

札幌市駅前通公共地下道と 沿道超高層ビルの接続について

坂倉淑文¹・清水英征²・猪子敬之介³・佐藤公春⁴・竹内幹雄⁵・小黒 明⁶ ・窪田祐司⁷・川井伸秦⁸・内山不二男⁹・西村忠典¹⁰

1札幌市建設局土木部道路課 (〒060-8611 札幌市中央区北1条西2丁目) E-mail:yoshifumi.sakakura@city.sapporo.jp 2札幌市建設局土木部創成・駅前整備担当課 (〒060-8611 札幌市中央区北1条西2丁目) E-mail:hideyuki.shimizu@city.sapporo.jp ³札幌市建設局土木部創成・駅前整備担当課 (〒060-8611 札幌市中央区北1条西2丁目) E-mail:keinosuke.inoko@city.sapporo.jp 4札幌市建設局土木部創成・駅前整備担当課 (〒060-8611 札幌市中央区北1条西2丁目) E-mail:kimiharu.sato@city.sapporo.jp 5株式会社日水コン 下水道本部 (〒163-1122 東京都新宿区西新宿6-22-1) E-mail:takeuti_m@nissuicon.co.jp ⁶株式会社日水コン 下水道事業部 (〒163-1122 東京都新宿区西新宿6-22-1) E-mail:oguro_a@nissuicon.co.jp 下水道事業部 (〒163-1122 東京都新宿区西新宿6-22-1) 7株式会社日水コン E-mail:tkubota_y@nissuicon.co.jp ⁸株式会社奥村組 建築設計部 (〒108-0014 東京都港区芝5-6-1) E-mail: nobuyasu.kawai@okumuragumi.jp ⁹株式会社構造計画研究所 防災·環境部 (〒164-0011 東京都中野区中央4-5-3) E-mail:uchiyama@kke.co.jp ¹⁰株式会社構造計画研究所 防災·環境部 (〒164-0011 東京都中野区中央4-5-3) E-mail:nisimura@kke.co.jp

2000年大深度地下法の制定の前後から,我が国も地下の本格的利用が進むようになってきた.地下道,地下 街の整備も進み,通路状態ではビルとの接続も多く建設されている.これらの接続部即ち構造変化点では, 地震時に被害が発生しやすい個所として知られているが,接続の設計法などが具体的に示されているわけ ではない.今回,多雪寒冷な大都市札幌では都市再生の一環として,駅前通りの公共地下道を整備すると共 に地下空間としての快適性を高める為、、重要沿道ビルとの全面接続が計画されている.本文はこの接続 点の設計と性能設定に関する検討結果を述べたものである.

Key Words: Coupled subway tunnel-underground passage-high-rise building system, Seismic response analysis, Strong earthquake motion, Seismic isolation joints, Seismic isolation, material made from asphalt mixtures

1.はじめに

北国の街札幌は多雪寒冷の大都市である.冬,駅 前界隈はそれなりに快適であるが,もう一つの賑わ いの街大通や狸小路,すすきのに行くとすれば寒く て滑り易い地上の道を歩く事になる.この二つの地 区を地下道によって連結することで都心の回遊性 を高め,さらに,沿道超高層ビルとの接続を図るこ とでにぎわいのある空間を創出する.この地下道建 設による消費拡大とビル建替促進等の経済波及効 果を期待した「都心再生プロジェクト¹⁾」が進行 中である.

この公共地下道は既設地下鉄南北線をまたぐ上 部空間に設置され,超高層ビルや重要ビルと間口全 面に渡るような接続形態をとる.このような地下街 とビルが通路状態で接続する事例は数多く見られ るが,小規模であるが故に接続部に関する設計指針 などはなく,地震時の相互の挙動を解析した事例も 殆ど見当たらない.また,土木,建築の間で要求性能 の確認がなされていない状況で,伸縮目地一枚を隔 てて接続されていることも大きな課題として認識 されるべきである.しかも,これらの構造接続点 は,1985 年メキシコ地震²⁾³⁾,1995 年兵庫県南部地 震⁴⁾,2004 年中越地震⁵⁾等でも明らかになったよう に,常に被害が集中して発生する場所でもある.

