

建設 50 年を迎えたホワイティうめだ地下街の 現状とスケルトン化リニューアルの事例

井下 泰具¹・中井 亮太朗²・蒲地 正光³

¹正会員 大阪地下街株式会社 常務取締役 (〒530-0018 大阪市北区小松原町2番4号)

E-mail: inoshita.yasutomo@osaka-chikagai.co.jp

²非会員 大阪地下街株式会社 計画課長

³非会員 大阪地下街株式会社 計画課担当課長

大阪駅周辺地区は1日駅利用者数約240万人が利用する西日本最大のターミナルであり、ホワイティうめだはJR大阪駅南側の地下歩行者ネットワークの一部を構成する公共性の高い地下街である。

ホワイティうめだ2期エリアは、開業以来一度もリニューアルを行ったことがなく、事前の調査や検討において躯体の劣化や既存不適格、耐震補強の必要性などが確認されていた。これらの課題を全て解決する手法としてスケルトン化による全面リニューアルを地下街単独事業として全国で初めて行った。

本論文では、建設以来50年経過した躯体の劣化状況や補修対策、遵法化事例、最新のICT技術の導入事例、地下街の営業休止期間への影響を最小限にするための工事期間中の工夫や地上交通への影響など今後の地下街リニューアルに有益な情報について報告する。

Key Words: Underground Mall, Interior Demolition, Improvement of Safety, Whity Umeda, concrete carbonation

1. はじめに

ホワイティうめだは、1日240万人が利用する大阪駅周辺地区の南側の地下歩行者ネットワークの重要なインフラの一部を担っており、今回リニューアルを行ったホワイティうめだ2期エリアは1970年開業である。このリニューアルの実施にあたっては、地下街リニューアルの事業性を踏まえた機能更新の在り方について研究¹⁾し、第24回の本シンポジウムではスケルトン化を前提とした遵法化計画と設備更新計画、特殊な制約条件の多い中での施工計画について報告²⁾した。

本論文では、実際に建設後50年が経過した地下街施設のスケルトン化による全面リニューアルを実施した中での新たに得られた知見や施工上の工夫等について報告する。

2. リニューアルの概要

今回実施したリニューアルは、施設の安全性の向上と遵法化を最優先課題とし、併せて利便性の向上と収益性の向上を目指した。本リニューアル工事は、2018年9月より先行工事に着手し、2019年5月から2期エリアの全面閉鎖による約半年間の工事を経て、2019年12月5日にリニューアルオープンした。リニューアル工事の概要を表-1に示す。

(1) 各種基準等への適合化

リニューアル前後の建築基準法と地下街基本方針の適合状況は表-2の通りであり、リニューアルを実施するにあたって、地下街という物理的な条件により遵法化を図ることが困難であった公共地下道天井高さや地下広場については代替措置²⁾により遵法化と同等の安全性を確保した。

表-1 リニューアルの概要

防災機能の向上
・柱の耐震補強や老朽化が進んだ壁面の補強 ・防火区画の再構築 ・排煙設備の抜本的改修 ・円滑に地上へ避難するための防災上有効な広場の整備 ・設備室の狭隘解消 ・非常用発電機を地上へ設置
快適性の向上
・エスカレーターの設置 ・トイレのリノベーション ・空調設備の更新 ・換気設備の増強 ・分煙化の推進 ・照明による演出 ・従業員休憩室の拡充
セキュリティの強化
・防犯カメラを増設すると共に、防災センターの機能充実など更なるセキュリティ強化を図る

表-2 ホワイティうめだの基準等への適合状況

主な遵法化項目	概要	適合状況	
		リニューアル前	リニューアル後
【建築基準法】			
公共地下歩道幅員	5m以上	○	○
公共地下歩道天井高さ	3m以上	×	代替措置
防火区画	店舗等は床面積500㎡ごと	×	○
排煙区画	地下道：300㎡以内	×	○
排煙設備	排煙口は閉鎖状態を常時保持 地下道：5㎡／秒等 (現状は換気設備と兼用)	×	○
開口部の防火区画処理	地下街の各構えは防火区画	×	○
【地下街基本方針】			
公共地下歩道幅員	6m以上	×	○
地下広場	防災上有効な吹抜を有する広場	×	代替措置
地下街の階層	店舗は1層に限る	×	○
消防用設備	全ての部分に消防用設備配置	○	○
防火区画	店舗等は床面積200㎡ごと	×	○



