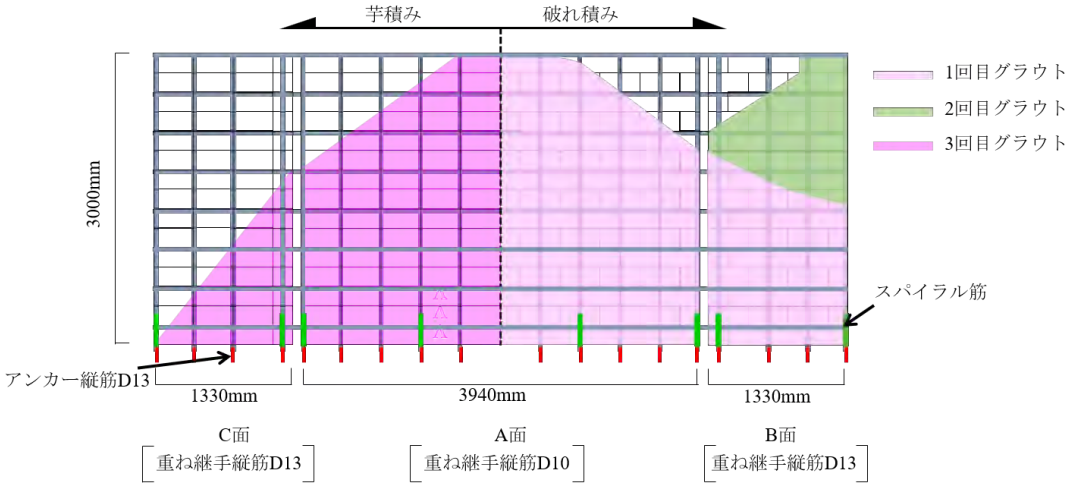
3．6 フィリピン式施工（空洞部の全充填）の部材の圧縮強度試験（階高充填試験施工の試験体の活用）

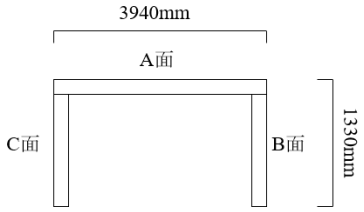
(1) 試験体

① 既存外壁の概要

2020 年 10 月 29 日に株式会社よねざわ工業島松沢工場の敷地内にて階高充填により施工された実大の補強クリートブロック(以下,「CB」と略記)造壁体の形状を図 3.6(1).1 に示す。試験体の高さは住宅規模の階高を想定して 3,000mm となっており，平面形状はコの字型で，中央の壁の幅は 3,940mm，両脇の壁の長さは 1,330mm である。使用されているブロックの種類は基本形，横筋用，異形端部用の 3 種類で，いずれも厚さは 150mm であり，正味全断面圧縮強度は 12.8N/mm2 である(B 種相当)。骨材容積割合はフィリピンで天然資源の火山礫を使用することを考慮し，火山礫 100%の CB を用いている。積み方は，「破れ積み」と「芋積み」の 2 種類で，目地モルタルには高強度プレミックスモルタル(7 日気中養生時の圧縮強度:41.0N/mm2)を使用しており，目地の厚さは縦横共に 5mm である。充填モルタルについては，セメント砂比は 1:2，水セメント比が 37.4%，スランプフローが 480×480mm(目標：700mm±100mm)，28 日現場養生時の圧縮強度は 40.2 N/mm2 である。アンカー縦筋は全て D13 とし，縦筋は D13 と D10 を使用している。同壁体の外観を写真 3.6.1.1 に示す。



(a)立面図



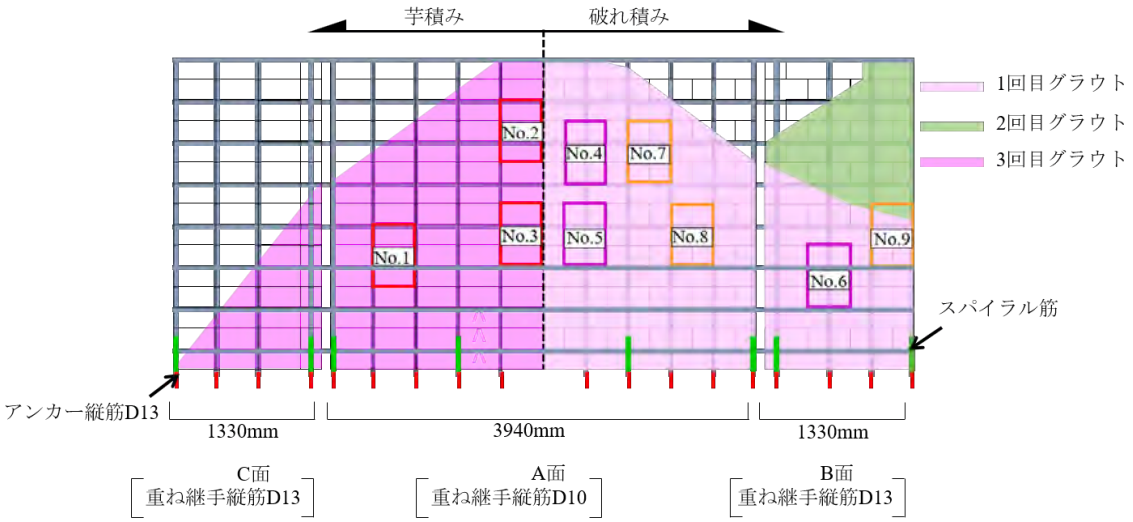
(b)平面図

図 3.6(1).1 既存壁体の概要

写真 3.6(1).1 階高充填により施工された既存壁の外観

② 試験体の概要

図 3.6(1).1 に示した CB 造壁体から鉄筋を含む 3 層 1 列の CB 組積造を切り出し，上端と下端にモルタルキャッピングを施して圧縮試験体とした。組積体の切り出し箇所と試験体名を図 3.6(1).2，写真 3.6(1).2 に示す。試験体は，芋積み(試験体名:No.1～3)，中段が破れ目地(試験体名:No4～6)，上下段が破れ目地(試験体名:No7～9)となる 3 種類で，各 3 体である。なお，試験体 No.2 においては切り出し時に下段 CB の隅が破損したため，下段の芋積み CB の高さが 65mm となるように成形した。実験室へ搬入前の試験体を写真 3.6(1).3 に示す。



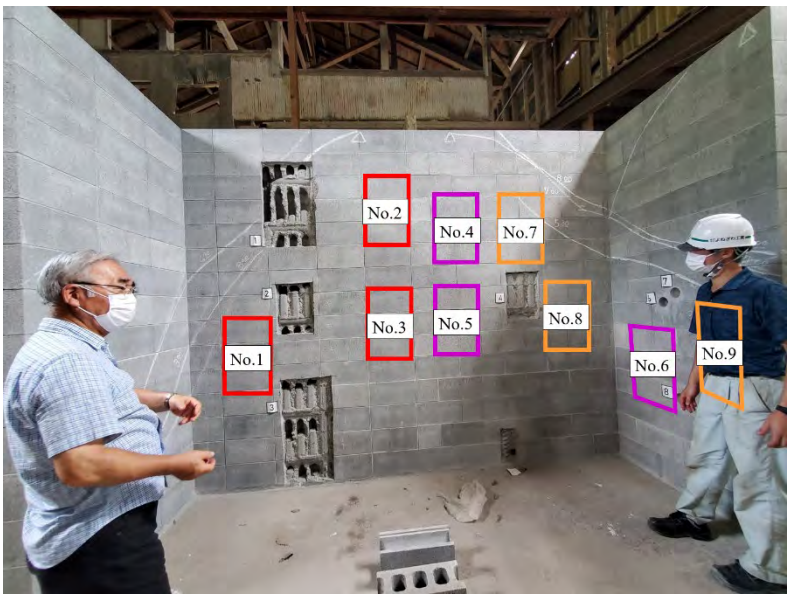


写真 3.6(1).2 既存壁体の外観とサンプリング箇所

写真 3.6(1).3 モルタルキャッピングを施した各試験体

(2) 実験方法

実験方法を図 3.6(2).1 に示す。試験体の上端と下端に新聞紙を敷き，加圧板を介して単調加力を加えた。試験体の設置状況を写真 3.6(2).1 に示す。

試験体の B 面と D 面にひずみ変換型変位計「DTK-A-30（株式会社共和電業製）」とひずみゲージ「KFGS-30-120-C1-11 L5M2R（株式会社共和電業製）」を設置し，加力時の圧縮変形量を

計測した。ひずみ変換型変位計とひずみゲージの設置個所を図 3.6(2)-1 に併記すると共に，設置状況を写真 3.6(2).2 に示す。加力に際しては，「コンピューター制御・油圧サーボ式 島津万能試験機 UH-C2000kN 形（株式会社島津製作所製）」を用い，荷重と変位はデータロガー「UCAM-20PC（株式会社共和電業製）」を介してノート PC「eX.computer Notebook PC（TSUKUMO 製）」へ収録した。