この部分をショックアブソーバーとする考え方 もあるかも知れないが,地下に存在した場合は莫大 な修復費がかかる上,全面接続となると話は別物で ある.やはり,賢明な継手構造があってよい.では, 賢明な継手を設計するにはどのような手順を踏み, どのように設計すべきなのか.そして継手の具体的 なアイディアはあるのか.本文はその課題に直面し たレポートである.

2.想定地震動

本文で述べるような動的解析を実施する場合, 複 数の地震動を想定するのが一般的である.本検討対 象は地下鉄,大規模地下歩道,超高層建築物と言う 異なる条件で設計される構造物群である為,各基準 が定める地震動をもとに,耐震性検討に適した地震 動を設定することとした。対象とした基準並びに 札幌市での予測地震動は以下の通りである.

・運輸省鉄道局 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設 L2地震動 地域係数0.7 スペクトル 適 合波,スペクトル 適合波

・日本道路協会 道路橋示方書・同解説 耐震
設計 レベル2地震動 地域係数0.85 タイプ 、
タイプ

・建築基準法 建設省告示1461号 極めて稀に発 生する地震動 地域係数0.9

・札幌市の深部地下構造を反映した地震動⁽⁾ 上記の地震は地域係数で補正されるものの言わば 全国一律に与えられる地震動であり,札幌市におけ る地下構造を厳密に反映しているものではない.札 幌市では地下構造を解明し,シナリオ地震の検討が 進められているが,現段階では公表に至っていない.



図-1 加速度応答スペクトルの比較 ここでは,シナリオ地震の代替地震動とし

て,2003年十勝沖地震の時の札幌市中央消防署での 観測記録の最大速度を50m/sに基準化した加速度 波形を入力地震動とした.

上記3基準の加速度応答スペクトルの比較を図-1に示す.

この内、地下鉄および地下構造物に比較的多く 使用されている鉄道局が定めている内陸直下型地 震を想定した最強の「G1スペクトル 適合波」を, 次いで超高層ビルの動的な解析に広く使用されて いる海溝型巨大地震を想定した建築基準法告示波 を,最後に札幌市の深部地下構造を反映し,2秒前 後の周期が卓越する補正札幌観測地震動を選定し た.結果的にこれらは法的規制を受ける建築物、地 下鉄の設計の拠り所となる地震波,その他に札幌市 特有の地震波を選抜したことになる.図-2にこれら 検討用地震動一覧を示す.



3. 検討·解析条件

(1) 概要

地下歩道は、その軸方向と軸直角方向に対して 特性が異なるが,一般に軸方向は剛性が高く地盤の 影響を受けにくいのに対して,軸直角方向は剛性が 低く地震時の変形が軸方向よりも大きい.一方,建 物は特殊な形状の場合を除いて,平面的な方向によ る差異は少なく,どの方向にも概ね同等な変形を示 すと考えられる.したがって,地下歩道と隣接建物 との接続部に生じる変形量の把握を目的とする本 検討においては,地下道の軸直角方向を検討の対象 とする.

地下歩道と建物が隣接している場合の地震応答 に関しては,両者が互いに影響を及ぼしあう挙動 (相互作用効果)を一体に表現できる連成モデル で解析・評価することが望ましい.ただ,実際の設 計業務においては,地下歩道に対して沿線の建物全 てを対象に検討することは困難であり,個々の建物 の設計において敷地外の地下歩道まで評価するこ とは稀で,それぞれを単独で解析することが一般的 である.

以上から,本検討においては,FEM モデルを中心に、 以下に示す3つの基本ケースと3つの追加ケース について検討を行う.

(2)検討ケース

a)基本ケース1(単独モデル)

本ケースでは、地下歩道と隣接建物のそれぞれの 設計で通常使用される解析モデルを用いて、両者を 単独で解析した場合の変位を評価する.

二次元 FEM モデルでモデル化した地盤-地下歩 道-地下鉄とSR(Sway Rocking)モデルで地下埋め 込み部を剛体と仮定してモデル化した隣接建物を 各々で地震応答解析を実施し,設計モデルに基づい た地下歩道-隣接建物間の接合部における相対変位 量について検討を行う.図-3 に解析モデル図を示す. 中央下部が地下鉄南北線であり,コの字型にかぶっ た構造が地下歩道である.隣接建物は札幌の深部地 下構造を反映した2秒程度の固有周期を持つ21 階 建ての仮想超高層ビルを想定したこの特性を表-1 に示す.

b)基本ケース2(連成モデル ビル片側)

地盤-地下歩道-地下鉄-隣接建物を二次元 FEM で モデル化し,地震応答解析を実施して,直接的に地下 歩道-隣接建物間の接合部の相対変位量について検 討を行う.この場合接続空間と隣接建物の接合は空 間として扱っている.