リニューアル前（B2階）



リニューアル後（地上）

写真-1 リニューアル前後の非常用発電設備

(2) 更なる防災・防犯機能の強化

浸水対策や避難誘導機能を強化するため、

- ・非常用発電機の増強及び地上設置（写真-1）
- ・止水板の軽量化
- ・地下街防災拠点と警備員の連携強化
- ・広告用サイネージに防災機能を追加（写真-2）

などの取り組みを実施した。具体的には、非常用発電設備は、リニューアル前は開業当初から延命化させて運用してきた発電機であり容量が300kVAで、地下2階の設備室に設置していた。今回、浸水対策の観点から地上部に設置することとし、更には500kVAに容量をアップさせ、稼働時間も約16時間運転可能な容量とし、今回新たに設定した安全区画の空調にも対応できる容量とした。

また、10分間降雨量8mm以上が20分以上続く場合には、出入口部において止水板を防災センターの判断で浸水リスクの最も高い出入口から設置していくこととしており、今回リニューアルにより出入口上屋を新設したが、併せて止水板もカーボン樹脂製に更新し、軽量化したことで、迅速な対応ができることとなった。

災害やトラブル発生時には、地下街での防災拠点と現場警備員との連携はとりわけ重要である。今回のリニューアルでは地下構内に専用光ファイバー網による独自のWi-Fiアクセスポイントをホワイティうめだ公共通路、主要設備室に新設し、従来よりも広いエリアで通信が可能な独自の通信設備を配備し



写真-2 非常時のサイネージ表示

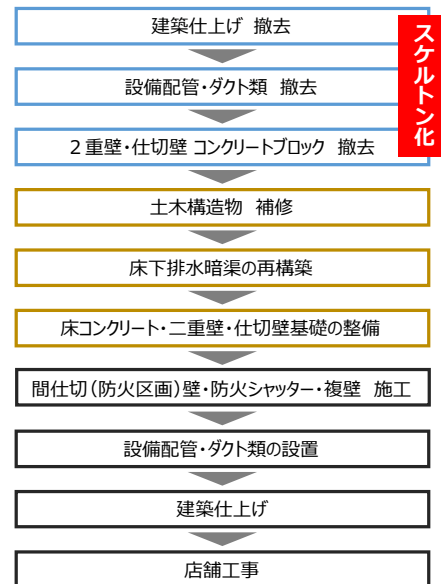


図-1 スケルトン化の工事ステップ

た。端末は、無線アプリがインストールされたスマートフォンとなり、警備員の位置を防災センターで検知したり、多言語音声翻訳アプリによるお客さまサービスを充実させたりする機能も付加したシステムを構築した。さらには、今回のリニューアルの時期に併せてホワイティうめだ1期エリアにデジタルサイネージを新設し、災害時は防災センターからの操作で、火災情報や地震速報、NHK緊急放送などの災害情報を表示できるようにして避難支援機能として強化した（写真-2）。

(3) リニューアルの工程管理

地下街のリニューアルにとって、店舗休業期間をいかに短くするかが採算性の面からも重要であり、当初より公共通路も含めた全面閉鎖を半年とする目標を持って工事計画を立案した。

工程作成にあたっては、

- ・地上交通への影響を可能な限り少なくし、また、全面閉鎖工事期間を可能な限り最短化する
- ・店舗への影響が少ない工事は先行工事として行う
- ・2期エリア内に位置するホワイティうめだ防災センターは継続して機能させる必要があるため、新防災センターを2期エリア内に新設し、全面閉鎖までに機能移転する
- ・エスカレーター新設工事は躯体改造が必要で工期が長くなるので全面閉鎖前から着工する

といったことに留意し、全面閉鎖工事と先行工事に区分した。先行工事のうち、一部店舗閉鎖が必要となる防災センターの移設、エスカレーター新設工事は閉鎖期間が短くなるよう2019年2月着工とした。