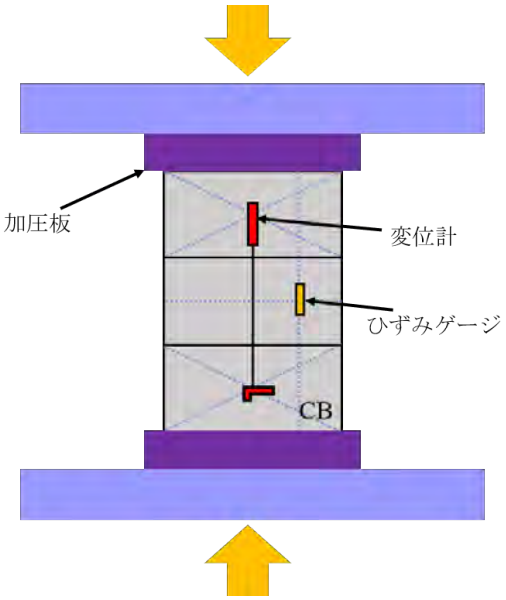


図 3.6(2).1 実験方法

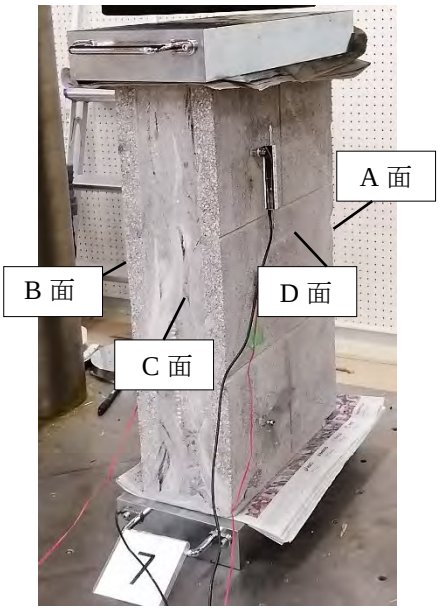
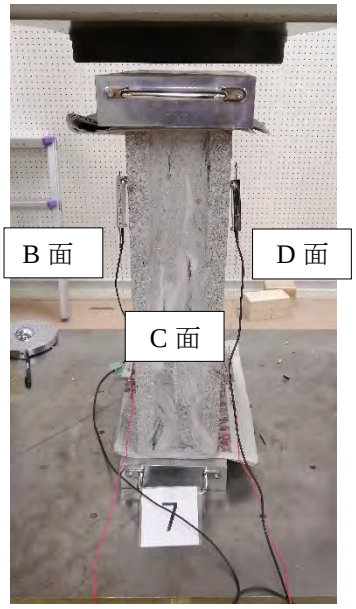
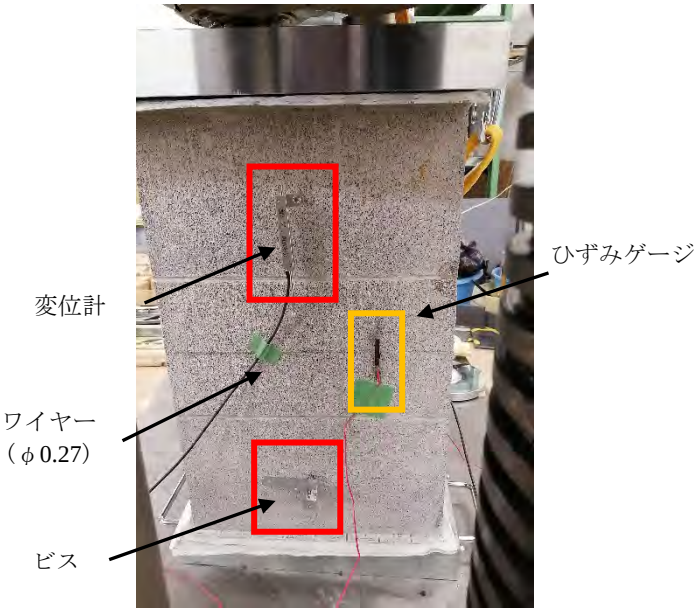


写真 3.6(2).1 試験体の設置状況



(a)C 面



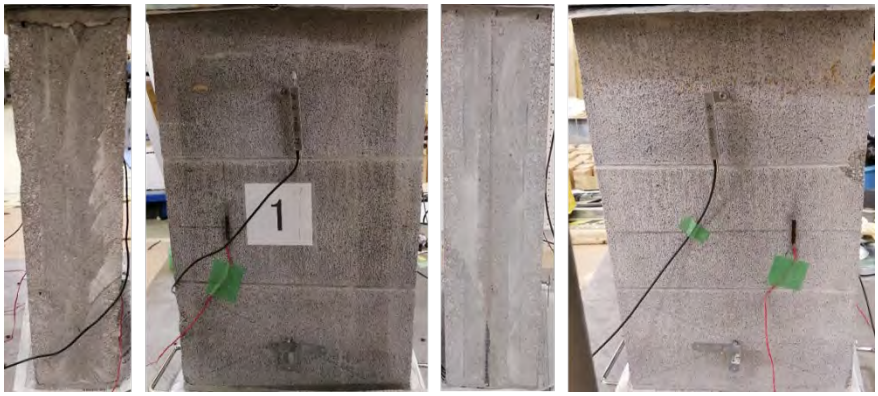
(b)D 面

写真 3.6(2).2 ひずみ変換型変位計及びひずみゲージの設置状況

(3) 実験結果と考察

① 各試験体の破壊性状

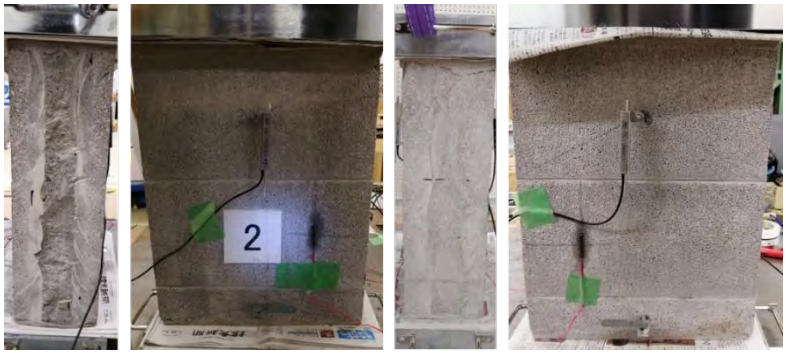
各試験体の加力前及び加力終了時の破壊状況を，それぞれ写真 3.6(3).1～3.6(3).9 に示す。



(a) 圧縮加力前

(b) 圧縮加力後

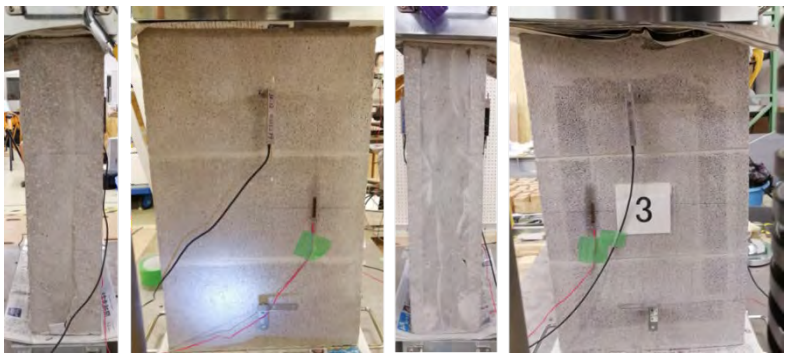
写真 3.6(3).1 試験体 No.1 の外観(左から A 面，B 面，C 面，D 面)



(a) 圧縮加力前

(b) 圧縮加力後

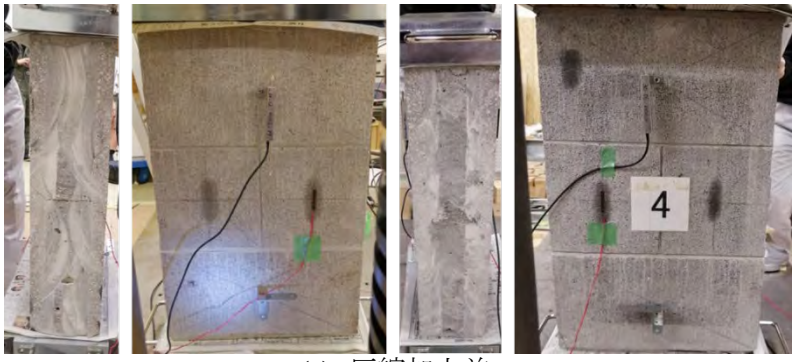
写真 3.6(3).2 試験体 No.2 の外観(左から A 面, B 面, C 面, D 面)



(a) 圧縮加力前

(b) 圧縮加力後

写真 3.6(3).3 試験体 No.3 の外観(左から A 面, B 面, C 面, D 面)



(a) 圧縮加力前

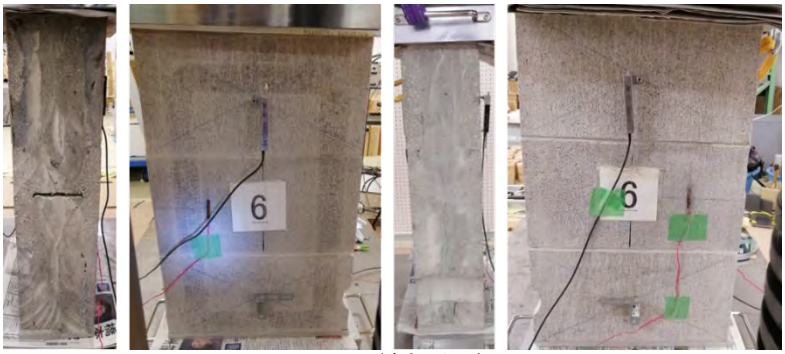
(b) 圧縮加力後

写真 3.6(3).4 試験体 No.4 の外観(左から A 面, B 面, C 面, D 面)

(a) 圧縮加力前

(b) 圧縮加力後

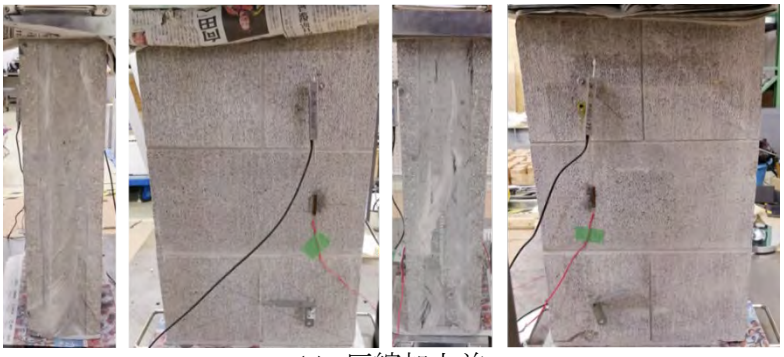
写真 3.6(3).5 試験体 No.5 の外観(左から A 面, B 面, C 面, D 面)



(a) 圧縮加力前

(b) 圧縮加力後

写真 3.6(3).6 試験体 No.6 の外観(左から A 面, B 面, C 面, D 面)



