道交差部は地表から約4~5mは盛土と沢床堆積物で構成されており、トンネル掘削断面内に達することがわかった(図-9参照)。

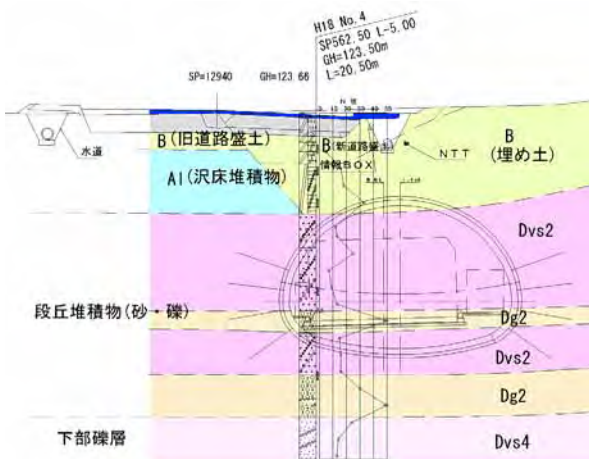


図-9 国道交差部の地質横断面図

表-3 国道交差部の主な構成地質

土層区分	記号	地質	N値	変形係数(MPa)
盛土	B	砂質シルト	10	2.85
沢床堆積物	A1	シルト質粘土	4	2.06
火山灰質砂	Dvs2	火山灰質砂	11	15.68
砂礫	Dg	砂礫	27	38.41

#### ②課題の抽出

国道交差部は、掘削結果および追加地質調査によって以下のような課題を抽出した。

- a) 地山の地耐力不足～  
火山灰質砂層の地耐力が不足しているため、掘削後トンネル全体が沈下する恐れ。
- b) 天端部の脆弱な地質～  
国道部は盛土および沢床堆積物のかなり脆弱で粘性の高いものが分布し、トンネル上部を土被り5m程度で覆っている状況。

#### ③施工方法の検討

上記の課題を踏まえて、沢床堆積物や盛土の死荷重を支持し、国道の沈下を30mm以内に抑制するには、支保脚部の支持力強化が必要であった。掘削しながらの脚部補強では掘削時沈下の恐れがあるため、地上からの施工とした。掘削に先行した支保脚部強化により沈下の抑制と掘削切羽の自立安定を図るため、以下のように対策工を選定した。

- a) トンネル両側にφ=3.0mの杭状改良体を造成する高圧噴射攪伴工法
- b) トンネル上部の地山を改良材と直接攪伴混合する攪伴混合処理工法

形状は、図-10のようにトンネルをそれぞれの改良体で門形に覆うようなものとした。

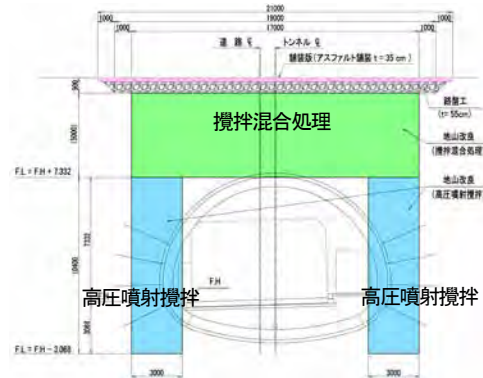


図-10 地山改良工横断面図

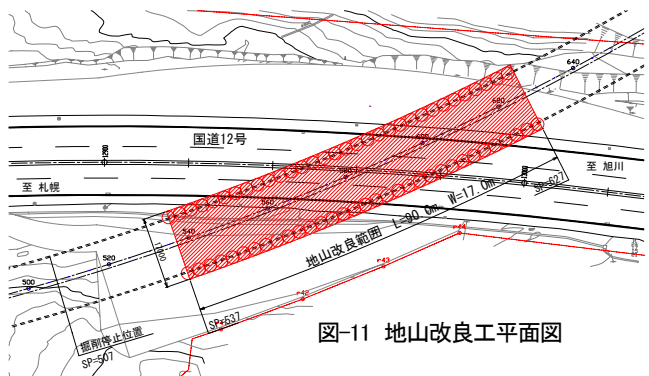


図-11 地山改良工平面図

表-4

工 法 名	高圧噴射攪拌工法
特 徴	深層混合処理工法の一つ、硬化剤を超高压で混合攪拌して、大口径(φ3.0m)改良体の造成が可能。
施 工 数 量	φ=3.0m、H=10.4m、N=62本
設計圧縮強度	3MN/m <sup>2</sup>
スラリー配合	高炉セメント760kg、混和剤10kg、水743kg
工 法 名	攪拌混合処理工法
特 徴	浅層・中層混合処理工法の一つ、バックホウに専用攪拌機を取付、スラリー噴射方式で強制的に攪拌混合を行う。
施 工 数 量	V=7,600m <sup>3</sup>
設計圧縮強度	1MN/m <sup>2</sup>
スラリー配合	土砂1m <sup>3</sup> 当たり：セメント系固化剤215kg、水215kg

#### ④解析による予測

図-10の対策工について、数値解析により国道の沈下抑制効果を予測した。当初設計パターンは補助工法としてAGFのみであり、脚部の支持力が得られないため、106mmの大きな地表面沈下を生じるものであった。一方の変更パターンは改良前の地山を高圧噴射攪拌工法+攪拌混合処理工法により、地表面沈下を24mmに抑制できる結果となった(図-12)。