地下歩道の沿線には,構造形式や規模の異なる 様々な建物が隣接しているが,連成効果を確認する 目的で,最も顕著な一例として,地下歩道の片側のみ に建物が隣接する場合を取り上げる.図-4 に解析モ デル図を示す.地下歩道の端部に取り付いているの が接続空間である.

c)基本ケース3(連成モデル ビル両側)

CASE 2と同様に地盤-地下歩道-地下鉄シールド-隣接建物を二次元 FEM でモデル化し、地震応答解 析を実施し,地下歩道-隣接建物間の接合部の相対変 位量について検討を行う.この場合も接合部は空間 として扱っている.

本ケースにおいては、地下歩道の両側に建物が接続する場合を想定している.大規模な建物が両側から地下歩道を挟み込む形状で、連成効果が最も大きいケースと考えられ、CASE 1、CASE 2の結果と相互に比較検討することで、様々な状況における接続部の相対的な応答を総合的に判断することを目的としている.図-5 に解析モデル図を示す.

d)追加ケース1(ケース2で進行波解析左右)
連成モデルで最も大きな変位量を与えるケース2
G スペクトル 適合波で,左 右即ち地下道側からビル側に地震波が進行した場合の解析である.この場合斜め入射角を10度とした.位相速度は3080
m/sであり,ほぼ地震基盤面を伝わる速度を与えた事になる.図-6に解析モデル図を示す.

e)追加ケース2(追加ケース1で進行波右 左) 入射角度を変える事により,追加ケース1と反対 の方向即ちビル側から地下道側に地震波が進行した場合である。

f) 追加ケース3(ケース2で接合部に免震材導入)

これまでのケースは接合部は空間として扱った. ここではこの空間に官民 17 社によって共同研究・ 開発された免震材⁷⁾の内,最も安価なアスファルト 系免震材⁸⁾を仮定した.

(3) 検討条件

a) 2次元 FEM のモデル化条件

・FEM モデルの幅は,隣接建物が導入された場合を 加味して,反射波の影響が生じない程度の十分は幅 を確保する.

・FEM モデルの底面深さは,地下歩道や隣接建物の 振動による逸散波が十分減衰する程度確保し,モデ ル境界面からの反射波による応答の乱れが生じな いようにする.

・解析モデルの側面にエネルギー伝達境界,底面に 粘性境界を設け,モデル端部における振動の反射の 影響を排除する.

・解析手法は,周波数領域における複素応答法を採 用する.

・地盤の非線形性は等価線形手法にで考慮する.

・地下歩道および隣接建物ついては、大地震時の歪 みレベルに応じた等価な線形モデルに置換する。

b)隣接建物のモデル化条件

・対象とする建物は,地下道に隣接する既設建物と 将来計画されている建物の資料を基に,検討用の想 定建物を設定する.

・平面形状は 50m×50m 程度とし,地上 21 階の鉄骨 造事務所ビルを想定

・基礎のスウェイ(並進)とロッキング(回転) を考慮した多質点系モデルとする. ・解析モデルは、二次元 FEM モデルによる検討との整合性を考慮して,大地震時のひずみレベルに応じた等価な線形モデルとする.

・線形モデルは,非線形復元力特性を設定し,直接 積分法による非線形解析を別途実施し,その結果よ り設定する.

・SR モデルのスウェイばね,ロッキングばねは別途 実施する二次元 FEM モデルを用いたインピーダン ス解析の結果より設定するものとする.

・SR モデルの入力動は,建物の埋め込みを考慮した 有効入力動と別途算定して設定する. (c) 地盤物性値

地盤物性値は,当該地点で実施された PS 検層を基 にして設定する. なお,解析モデルについては成層 仮定としてモデル化する.表-2 に地盤物性値を示 す.

(d) 地盤の非線形特性

地盤の非線形特性は、「運輸省鉄道局 鉄道構造物 等設計標準・同解説 耐震設計(平成 11 年 10 月)」より設定する.本検討で使用する剛性と減衰 のひずみ依存性を図-7 に示す.但し 1%以上の歪み に対しては依存性は変わらないと仮定した.