(a) 圧縮加力前

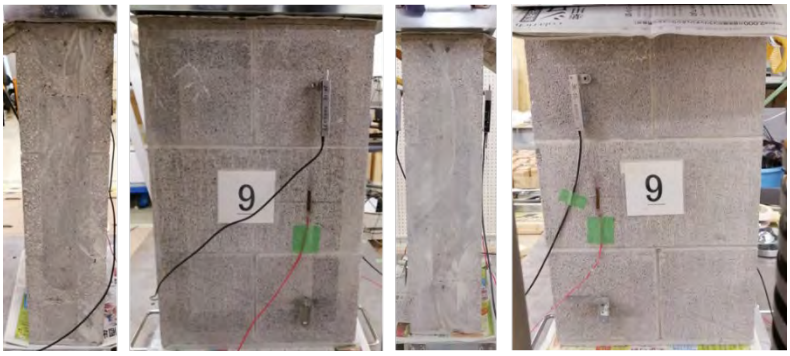
(b) 圧縮加力後

写真 3.6(3).7 試験体 No.7 の外観(左から A 面, B 面, C 面, D 面)

(a) 圧縮加力前

(b) 圧縮加力後

写真 3.6(3).8 試験体 No.8 の外観(左から A 面, B 面, C 面, D 面)



(a) 圧縮加力前

(b) 圧縮加力後

写真 3.6(3).9 試験体 No.9 の外観(左から A 面, B 面, C 面, D 面)

② 応力度-ひずみ度曲線

各試験体の応力度－ひずみ度曲線を図 3.6(3).1 に示す。両面のフェイスシェルに比較的バランス良く応力が作用している試験体は No.1, No.5, No.7, No.9 であった。No.3 については，加力試験時の荷重のレンジ設定が小さく，終局時に至るまでの応力度とひずみ度の関係を記録することができなかった。また，No.8 においては，試験体設置時に試験体上端面が目視で確認できるほどに傾いており，隅部（C 面側）に応力が集中し，耐力低下に至った。

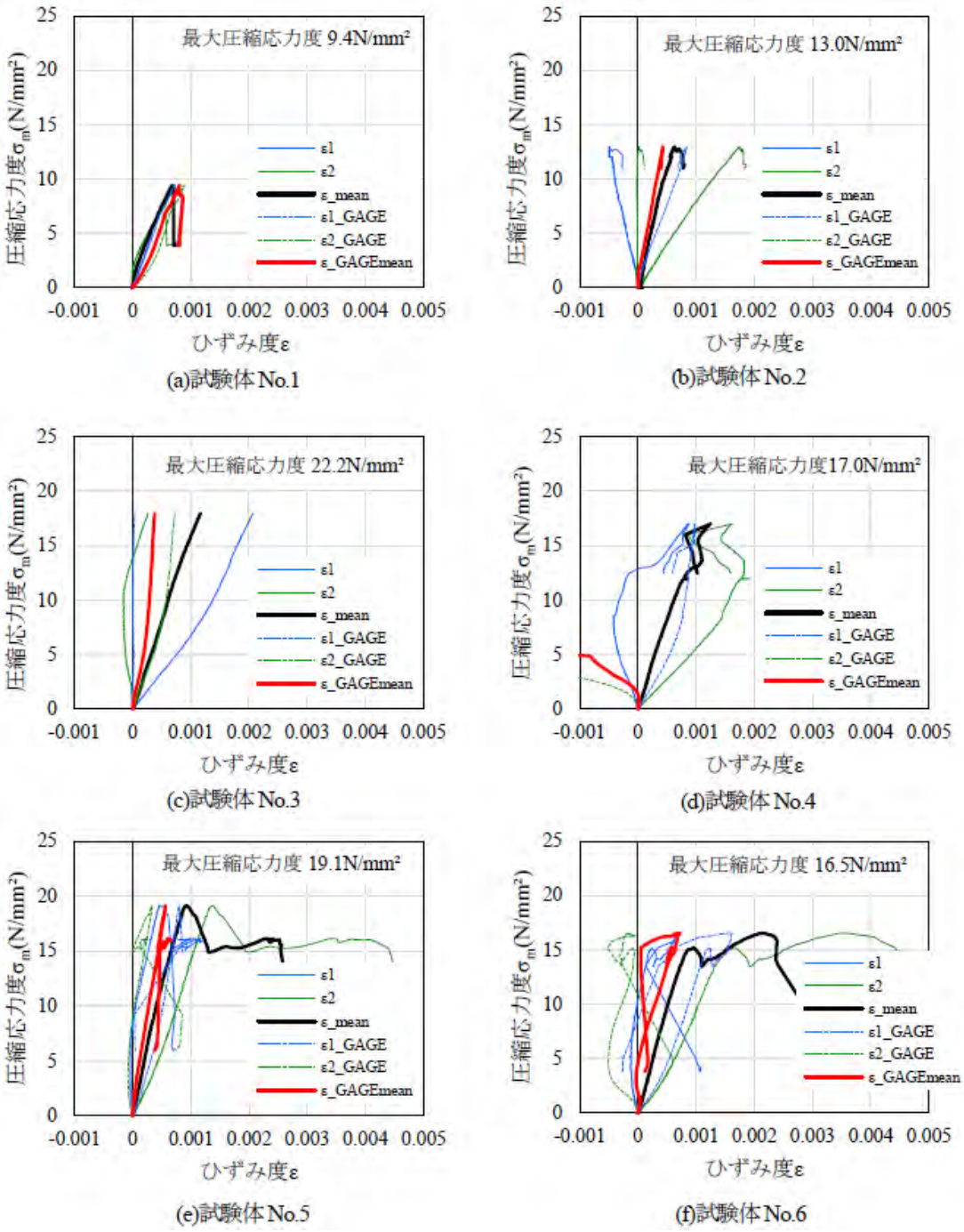
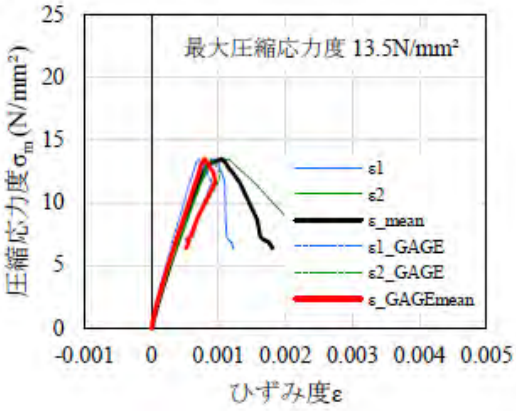
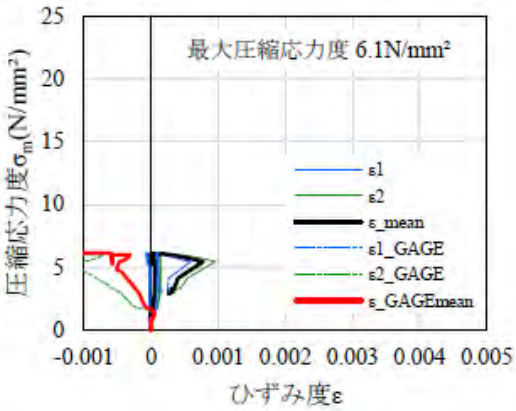


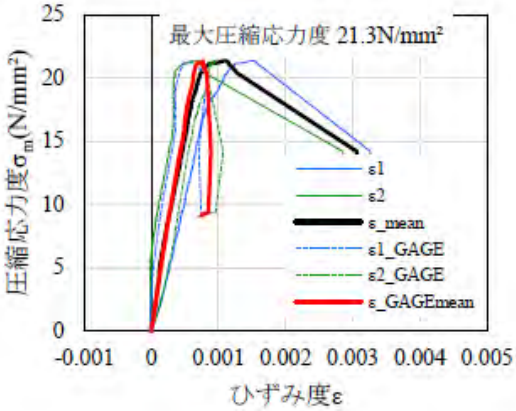
図 3.6(3).1 応力度－ひずみ度曲線（1/2）



(g)試験体 No.7



(h)試験体 No.8



(i)試験体 No.9

図 3.6(3).1 応力度－ひずみ度曲線(2/2)

③　各試験体の空隙部におけるモルタルの充填状況

加力終了後に各試験体を解体し，空隙部の充填状況を確認した結果を写真 3.6(3).10 に示す。いずれの試験体においても，空洞部がある部分のフェイスシェルに亀裂が発生する傾向があった。