2019年5月、2期エリアを全面閉鎖し、スケルトン化工事に着手した。スケルトン化及び設備・建築仕上げの再築工事のステップは、図-1の通りである。また、スケルトン化した状況を写真-3に示す。スケルトン化により計画時に想定した以上の劣化や対応工事の必要性が生じたため、工程管理に特段の工夫が必要となった。

具体的には、躯体を直接確認した結果、RC構造である床版や桁の下面のうち、漏水が発生している部位には断面欠損や鉄筋腐食がみられた。一方、漏水の見られない部分では特に変状は見られず、ひび割れも発生していない状況であった。また、地下街内の排水暗渠においても劣化が進んでいたため、全面的な修繕が必要となった。また、店舗区画の天井内にアスベストの存在が明らかとなり、行政手続き並びに専門業者によるアスベスト除去のために1.5ヶ月も他区画よりスケルトン化工事に時間を要した区画もあった。



写真-3 スケルトン化完了時の状況

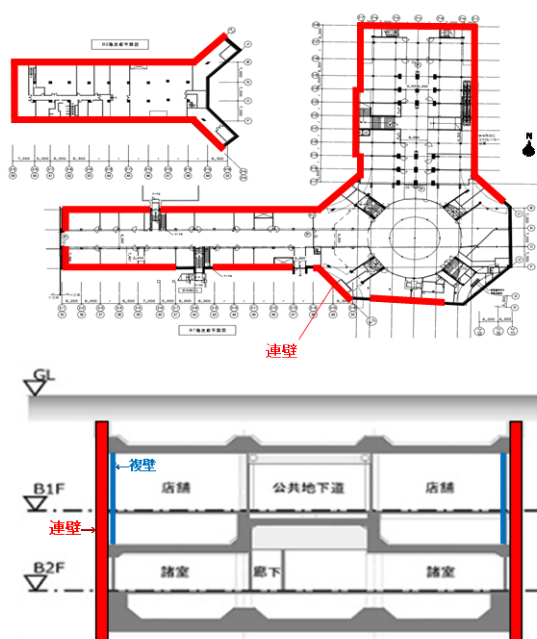


図-2 躯体概要

そのような中、施工計画を見直し、撤去搬出や搬入用立坑に風洞部を改造することで確保したり、地下街内に全面棚足場を設置して上下作業を同時に安全かつ迅速に施工できるようにしたりするなどの工夫を行って工程短縮に取り組み、予定通り2020年12月5日に無事開業した。

3. 建設後50年経過した躯体の劣化状況

2期エリアの躯体は、図-2に示すとおり、側壁は地中連続壁で施工された壁（以降「連壁」と記載）と現場打ち鉄筋コンクリートで施工された壁（以降「RC壁」と記載）で構築されている。

中央の通路を挟み両側に店舗が存在し、側壁の内側にはコンクリートブロック等で複壁があり、点検口部を除き、殆どが直接点検することができない状況であった。点検口部等からの事前調査では、コンクリートの剥離、鉄筋の露出や漏水が見受けられた。また、コンクリートの中性化も進行していることを確認していた。今回、スケルトン化により複壁をすべて撤去し側壁の点検を行ったところ、地下1階と地下2階の外壁総面積2133m²に対して、露筋の総延長は4067mであった。単純計算で1m²当たり1.9mの露筋があったことになる。連壁での露筋が98%を占めていた。

(1) コンクリート圧縮強度と中性化深さの関係

連壁6か所とRC壁7か所でコア採取を行い、圧縮強度試験と中性化深さの確認を行った。採取したコアの圧縮強度と中性化深さの関係を図-3に示す。

通常、連壁は水セメント比を低くして打設されるため圧縮強度が高いコンクリートが生成される。本エリアの建設時の打設コンクリートの水セメント比については記録が残っていないが、圧縮強度試験結果からRC壁に比べ強度が高い結果が得られている。また、連壁とRC壁の圧縮強度と中性化深さの分布並びに平均値を確認すると、圧縮強度が高い方が中性化深さは小さくなっており、密実なコンクリートの方が中性化速度は遅いという一般的な見解と同様の傾向を示していることが確認できた。