鉛直波動伝播 進行波 図-6 追加ケース1解析モデル図(地下鉄-地下歩道-片側ビル連成 進行波入力)

表-2	地盤物	性値
-----	-----	----

深度 [m]	層厚 [m]	P波速度 Vp [m/s]	S波速度 Vs [m/s]	ポアソン比 v	単位体積 重量 γ[kN/m ³]	せん断 弾性係数 G[kN/m ²]	ひずみ依存 特性
0.000 ~ 2.000	2.000	525	110	0.477	19.000	23443	土質
2.000 ~ 3.435	1.435	525	110	0.477	20.000	24677	土質
3.435 ~ 7.600	4.165	1700	318	0.482	20.000	206236	土質
7.600 ~ 50.000	42.400	1960	535	0.460	20.000	583737	線形



(1) 基本ケース1(単独モデル)

3波の内最大変位を示したG - L 2 の地場-地 下歩道系 F E M の最大(相対)変位分布を図-8 に, 同地震波による建物系モデルの最大変位分布を図-9 に,また,札幌観測波による最大変位分布を図-10 に示す.



図-8 G 1-L 2 波による最大変位分布

この図によると自然地盤の変位より地下歩道の 変位が卓越している.一般に地下に存在する構造物 の変位は周囲地盤に対する質量比、剛性比によっ て決定する⁹⁾.この場合は大量の土砂と地下歩道の 置き換えによる剛性変化の影響を顕著に現してい ることになる.

図-9、10 に G -L2 と札幌観測波による隣接建物の最大変位分布を示す.







図-10 札幌観測波による隣接建物の最大変位分布

図より明らかな様に札幌観測波で最大約 60 cm の変位を示し、この周期帯のビルが札幌で最も揺れ 易い事を示している.

(2)基本ケース2(連成モデル ビル片側)
図-11 にG -L2 波の最大変位分布を示す.



図-11 G -L2 波による最大変位分布

ビル側の接続点で最大歪みが発生している様子 が読み取れる¹⁰⁾.最大相対変位は22mm程度であ るが床板または地下壁を圧縮破壊若しくはせん断 破壊させるのに十分な変位である.

やや上方へ変位が逃げようとしているのはポアソン比による効果である.

(3) 基本ケース3(連成モデル ビル両側)

図-12 に両側にビルが立ち並んだ場合の変形図を 示す.接続点の端部はビルによってその水平移動を 抑制され、ポアソン比によって上下に僅かに変形 を強いられる事になる.結果として両端部に歪みが 集中する事になる.



図-12 G -L2 波による最大変位分布

(4) 追加ケース 1 (ケース 2 で進行波解析 左 右)

同位相入力では片側にビルが存在した場合に,相 対変位は最大となり接続点に歪みが集中した.ここ ではそのモデルに対して地震基盤を伝わる位相速 度約3 k m/sを仮定してその影響を見た.図-13 に 左から右へ入射した場合の最大変位分布を示す.こ の場合基準点は左下端に取っている.



(5) 追加ケース2(ケース2で進行波解析 右 左)

ケース 2 で右から左へ G -L2 波が入射した場合 である.図-14 に最大変位分布を示す.



この場合基準点は右下端に取っている.最大相対 変位量が 25 mmとなった.地下歩道の左には変位 を拘束する建物が無く,歩道全体が左へ動き易いものと思われる.

(6) 追加ケース 3 (ケース 2 で接合部に免震材導 入)

ケース 2 でジョイント部にアスファルト系免震 材⁸⁾を導入した場合を解析した.図-15 に最大変位 分布を示す.



この場合最大相対変位は 20 mmと少なくなって いる.

(7)解析結果のまとめ

以上の解析結果の地下歩道と隣接建物の最大相 対変位量を纏めて表-3に示す.

	G 1 波	告示波	札幌観測		
	スペクトル	乱数位相	波		
CASE1 (単独モデ	6.46	2.70	1.48		
ル)	(4.8+	(1.8+	(0.9 +		
	1.66)	0.90)	0.58)		
CASE2 (連成モデ	2.23	1.05	0.37		
ル - ビル片側)					
CASE3 (連成モデ	1.65	0.54	0.19		
ル - ビル両側)					
追加検討1(CASE2	2.22	-	-		
で進行波 左					
右)					
追加検討 2 (CASE2	2.48	-	-		
で進行波右					
左)					
追加検討3(CASE2	2.04	-	-		
で免震材導入)					

表-3 地下歩道と隣接建物の最大相対変位量

CASE1 は地下歩道と隣接建物の最大値を単純に足し合わせたもの.