破壊した上段の CB の空隙部が大きい。空隙部の高さは，B 面から見て左側から，190mm，150mm，135mm 程度であった。

(a)試験体 No.1

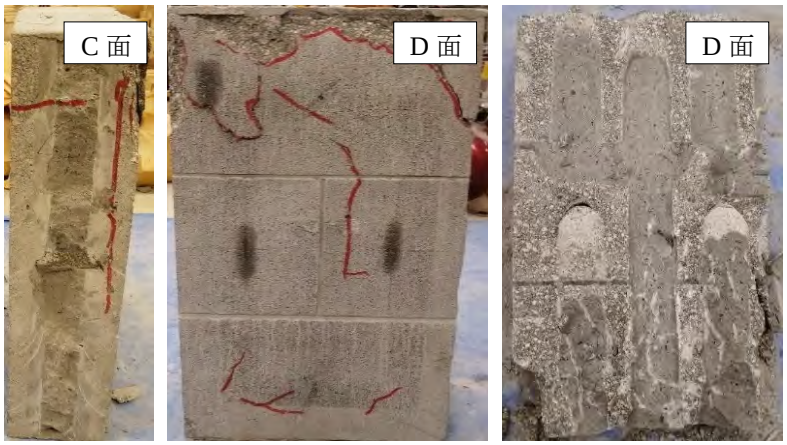
空隙部はほとんど無かった。

(b)試験体 No.2

写真 3.6(3).10　空隙部の充填状況（1/4）

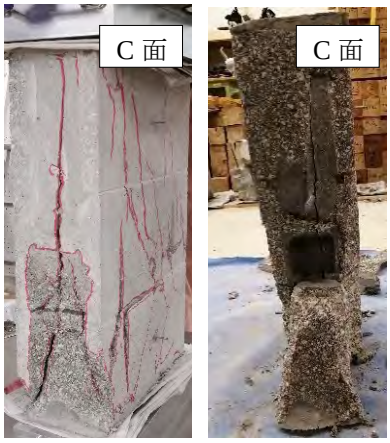
密実にモルタルが充填されていた。

(c)試験体 No.3



密実にモルタルが充填されていた。

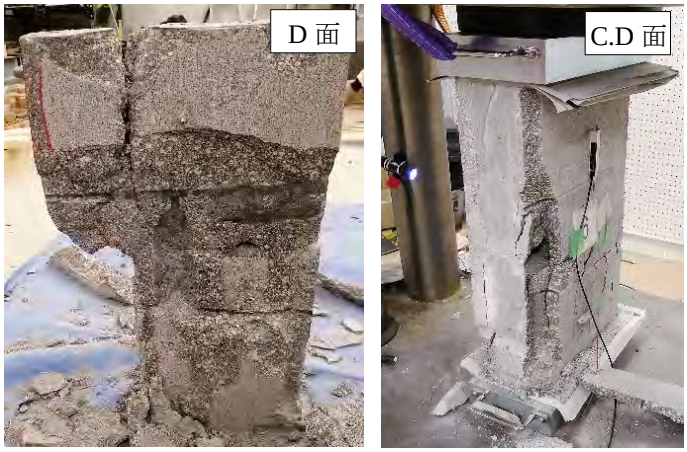
(d)試験体 No.4



中段の C 面側で確認できる空隙部以外はほとんど無かった。

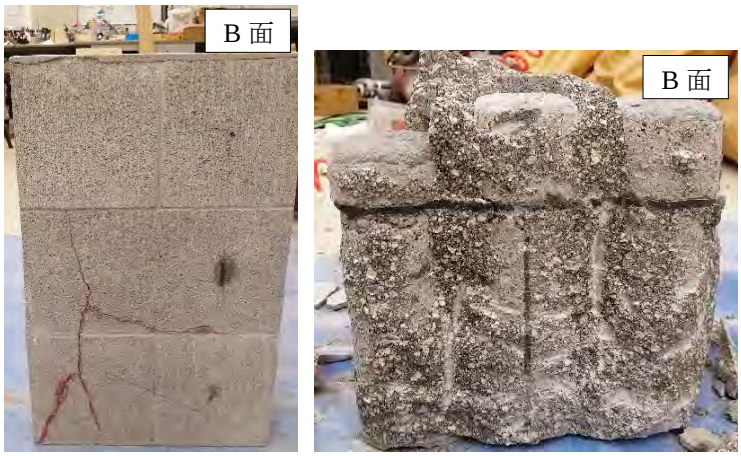
(e)試験体 No.5

写真 3.6(3).10　空隙部の充填状況（2/4）



中段の C 面側に高さ 60mm の空隙部があった。

(f)試験体 No.6



中段の D 面から見て左側から順に高さ 70mm, 50mm, 50mm の空隙部があった。

(g)試験体 No.7

中段の A 面側に高さ 20mm 程の空隙があった。

(h)試験体 No.8

写真 3.6(3).10　空隙部の充填状況（3/4）

密実にモルタルが充填されていた。

(i)試験体 No.9

写真 3.6(3).10　空隙部の充填状況（4/4）

④　最大圧縮強度 σ_{m_max} に関する考察

各試験体の最大圧縮強度 σ_{m_max} を表 3.6(3).1 に掲げ，図 3.6(3).2 に示す。

芋目地の試験体 No.1～No.3 について，CB の空洞部に空隙がなかった No.3 の最大圧縮強度 σ_{m_max} が一番大きく，大きな空隙が多かった No.1 の最大圧縮強度 σ_{m_max} は No.3 の 4 割程度しかなかった。

中段が破れ目時となる試験体 No.4～No.6 については，いずれの試験体においても空隙が小さく，芋目地の試験体よりばらつきは小さかった。No.4 と No.6 においては，片側のフェイスシェルへ応力が集中した破壊性状を示したが，最大圧縮強度 σ_{m_max} の低下率は，最大圧縮強度 σ_{m_max} が最も大きかった No.5 の 1 割程度にとどまった。

上下段が破れ目時となる試験体 No.7～No.9 の最大圧縮強度 σ_{m_max} は，空隙が認められなかった No.9 が最大となり，小さな空隙の多かった No.7 はその 6 割程度で，キャッピングによる加圧面の水平が不十分であった No.8 においては，空隙は小さくて少なかったにもかかわらず No.9 の 3 割以下であった。

No.1 と No.8 を除く，空隙や偏心の影響が少なかったと判断できる試験体の最大圧縮強度 σ_{m_max} においては，目地の違いによる影響は認められなかった。また，これらの最大圧縮強度 σ_{m_max} は，使用した CB の正味全断面圧縮強度 12.8N/mm^2 をいずれも上回っていた。

表 3.6(3).1 組積体の最大圧縮試験結果一覧

試験体名	最大圧縮強度 σ_{m_max} （N/mm²)
No.1	9.41
No.2	13.0
No.3	22.2
No.4	17.0
No.5	19.1
No.6	16.5
No.7	13.5
No.8	6.10
No.9	21.3

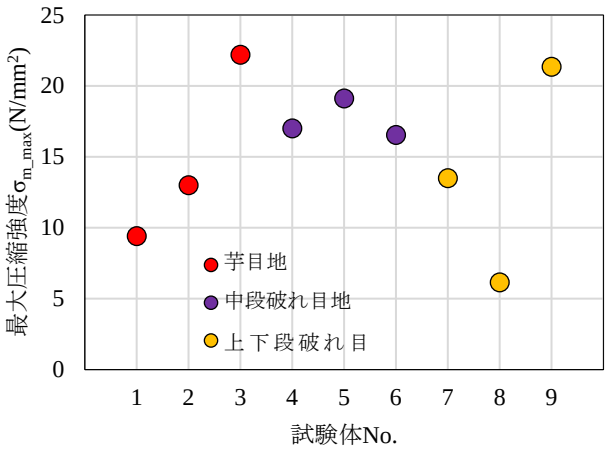


図 3.6(3).2 各試験体の最大圧縮強度

⑤　圧縮弾性係数 E_m に関する考察

前出の応力度-ひずみ度曲線より，次の 2 つの方法で圧縮弾性係数 E_m を求めた。

(a) 原点と最大圧縮応力度 σ_{m_max} の 1/3 を結ぶ直線の傾き

(b) 最大圧縮応力度 σ_{m_max} の 20%と 70%の荷重を結ぶ直線の傾き

(a)より算出した圧縮弾性係数 E_m と(b)より算出した圧縮弾性係数 E_m をそれぞれ図 3.6(3).3，図 3.6(3).4 に示す。なお，No.3 については「3.6(3)②」で述べたとおり，最大荷重時の応力度とひずみ度の関係を記録できなかったため，ひずみゲージによる (b)の圧縮弾性係数 E_m は示していない。また，No.4 と No.6 については「3.6(3)④」で述べたとおり，片側のフェイスシェルへ応力が集中したことで安定した圧縮ひずみ度が計測されなかったため，ひずみゲージによる(b)の圧縮弾性係数 E_m については，終始圧縮ひずみ度が記録されていたフェイスシェルの値を参考値として示した。No.8 については，キャッピングの不具合により適切な最大荷重を測定することができなかったため，ひずみゲージによる(b)の圧縮弾性係数 E_m は示していない。

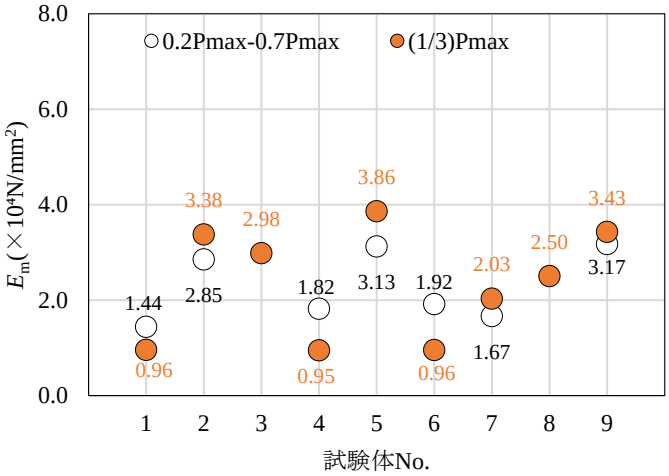


図 3.6(3).3　ひずみゲージによる各試験体の圧縮弾性係数 E_m

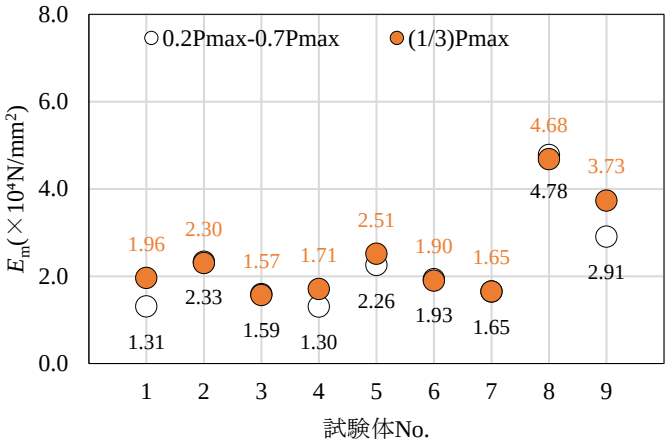


図 3.6(3).4　ひずみ変換型変位計による各試験体の圧縮弾性係数 E_m

(4) 総括

ここでは，CB 単体の正味全断面圧縮強度が 12.8N/mm² で目地の厚さが縦横共に 5mm となる組積体の圧縮試験を実施した。結果を以下に列記する。

・空隙が大きく，あるいはキャッピングが不十分であった No.1 と No.8 を除く試験体の最大圧縮強度 σ_{m_max} に関しては，使用した CB の正味全断面圧縮強度 12.8N/mm² をいずれも上回っていた。
・少量の空隙であれば空隙により強度が大きく低下することはないことが確認できた。
・階高充填に関しては，芋目地や破れ目地の違いは見られず，フィリピンで主流とされる破れ目地での施工においても強度的に問題無いことが確認できた。

以上

（植松武是）

3．7　重ね継手の有効性の実験検証（階高充填試験施工の試験体の活用）

(1)　試験体

前出の図 3.6(1).1 に示した CB 造壁体の下から 2 段目までが重ね継手長さ(390mm)となる縦筋を対象として付着耐力試験を行った。対象とした重ね継手と試験体番号を図 3.7(1).1，写真 3.7(1).1 に示す。対象としたのは，破れ積み部の縦筋 D13 (No.1~4)と D10(No.5~8)，及び芋積み部の縦筋 D10(No.9~12)，と D13(No.13~16)であり，全てアンカー縦筋 D13 との重ね継手となっている。そのうち No.1，No.4，No.7，No.10，No.13，No.16 にはスパイラル筋が施工されている。