また、中性化深さについては側壁約15m毎を基本

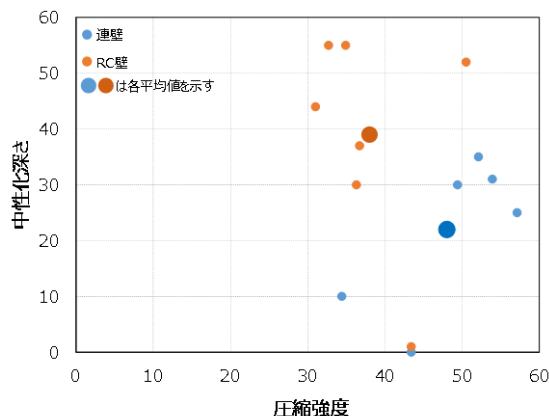


図-3 中性化深さと圧縮強度の関係

に測定した。図-4 に壁種別による中性化深さの傾向をグラフ化した。連壁での中性化深さピークは 20～40mm の範囲内にあるのに対し、RC 壁でのピークは 40～60mm の範囲にある。コンクリート強度は連壁の方が RC 壁よりも大きい傾向があり、強度が大きいほど中性化速度が小さくなるという同様の傾向を示していた。

(2) 漏水の状況と中性化深さの関係

漏水はほぼ全域で確認されているが、連壁の方が RC 壁に比べて多く発生している。連壁ジョイント部の目違いあるいは一体化不足、および先行打設したエレメントの拘束により打ち継ぎ目に発生する温度ひび割れが、主な原因であると考えられる。

地下1階と地下2階の外壁総延長560mに対して、118 か所で漏水を確認した。単純計算で壁長さ 4.7m につき 1 か所の漏水があったことになる。漏水の有無と中性化深さとの関係を、図-5 に整理した。中性化深さのピークは、漏水無し部では 40～60mm 区間であるのに対し、漏水有り部は 20～40mm 区間にある。

漏水がある場所は、湿度が高い環境でありコンクリート中の水分の逸散が起こりにくいため、セメントの水和が継続されコンクリート組織が緻密になり中性化の進行速度が遅くなったものと考えている。