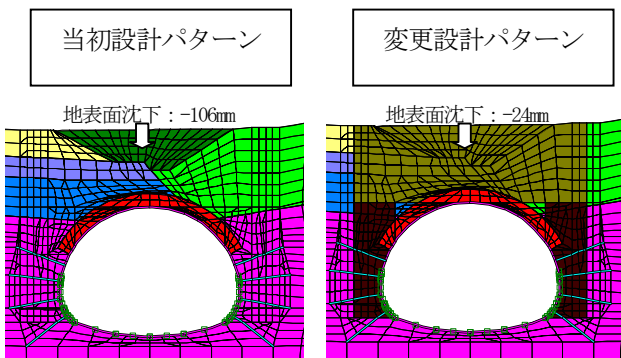


図-12 解析断面図

#### ⑤地山改良工の施工

施工は平成18年7月(2006)より試験施工、9月より本施工となり、12月下旬~3月上旬の冬期間は中断したが、平成19年6月(2007)に完了した。国道12号には重要ライフライン(電話、電気、通信、水道等)が埋設されており、各機関との調整が難関であったが、地山改良施工に先立っての移設では協議を含め密な対応により円滑に進めることができた。施工に先立ち、切回しおよび一時撤去を行ったライフラインの復旧は、全てトンネル掘削の完了後(収束確認後)に行った。また、交通量の多い国道12号は、常時4車線確保が絶対条件であるため、地山改良の施工の際は迂回路の切り回しを伴う5段階の分割施工を余儀なくされたが、安全な一般交通誘導のため仮設配置などの施工計画を検討し、スムーズな施工が出来た。

#### (4) 国道交差部のトンネル掘削

国道交差部のトンネル掘削は地山改良が施されていたことから、拡幅型AGF工法(セメント系注入材)と上半仮インバートの併用で臨んだ。トンネル掘削は前述の通り反対の終点側から再開しており、上半切羽は平成19年7月末(2007)に地盤改良区間(SP=627)に到達した。

##### ①切羽状況および改良状況

改良体は切羽断面に写真-1,2のように出現した。改良状況は全体的に良好で、掘削に先行した支保脚部強化によって沈下を抑制し、掘削切羽の自立安定を図ることができた。また、目標強度も十分確保できていた。ただし写真-1のようにこの区間の弱点のひとつである沢床堆積物(写真の青褐色の層)が想定以上に深く上半切羽に現れており、旧沢部ということから含水率も高く、土砂の流出、鏡面の崩壊の恐れがあったため、長尺鏡ボルトを施工し、鏡の安定を図った。

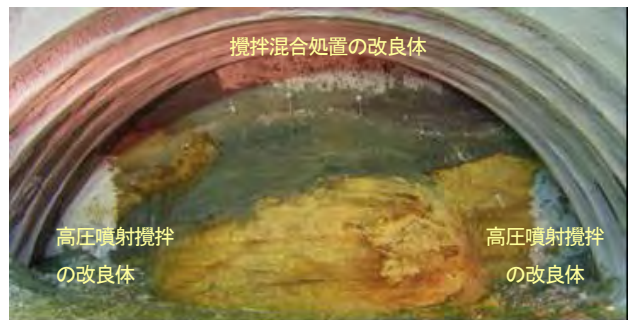


写真-1 地盤改良区間の上半切羽状況

##### ②路面計測

この区間の地表面(国道路面)沈下計測には、ノンプリズムトータルステーションを用いた自動計測システムで変位状況の監視を実施した。計測は2回/日とした。

結果として懸念された地表面沈下は無く、平成19年10月(2007)に貫通した(写真-2)。



写真-2 貫通状況 終点側から起点側(札幌方面)を撮影

#### 4. まとめ

本トンネルは全線低土被りトンネルであり、地上物件が多いことから、全区間において地表面沈下測定を行い、その計測結果を基に補助工法の必要性を判断しながら掘削を進めた。

住宅街では事前の予測より沈下量が小さかったが、これは予想よりも地山状態が良好であったこと、AGF工法の効果が十分発揮されたことなどが考えられる。

国道交差部は、超低土被りで軟質な地層と悪条件が重なった箇所であったが、地上から2工法の地山改良を採用し、トンネル周辺を改良することによって、ほとんど沈下は観測されることなく掘削することができた。起点側坑口の国道部検証区間では掘削当初は、国道沈下目標値を超える地表面沈下が発生していることから、この地山改良が非常に有効であったといえる。

結果、現道12号、住宅街ともに大きな地表面の変化なく旭川トンネル(上り線)を貫通、完成し、平成20年度(2008)の「旭川新道」全線4車線供用に至った。

#### 5. あとがき

平成20年度(2008)の施工は、旭川トンネル(上り線)内の舗装、台場地区および忠和地区の交差点改良、道路付属施設の整備を進めた。特に台場地区の交差点は、新たに完成した上り線トンネルの合流に伴い、旭川中心部へ向かう国道12号がこれまでの2車線を1車線とし、主交通である「旭川新道」を2車線とする形状へ変化した(写真-3)。

「旭川新道」の全線4車線完成により、交通の分散が進み、市内中心部の交通混雑緩和による物流、観光の利便性向上など、圏域の交通機能の強化が図られ地域発展に寄与することが期待される。



写真-3 全線4車線供用した直後  
(台場地区：札幌方面から旭川方面を撮影)

謝辞：工事着手から30年(1978～2008)に及ぶ「旭川新道」は、ここに完成を迎えたが、建設に関わった多くの関係者の苦勞と努力に対して敬意を表します。

#### 参考文献

- 1) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針、2004.8