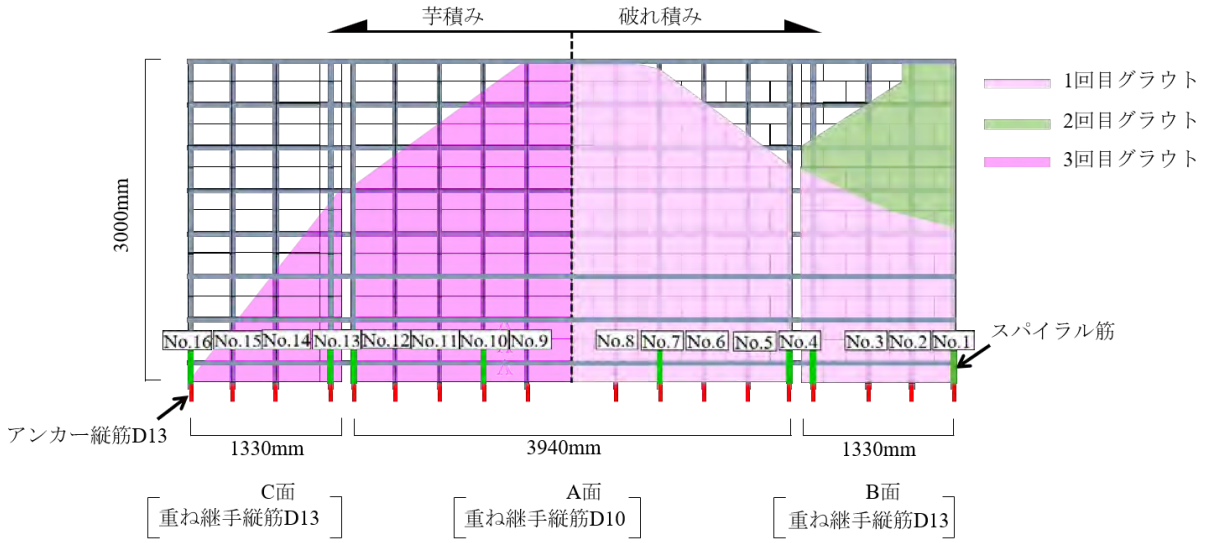


図 3.7(1).1　既存壁体において試験対象とした鉄筋

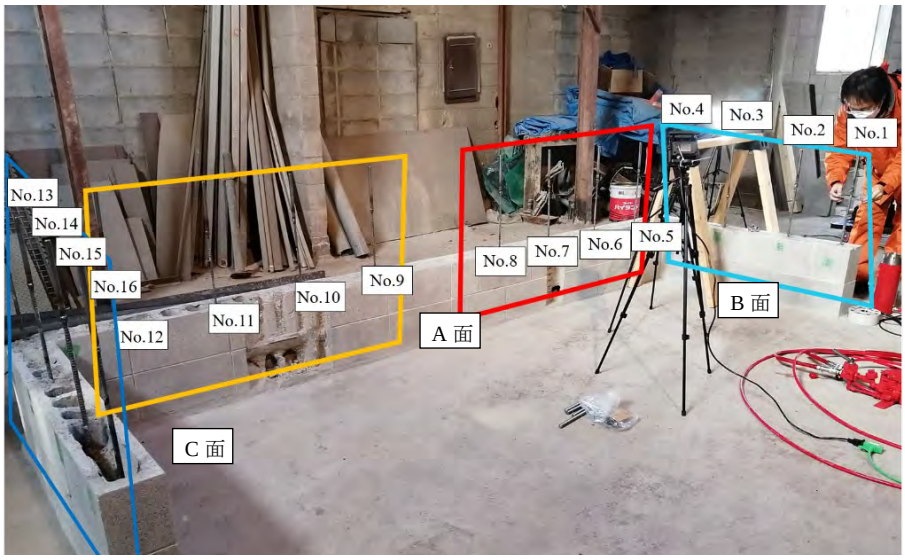


写真 3.7(1).1　対象とした鉄筋の位置

(2) 実験方法

実験方法を図 3.7(2).1 に，油圧ジャッキ，荷重計及び変位計の縦筋に対する設置状況を写真 3.7(2).1 に示す。油圧ジャッキに作動油を送り込むことで縦筋を押し上げる。油圧ジャッキの上端に設置した荷重計で加力時の荷重を計測した。縦筋の上端に設置したアクリル板にひずみ変換型変位計「DTH-A-100（株式会社共和電業製）」を設置し，加力時の縦筋の引抜き量を計測した。加力時の荷重と変位はデータロガー「UCAM-20PC（株式会社共和電業製）」を介してノート PC「eX.computer Notebook PC（TSUKUMO 製）」へ収録した。

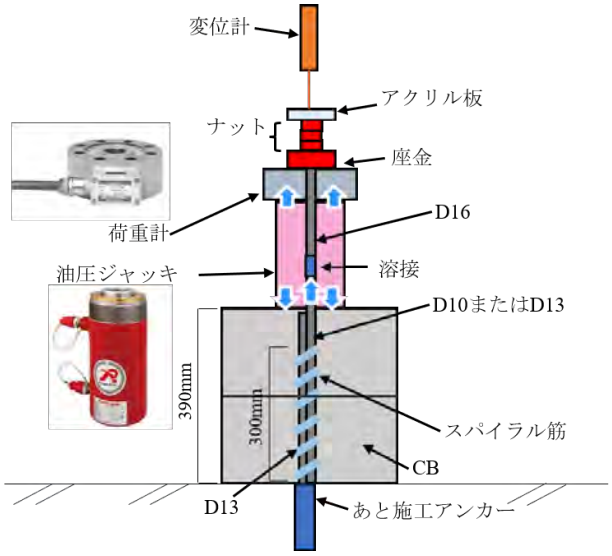


図 3.7(2).1 実験方法

(a)油圧ジャッキと荷重計

(b)変位計

写真 3.7(2).1 設置状況

(3) 実験結果と考察

① 荷重-変位曲線

各試験体の荷重-変位曲線を図 3.7(3).1 に示す。No.15, No.16 についてはモルタルの充填が不十分であったため耐力が発現しなかった。No.15, No.16 のモルタルの充填状況を写真 3.7(3).1, 写真 3.7(3).2 に示す。

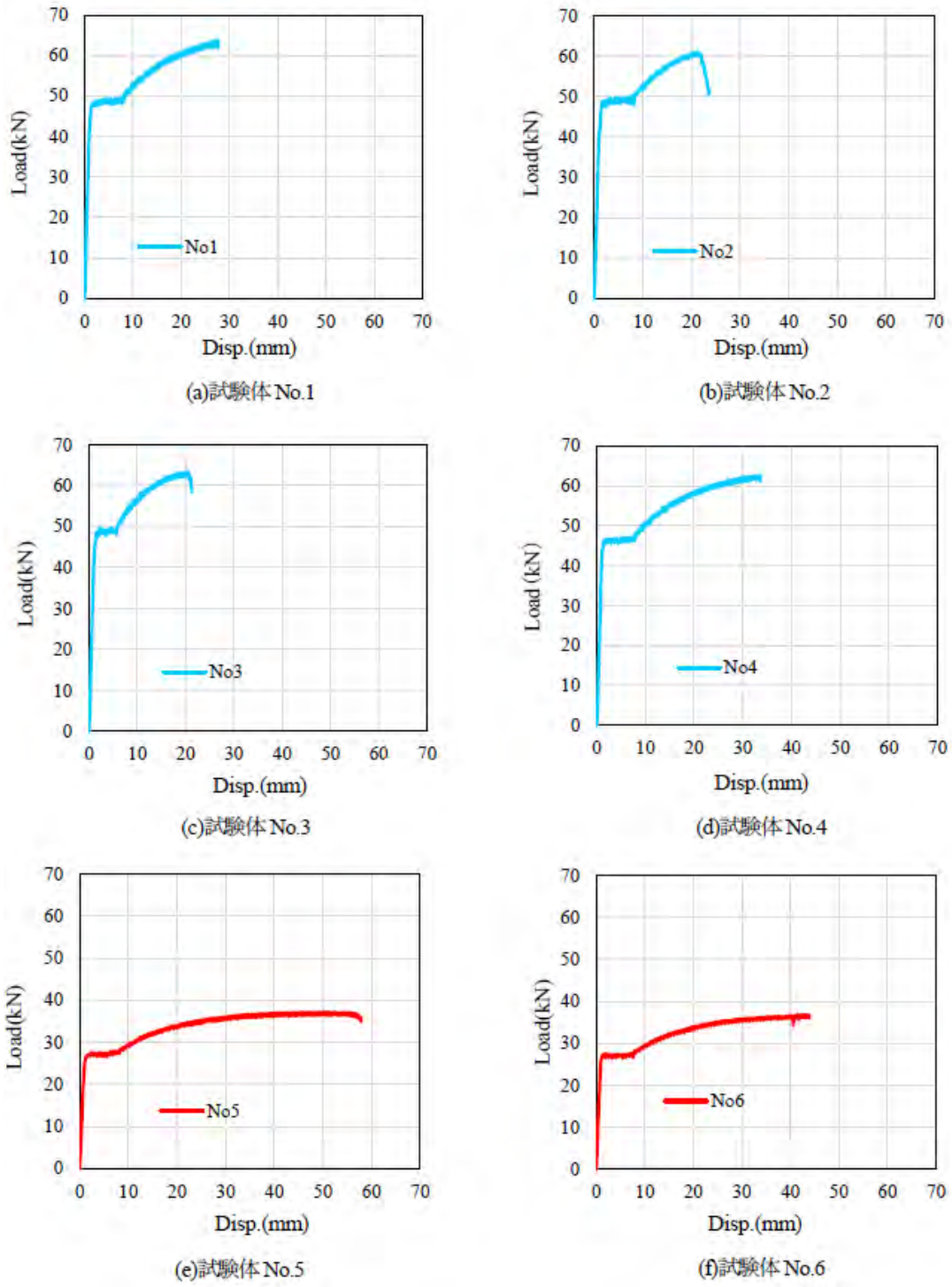
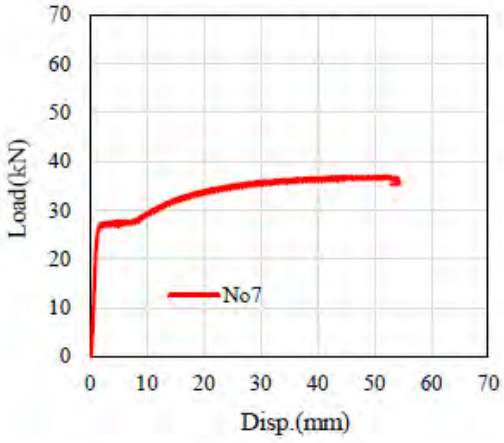
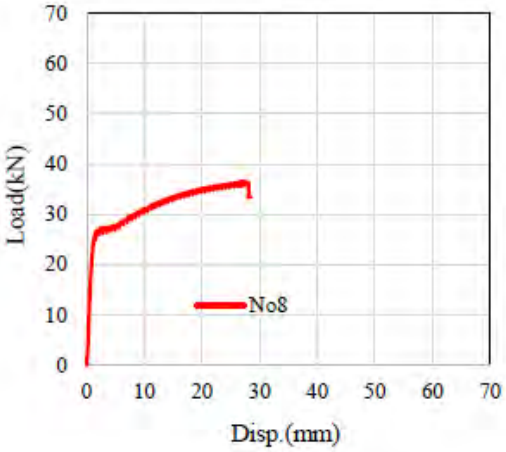