(3) その他の変状

連壁部分では点検口からの事前調査においても劣化が確認されていたため補修を計画していた。一方で、RC構造部分については劣化が確認されてい

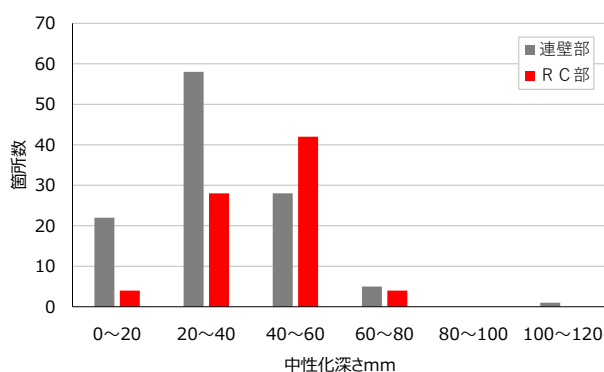


図-4 側壁構造種別による中性化深さの傾向

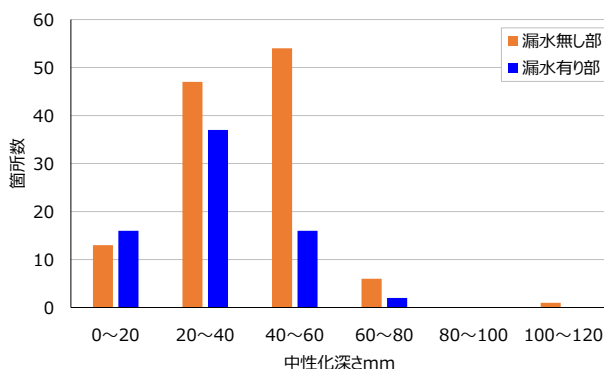


図-5 漏水の有無による中性化深さの傾向

かったため補修を計画していなかった。

実際にスケルトン化を行い直接確認した結果、梁などのRC構造部分においても劣化が見られた。その一例を写真-4に示す。

この写真は上床版の桁部分を撮影したもので、多量の漏水が発生しており、既にコンクリート断面は欠損し、鉄筋も腐食により欠損していた。一方、漏水の見られない部分では特に変状は見られず、ひび割れも発生していない状況であることから、漏水を原因とする鉄筋腐食によるコンクリート断面及び鉄筋の欠損と判断し、浮きコンクリートの除去、導水の設置、溶接による鉄筋の復元、鉄筋の防錆処理を行い、ポリマーセメントモルタルによる断面修復を行った。

4. 躯体の補修方法

(1) 補修方針

躯体としては露筋や漏水が確認されたが、壁の圧縮領域では露筋を確認できず、コンクリート断面が有効に働いていること、壁に有害な曲げひび割れの存在を確認していないこと、また採取した供試体のコンクリート圧縮強度はすべて設計基準強度以上を確保していたことから構造的な補強ではなく必要箇所の補修を行うこととした。

(2) 地下外壁の中性化対策

側壁を約 15m 毎に中性化深さを測定し、現状で中性化が鉄筋に到達しているか、または 50 年後に中性化が鉄筋に到達するか $\sqrt{t}$ 則を用いて予測し、補修方法を決定した。図-6 に補修フローを示す。

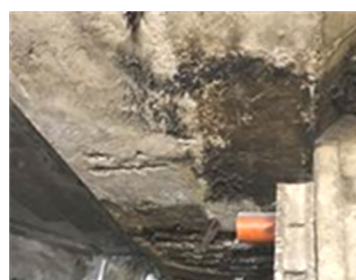


写真-4 躯体の劣化事例

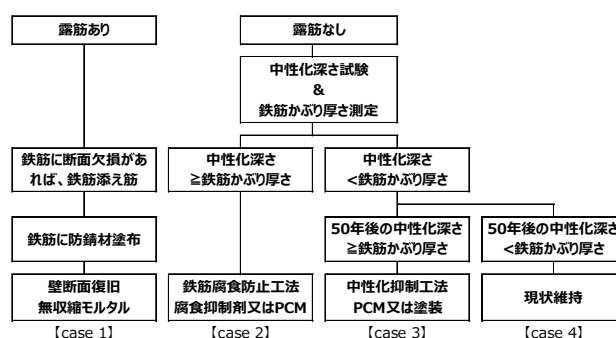


図-6 壁面補修のフロー

表-3 壁補修・対策実施状況

対策	面積	割合
【case 1】 断面復旧	528m ²	24.7%
【case 2】 腐食抑制材	197m ²	9.2%
【case 2】 PCM	187m ²	8.8%
【case 3】 PCM他	125m ²	5.9%
【case 4】 現状維持	1,096m ²	51.4%

現状で中性化が鉄筋に到達している範囲では、鉄筋腐食の進行速度を抑えることを目的として case 2 の鉄筋腐食防止工法を実施した。使用する含浸材が有効に働く表面含水率が 8%以下の範囲においては、腐食抑制材を塗布しコンクリート表層には水分等の劣化因子の侵入を阻止する層を形成させ、鉄筋近傍では不動態皮膜に替わる保護層を形成させて鉄筋腐食の進行を抑制させた。一方、本材料が適用できない表面含水率 8%以上の範囲においてはポリマーセメントモルタル（以下、PCMと表記）を 10mm以上コテ塗り、コンクリート表面からの鉄筋腐食因子の侵入を低減させて、前者と同様に鉄筋腐食の進行速度を抑制する対策を実施した。

現状で中性化が鉄筋に到達していないが、50 年以内に中性化が鉄筋に到達すると予想される範囲においては case 3 の中性化抑制工法である PCM10mm 以上のコテ塗りの対策を実施し、中性化の鉄筋到達を抑制した。