CASE2 以降、数値は地下歩道上端の値である.

この表の結果から,以下のようなことがわかる. 1) CASE1 ~ CASE3 では、連成の効果が反映され ない単独の応答値の絶対値和を相対変位とした CASE1 が最も値が大きい.

 2) 実際の伸縮量は連成解析(CASE2、3)による 30mm以下であると推察される.

3) 地震波別にみると,加速度が一番大きなG1波

スペクトルの計算結果が一番大きい.但し,上表に は載せていないが,札幌観測波には建物の固有周期 に近いやや長周期成分が卓越するため,隣接建物は 大きく揺れる..

4)進行波による影響は、地下歩道から隣接建物方 向への入射に比べ、構造物のない逆方向への入射の 方が大きく、また、その値も進行波を考えない場合よ りも大きく、影響が認められる(地下歩道上端で 1 割程度).

5) ジョイント要素にアスファルト系免震材を充填 した場合,変位量が減少する.(その影響は1割程度 である。)

6) 別途行った地盤系談塑性解析の結果は 1%以上 の歪みに対して依存特性を外挿しているので,1~2 割程度大き目の値を与える.ここでは安全を見込ん で最大相対変位を±30mm程度と考えたい.

5.耐震構造継手(免震ジョイント)の設計

前述の解析結果より,標準的な地下歩道断面と標準的な隣接ビルの相対変位量は今回の場合,30mm 以内であることが判明した.また、相互の影響を考慮しない場合でも,70mm以下であった.継手に要求 される目標性能として±50mmとした.

一般に共同溝,樋管のような線状に長い構造物 は、乾燥収縮等によるひび割れを防ぐ意味もあっ て構造的に 20~30 mおきに構造継手を設けている. 通常は、継手部の止水性を保つために躯体内に止 水版を挿入し,小口には目地材を挿入するやり方が 一般的である.しかしながら一般的な止水板には,伸 縮性はあるものの,性能として伸縮量は規定されて いない.そういう目的に合致した継手には,耐震用ゴ ム止水板を利用した伸縮可とう継手の採用が望ま しい.しかしこの継手は極めて高価である.そこで 表-4 に示した免震ジョイントを考案した.

形 状	内部 シーリング材	内御 神能可とう 載手 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 単能可とう 載手 一 一 一 物能可とう 載手 一 一 の の の の の の とう 載手	
性能	伸び量 60mm 縮み量 30mm 沈下量 100mm ——————————————————————————————————	伸び量 100mm 縮み量 50mm 沈下量 100mm	伸び量 60mm 縮み量 50mm 沈下量 100mm
施工性	0	\bigtriangleup	0
経済性	0	×	\odot
修復性	×	\odot	0
評 価	\bigtriangleup	\bigtriangleup	\odot

表-4 耐震構造継手比較表

表より分かるように一般の伸縮継手では性能上の 問題がある.またゴム止水板を利用した可とう伸縮 継手では経済性に難点がある.そこで今回,伸縮継 手と官民17社によって共同開発されたアスファル ト系免震材の組合せを考案した.この結果、費用も 通常の伸縮継手並に抑えられ,所定の性能を満足す る継手が得られる事になった.免震材の性能につい ては参考文献7),8)を参照されたい.

6.おわりに

本文を報告するにあたり、多くの先輩達からご指 導を頂きました.最初はアスファルト系免震材の共 同開発者,北大名誉教授・森吉昭博博士「常温で水 中でも固まるアスファルトができたらどうなるで しょうか11」.」次に元東工大学長・木村孟博士 Nature¹²⁾に掲載されたこの材料について,朝日新聞 に論評を寄稿された、「土木材料は半世紀使ってか らその成否が分かる.」最後に都立大名誉教授・ (財)日本建築センター超高層建築物構造審査委 員長・西村孝夫博士「結局土木,建築の両方が分か る構造技術者が舵を取らなくてはならない.」それ ぞれ有り難う御座いました.北国の街札幌はこれか らも北欧並に地下の有効利用が続くと思われます. 災害の低減された新しい街,札幌を目指したいと思 います.報告書作成にあたり,北大教授・札幌市地 震防災検討委員会委員:林川俊郎博士,笹谷努博士 には,適切なご助言と札幌観測地震動に関するご協 力を頂きました.(独)寒地土木研究所・佐藤京氏, 西弘明氏には貴重な情報を教えて頂きました.また (株)日水コン北海道支所・林秀美氏,河野芳宣 氏,飯野将徳氏,植村直方氏からは実施にあたり 積極的なご支援を頂いた.これらの方々に心より感 謝申し上げます.