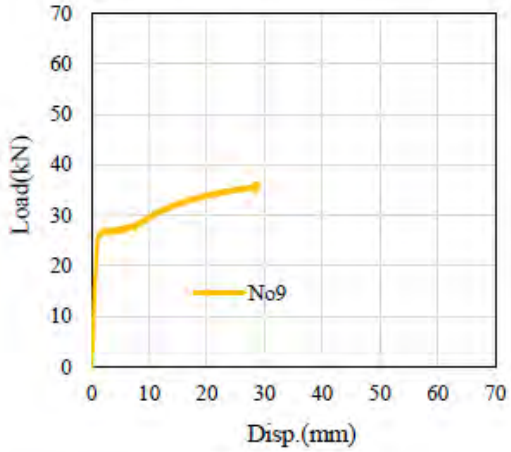
図 3.7(3).1 荷重-変位曲線(1/3)



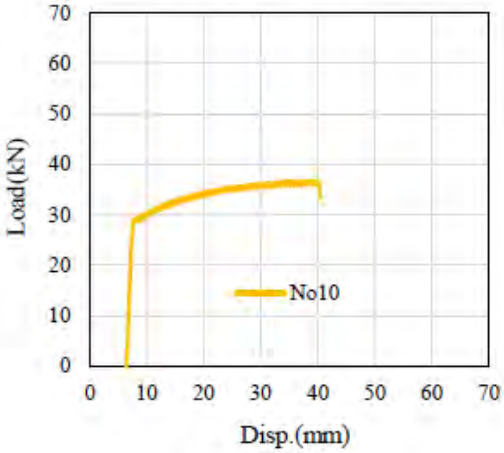
(g)試験体 No.7



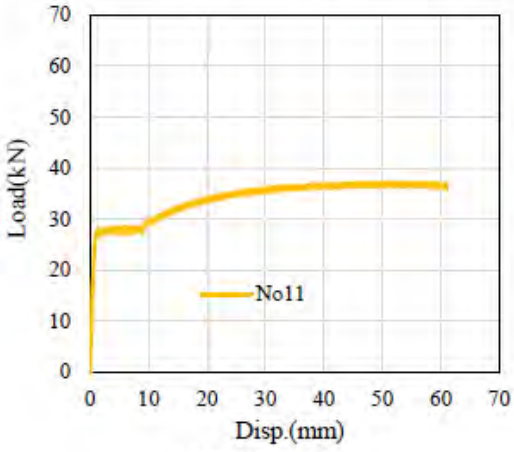
(h)試験体 No.8



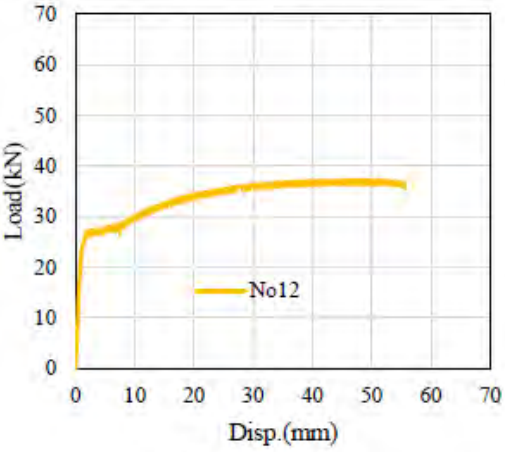
(i)試験体 No.9



(j)試験体 No.10

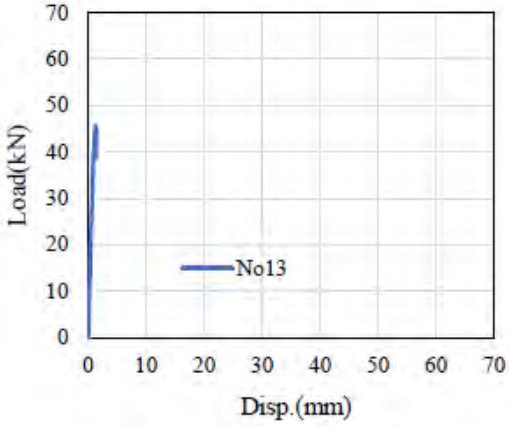


(k)試験体 No.11

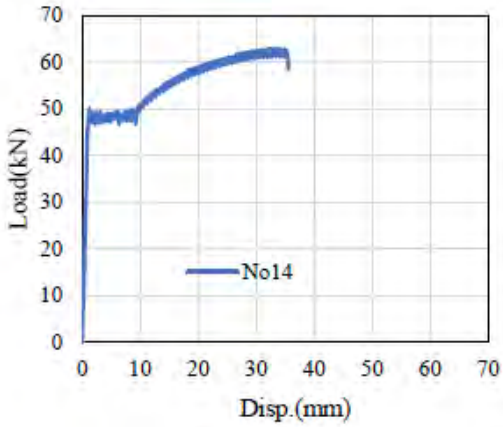


(l)試験体 No.12

図 3.7(3).1 荷重-変位曲線(2/3)



(m)試験体 No.13



(n)試験体 No.14

図 3.7(3).1　荷重-変位曲線(3/3)

写真 3.7(3).1　試験体 No.15

写真 3.7(3).2　試験体 No.16

② 各試験体の破断形状

各試験体の引張試験後の破壊状況を，それぞれ写真 3.7(3)-3~3.7(3)-18 に示す。

写真 3.7(3).3 試験体 No.1

写真 3.7(3).4 試験体 No.2

写真 3.7(3).5 試験体 No.3

写真 3.7(3).6 試験体 No.4

写真 3.7(3).7 試験体 No.5

写真 3.7(3).8 試験体 No.6

写真 3.7(3).9 試験体 No.7

写真 3.7(3).10 試験体 No.8

写真 3.7(3).11 試験体 No.9

写真 3.7(3).12　試験体 No.10

写真 3.7(3).13　試験体 No.11

写真 3.7(3).14　試験体 No.12

写真 3.7(3).15　試験体 No.13

写真 3.7(3).16　試験体 No.14

写真 3.7(3).17　試験体 No.15

写真 3.7(3).18　試験体 No.16

③　実験結果の考察

各試験体の引張強さ(N/mm²)を図 3.7(3).2 に示す。

破れ積み部の縦筋 D13 とアンカー縦筋 D13(No.1~4)，芋積み部の縦筋 D13 とアンカー筋 D13(No.14)においては，縦筋ではなく縦筋に溶接した D16（ねじ切り有り）の圧接溶接部近傍で破断したが，引張強さは D13 の降伏耐力を上回った。

破れ積み部の縦筋 D10 とアンカー縦筋 D13(No.5~8)，芋積み部の縦筋 D10 とアンカー筋 D13(No.9~12)については，いずれも D10 が破断し，D10 の引張強さは降伏耐力を上回っており，重ね継ぎ手部の損傷は無かった。

芋積み部の縦筋 D13 とアンカー筋 D13(No.13)については，スパイラル筋を施した空洞部のモルタルの充填度を確認するために CB のフェイスシェルを斫り取ってあったため，相応の耐力が発現していたものの，十分な靭性を確保できずに耐力低下に至った。

表 3.7(3).1　重ね継ぎ手の付着耐力
試験結果一覧

試験体名	引張強さ（N/mm²)
No.1	505
No.2	482
No.3	499
No.4	499
No.5	525
No.6	520
No.7	521
No.8	516
No.9	523
No.10	519
No.11	524
No.12	525
No.13	644
No.14	496
No.15	19.0
No.16	16.5

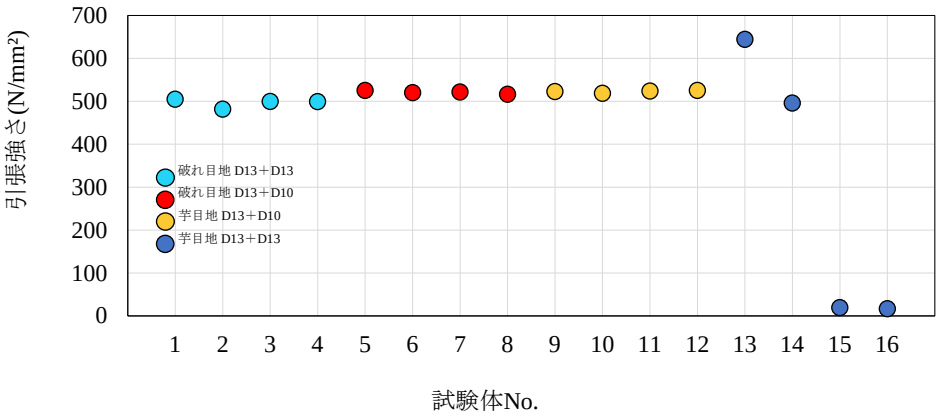


図 3.7(3).2　各試験体の引張強さ

(4) 総括

ここでは，CB 造壁体の下から 2 段目までが重ね継手長さ 390mm となる縦筋を対象として付着耐力試験実施した。結果を以下に列記する。

・CB 中央空洞部と CB 端部空洞部(縦目地有り) のスパイラル筋の位置が異なることによる引張強さの違いは確認できなかった。
・スパイラル筋の有無により，補強効果の差は見られないことが確認できた。
・モルタルの充填が十分であった重ね継ぎ手の引張強さは，全て縦筋 D10 あるいは D13 の降伏耐力を上回ることが確認できた。