50 年経過後も中性化が鉄筋に到達しないと予想される範囲は、露筋や漏水が無い限り、対策不要とした。

補修フローの各ケースに対する対策の実施状況を表-3 に示す。対象壁面 2,133m²のうち、約 49%の 1,037m²で、壁断面復旧又は中性化対策の施工を実施した。

(3) 今後の維持管理

これらの対策により、今後 50 年間は鉄筋深さまで中性化が進行しないこととなったため、基本的には将来にわたって健全性が保たれると想定している。一方で、今後 50 年間、メンテナンスフリーで点検なしに安全性が担保できていると言い切れるものでもないため、今回のリニューアルでは、B1 階の店舗区画の複壁の再構築は、コンクリートブロック壁とせず成形セメント板を用いた乾式による工法とすることで、例えば店舗退店時のスケルトン化時に、側壁の点検や部分的な側壁の補修等のための複壁の撤去復旧を容易にできるようにした（写真-5）。

一方で、B2 階の設備室は、写真-6 のように複壁を設置せず、側壁をむき出しとし、更に可能なところは側壁から離隔を確保して設備を配置するなど、今後の側壁の点検や補修等の維持管理が可能な状態とした。

これらの対策により、B2 階の側壁を直視することが可能なので、経年劣化による躯体の大きな変化は捉えることが可能となり、店舗部分の躯体を常時

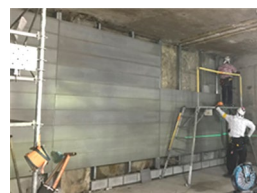


写真-5 複壁施工状況

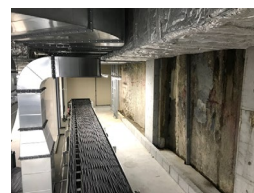


写真-6 設備室の状況

点検できなくても躯体の健全性については一定の確認が可能となる。加えて、店舗退店時に定期的に上床版や側壁コンクリートの点検や圧縮強度試験や中性化深さ試験等の各種物理試験を実施して、地下街全体の健全性を推定するという手法を用いて安全性の確保を図っていく予定である。

5. 全面閉鎖に伴う通行量の変化

全面閉鎖工事实施においては、周辺交通への影響も最小限とする必要があるため、全面閉鎖期間を約半年間で計画しているが、全面閉鎖に伴い前述のとおり 1 日約 5 万人もの通行者が地上へ迂回することになる。

全面閉鎖前における朝ラッシュピーク時の交通量は、地下街内東行きが約 50 人/分であり、そのうち地上南側への通行は約 30 人/分となっていたが、全面閉鎖後では扇町通歩道部南側が約 30 人/分となっており、南側地上へ向かう人のほとんどが扇町通歩道部の南側を利用していた（図-7）。

また、交通量がピークとなる夕方の時間帯では、全面閉鎖前の地下街内交通量が約 100 人/分であり、そのうち地上南側の交通量は約 15 人/分となっていたが、全面閉鎖後では扇町通歩道部南側が約 45 人/分と大きく増加していた（図-8）。

当該交差点は新御堂筋を東側へ渡るルートが交差点南側の横断歩道しかないため、全面閉鎖時には扇町通歩道部南側の交通量が増加し、横断歩道において混雑の発生を想定していた。当初、赤信号で約 52 人が滞留すると想定し、1 回の青信号で全員が横断歩道を渡れる程度の人数であることから、安全は担保されていると考えていた。全面閉鎖後においては、交通量は増加したが赤信号での滞留は約 50 人であり、予測と同程度で大きな混雑は見られなかった（写真-7）。地上では全面閉鎖に伴う交通集中による大きな混雑を招くことはなかったが、地下通路に配置した交通誘導員には道を尋ねる方が非常に多く見られた。このことは、通行者が地下街と地上の位置関係を把握していないため、普段使用している出入口が閉鎖となった際に、地上の目的地へ移動するために他のどの出入口を利用すれば良いかが判らないためである。そのため、地下街の案内誘導では、出入口の位置だけではなく出入口と周辺の地上施設の位置関係を分かりやすく案内することが重要であることが分かった。