最後に本報告で提案された免震継手は,関係者の 皆様のご協力の下,札幌市建設局土木部の中での議 論の末に誕生したものである.異種構造物をつなぐ 新しい免震ジョイントの設計法の原形とジョイン トのあり方について,北国の街札幌より全国・全世 界に向けて情報発信できたことを何よりの喜びと したい.本文の成果を,世界の地震多発地域・国で ご活用頂ければ幸いです.

参考文献

1) 札幌市建設局土木部創成・駅前整備課:札幌駅 前通地下歩行空間事業計画概要

2)和泉正哲,竹内幹雄他:1985年メキシコ地震に関 する調査研究,文部省自然災害特別研究突発災害研 究成果No.B-60-6,昭和61年3月.

3)田村重四郎,伯野元彦,家村浩和,竹内幹雄:1985 年メキシコ地震の震害,土木学会誌1986-5Vol.71 pp.79-85

4) 竹内幹雄,岩楯敞広,佐俣千載:兵庫県南部地震 における都市トンネルの被害と特徴,土木学会第1 回免震・制震コロキウム講演論文集,pp.163-170,1996年11月. 5) 土木学会「巨大地震災害への対応特別委員会」 パイプラインWG:パイプラインWG報告書,2009年出 版作業中.

6) 札幌市地震防災検討委員会:地震防災対策に関する提言,平成17年11月.

7)地下構造物の免震設計に適用する免震材の開発 に関する共同研究・代表者・建設省土研・運上茂 樹:地下構造物の免震設計法マニュアル(案),平 成10年9月.

8) 竹内幹雄,亀田茂他,地下構造物に適用するアス ファルト系免震材の特性,土木学会論文集No.658/ -48,pp.93-106,2000.9.

9) 竹内幹雄, 井戸田芳昭, 高橋忠, 三澤孝史: シー ルドトンネルの断面内地震時応力低減効果に関す る実験的研究,土木学会論文集,No.483 / - 26,pp.107 - 116,1994,1 10)竹内幹雄,高橋忠,元山宏,渡辺啓行:地盤剛性 急変部の線状地中構造物の地震時応力評価法,土木 学会論文集,第422号 / -14,pp.35-44,1990.10 11)森吉昭博,深井一郎,竹内幹雄,井戸田芳昭:常 温水中硬化型瀝青系新複合材料の開発と特性-地中 構造物の防水用材料として-,土木学会論文集,第 433号 / -15,pp.157-166,1991.8. 12)Akihiro Moriyoshi, Ichiro Fukai, Mikio Takeuchi:A composite construction material that solidifies in water,Nature, Vol.344,No.6263,pp.230-232,15 March 1990

(2007.?.?受付)

SEISMATIC ANALYSIS FOR JOINTS BETWEEN HIGH-RISE BUILDINGS AND PUBLIC UNDERGROUND PASSAGE UNDER THE FRONT STREET OF SAPPORO CITY STATION

Yoshifumi SAKAKURA, Keinosuke INOKO, Kimiharu SATO, Mikio TAKEUCHI, Akira OGURO, Yuuji KUBOTA, Nobuyasu KAWAI, Hujio UCHIYAMA, Tadanori NISHIMURA

Utilization of underground space has become more popular in our country before and after the enactment of the Deep Underground Law in 2000. The construction of underground passage and shopping center is advancing, and a lot of joint structures between underground passage and building are constructed. These joints, that is, structural change points are known as vulnerable portion to earthquake. However, the structural requirement and/or design method etc. of the joint has not authorized yet.

As one of the functional reclamation program of town, augmentation of public underground passage at the front street of Sapporo station and construction of joints between the passage and important buildings are planned in cold and snowy city to improve the user-friendliness of the underground passage.

This paper presents study results on standard of structural requirement and design method for such joint portion.