以上

（植松武是）

3．8　壁体の加力実験

(1) 試験体と実験実施スケジュール

厚さ 150mm，幅 390mm，高さ 190mm の B 種コンクリートブロック（以下，「CB」と略記）を目地厚さ 10mm として組積した幅 1,200mm の組積体を実験対象とする。高さは 1,200mm，1,800mm，2,200mm の 3 種類である。試験体の概要を図 3.8(1).1 に，また，各試験体を構成する CB の概要を図 3.8(1).2 に示す。

試験体は 2021 年 12 月 24 日と 27 日に施工し，2022 年 1 月 20 日に高さ 1,200mm の試験体 A，2022 年 1 月 25 日に高さ 2,400mm の試験体 B，2022 年 1 月 26 日に高さ 2,400mm の試験体 C の加力を実施した。試験体の製作と実験は(地独)北海道立総合研究機構建築研究本部北方建築総合研究所にて行った。試験体製作時の状況等を写真 3.8(1).1 に示す。

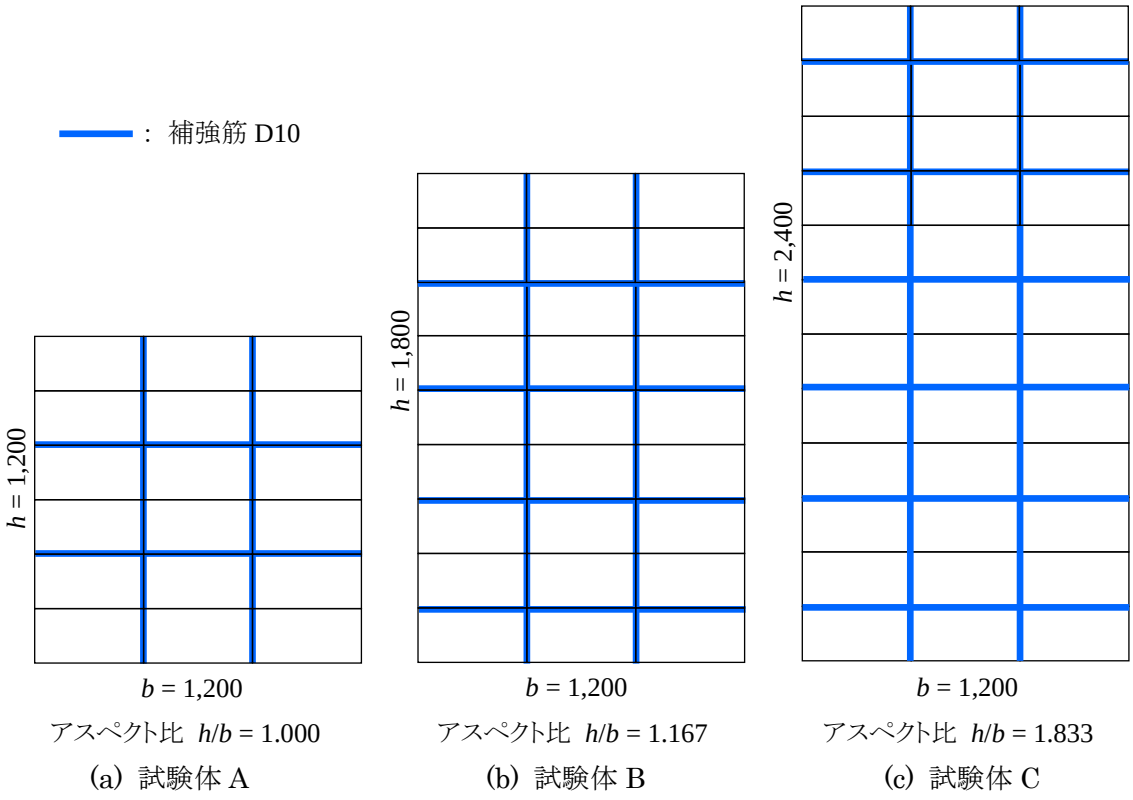
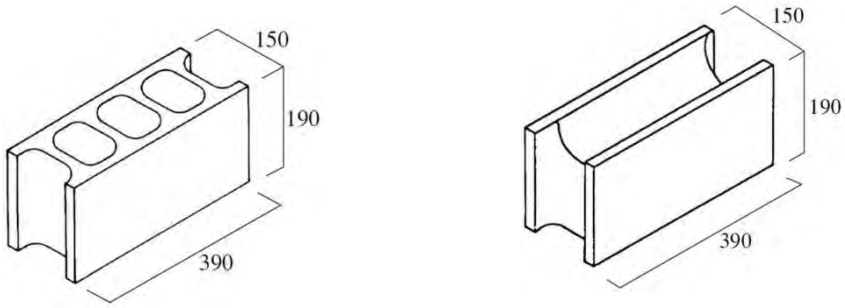


図 3.8(1).1 試験体の概要



(a) 基本形　　(b) 横筋用

図 3.8(1).2 試験体に使用したコンクリートブロック

(a) 横筋配筋時(1/3)

(b) 基本形 CB の積み上

(c) 横筋配筋時（2/3）

(d) 横筋配筋時(3/3)

写真 3.8(1).1 試験体の施工時の状況(1/2)

(e) 施工終了時(1/2)

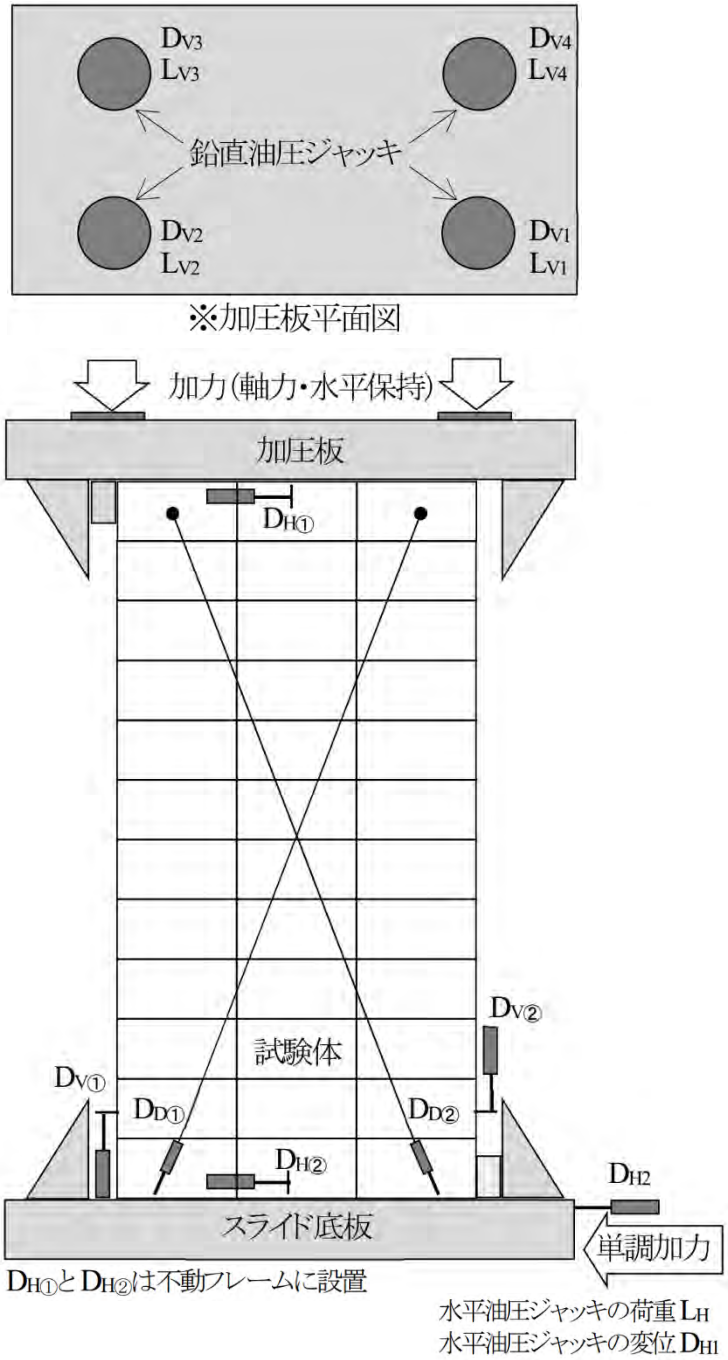
(f) 施工終了時(2/2)

写真 3.8(1).1 試験体の施工時の状況(2/2)