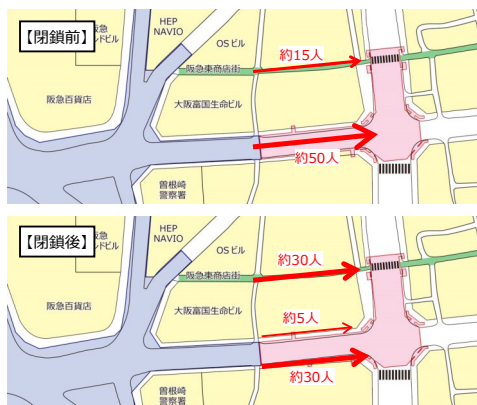


図-7 朝ラッシュピーク時(8:30-9:00)歩行者数

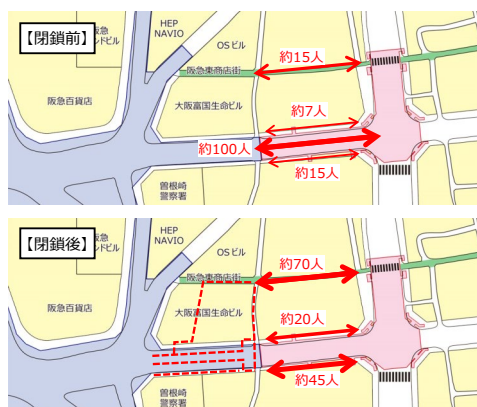


図-8 タラッシュピーク時(18:00-18:30)歩行者数

6. おわりに

ホワイティ梅田 2 期エリアは、2019 年 12 月 5 日にリニューアルオープンを迎え、開業月の 12 月の売り上げが目標値の約 30%アップ、1 月で目標値の約 10%アップ、また、通行者は 2 期エリアの入り口部で、12 月～1 月の通行量が前年同月比で約 40%ア



写真-7 全面閉鎖時の横断歩道の状況

ップと、たくさんのお客様にお越しいただき活況を呈した。

1950 年代から 1970 年代にかけて建設された地下街は、従来から懸案とされてきた安全面での課題に加えて防災面や老朽化への対応が必要となっている。また、商業施設として環境変化に応じた店舗展開が設備上の制約から難しく、収益性の向上も課題となっている。今回のスケルトン化によるリニューアルで、これらの課題を抜本的に解決し、最新の商業施設に生まれ変わることが出来た。また、維持管理の方針を具体化することで、地下街の構造体としての今後の健全性の確保についても目途を付けることができた。本報告が同種の課題をもつ事業者の一助となることを願うものである。

参考文献

- 1) 八木弘毅,西田康隆,阿部浩和,井下泰具：「地下機能更新の検討手法に関する研究 ホワイティうめだのケーススタディ」,地下空間シンポジウム論文・報告集,第 20 巻,pp51-56,2015
- 2) 井下泰具,豆谷美津二,松原知三：「スケルトン化による地下街の大規模リニューアル計画ホワイティうめだ 2 期リニューアルの事例」,地下空間シンポジウム論文・報告集,第 24 巻,pp77-81,2019

THE CURRENT STATE OF WHITY UMEDA, WHICH HAS REACHED 50 YEARS OF CONSTRUCTION, AND THE CASE OF RENOVATION BY INTERIOR DEMOLITION

Yasutomo INOSHITA, Ryotaro NAKAI and Masamitsu KAMACHI

The area around Osaka Station is the largest terminal in western Japan, which is used by about 2.4 million station users a day. And the underground is an important network of pedestrians on the south side of JR Osaka Station. The Whity Umeda is a part of it and plays a central role in the public space.

The Whity Umeda Phase 2 area has never been renewed since the business started in 1970, and Preliminary investigations and examinations have confirmed the deterioration of structures, existing disqualified systems for the current legal requirements and insufficient seismic strength. As a method to solve all of these problems, a renewal by facilities and interior demolition was carried out for the first time in Japan as an independent business of an underground shopping mall operator.

In this paper, we will report on useful information for future underground shopping mall renewal, such as the state of structures 50 years after construction, repair implementation cases, legal compliance, introduction cases of the latest ICT technology, measures to minimize the business suspension period of underground malls, impact on ground traffic due to total closure.