(2) 実験方法

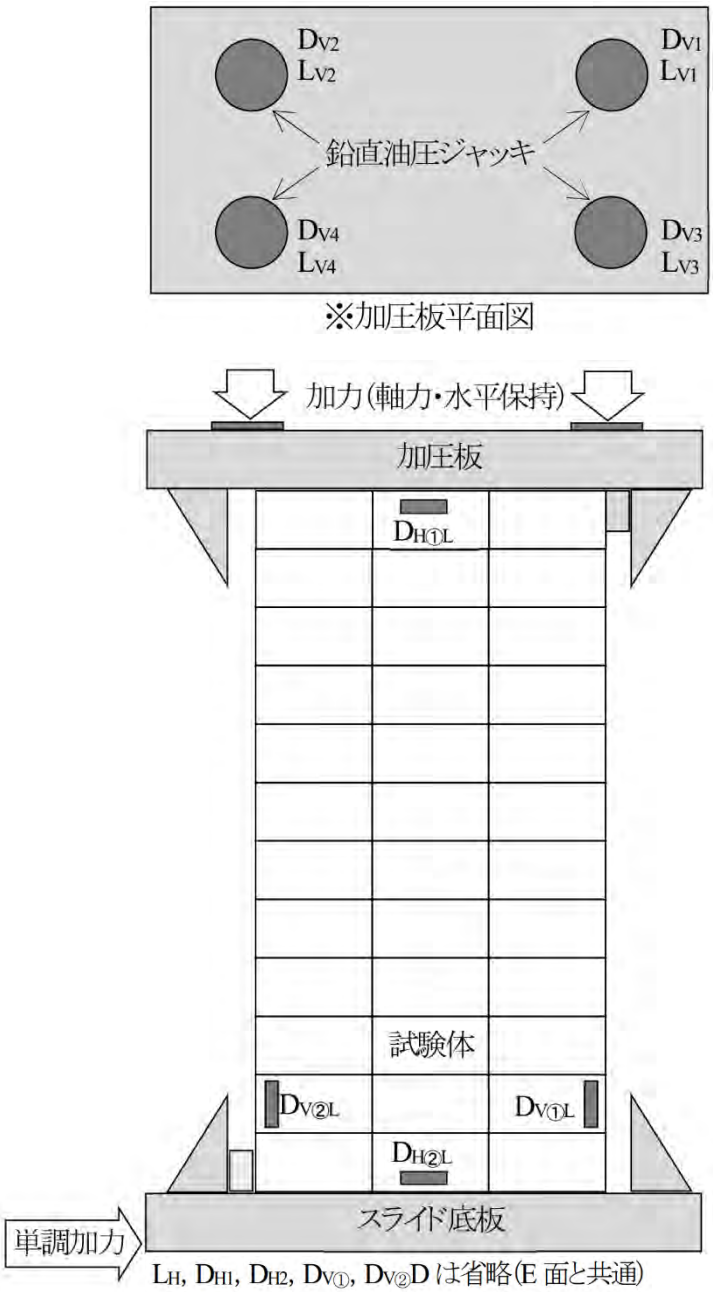
試験方法の概要を図 3.8(2).1 に示す。4 本の油圧ジャッキにて加圧板の平行を保ちつつ試験体に終始一定の鉛直荷重 56.25kN（1層耐力壁の負担鉛直荷重相当）を作用させ，1 本の油圧ジャッキにて試験体下端のスライド底板を水平方向に単調加力し，試験体頂部と脚部に水平変位差を発生させた。この時，試験体の頂部と脚部は試験装置に緊結しない。なお，加力機と実験スケジュールの都合により，加圧板とスライド底板との間隔は試験体 C の高さに対応できるように設定しておき，試験体 A と試験体 B の実験に際しては，加圧板とスライド底板との間隔は概ねそのままとし，試験体とスライド底板の間に鉄骨ブロックを挟み込んで鉛直力が試験体に作用するように調整した。ひずみ変換型変位計とレーザー変位計の設置個所を図 3.8(2).1 に併記する。なお，レーザー変位計は試験体 B と試験体 C の加力時にのみ，W 面へ設置した。各試験体の加力装置への設置状況を写真 3.8(2).1 に示す。

加力に際しては，「多点同時加力・制御装置（株式会社巴技研製）」を用い，各変位計による計測値は，加力装置の油圧ジャッキの変位量と荷重値と共に，データロガー「UCAM-60C（株式会社共和電業製）」を介してノート PC（64 ビット）へ収録した。なお，加力開始から終了に至るまでの試験体状況をデジタルビデオカメラにて収録した。



(a) E 面（頭文字 D：変位計，頭文字 L：荷重計）

図 3.8(2).1　実験方法の概要(1/2)



(b) W 面（全てレーザー変位計）

図 3.8(2).1　実験方法の概要(2/2)

(a) 試験体 A

(b) 試験体 B

(c) 試験体 C

写真 3.8(2).1 加力装置への試験体の設置状況（W 面）

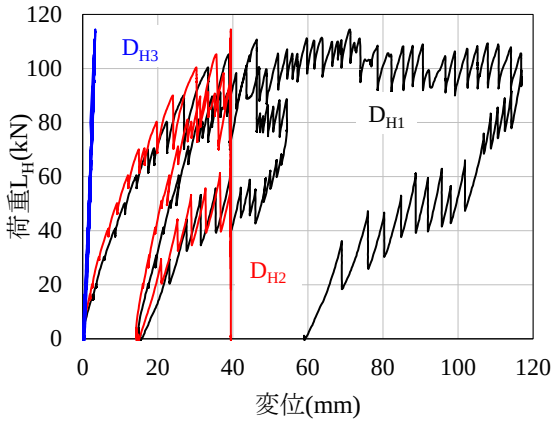
(3) 実験結果

① 各計測値

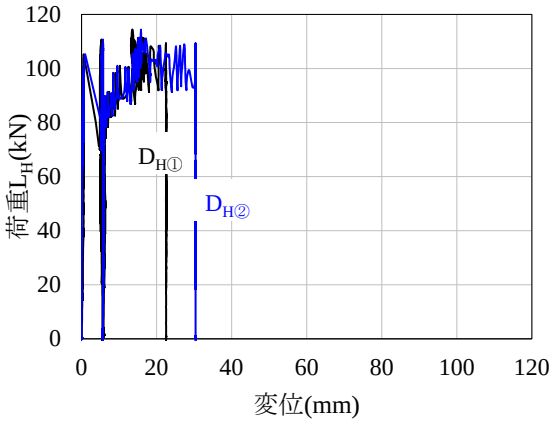
各試験体の計測値を図 3.8(3).1～3.8(3).3 に示す。同図の(a)～(d)は，各計測値を横軸とし，水平油圧ジャッキの荷重計測値 L_H を縦軸としてある。また，同図の(e)は，各計測値を縦軸とし，水平油圧ジャッキの荷重計測値 L_H を横軸としてあり，(f)は，各計測値を縦軸とし，水平油圧ジャッキの変位 D_{H1} を横軸としてある。いずれも生データを示した図であるが，試験体 B の D_{H2}（図 3.8(3).2(a)）は変位計の盛替えに対する補正を施してある。

図 3.8(3).4 に鉛直荷重の制御記録を示す。手動制御により水平荷重と鉛直荷重を逐次調整しているため変動があるものの，いずれの実験においても目標の平屋最上階の単位床面積当たりの重量（56.25kN*(1+3)*0.008/(1.2m*0.15m)＝10.0kN/m²。ここで，「3」:は「α_y/α_x」であり「0.008」は「p_r」である。これらの記号は後出の「(3)」を参照。）を保持できていることが確認できる。前出の図 3.8(3).1(f)，図 3.8(3).2(f)，図 3.8(3).3(f)より，加圧板の水平も保持されていたことが確認できる。

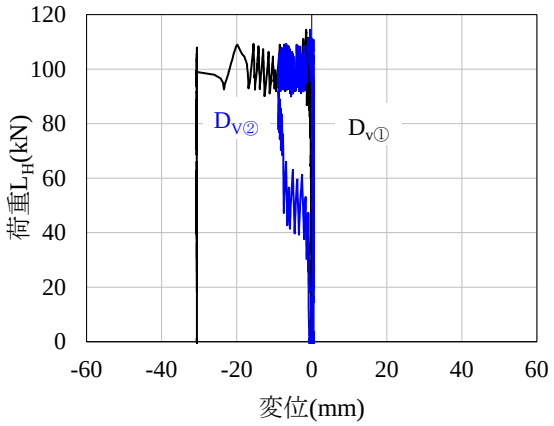
図 3.8(3).5 にレーザー変位計にて明確に計測・算出することのできた試験体 B と試験体 C のせん断変形と回転変形を示す。回転変形が卓越していることが確認できる。



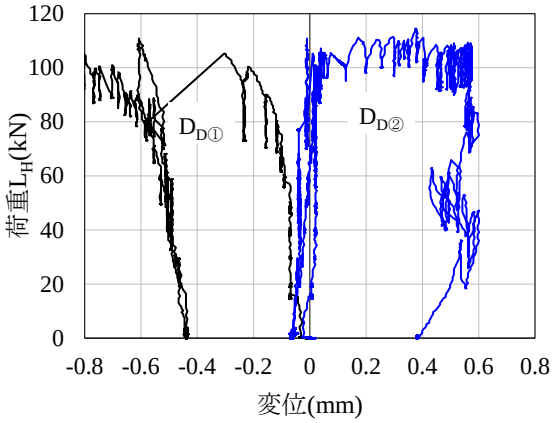
(a) 水平油圧ジャッキ，スライド底板，フレーム



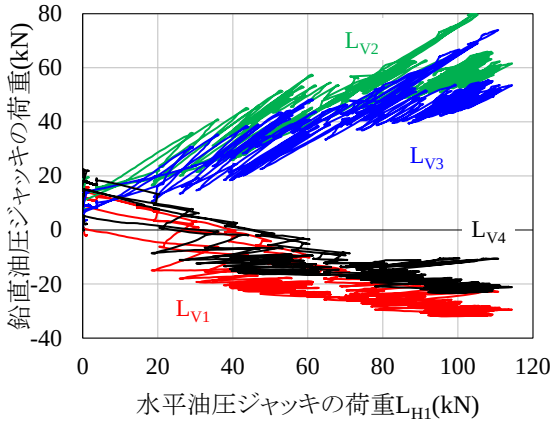
(b) 試験体頂部と脚部



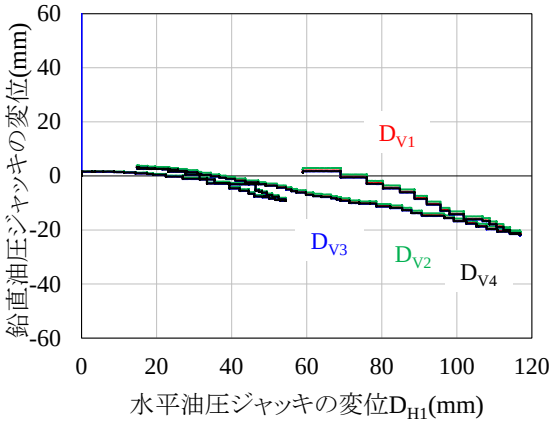
(c) 試験体脚部の浮上り



(d) 試験体の対角方向

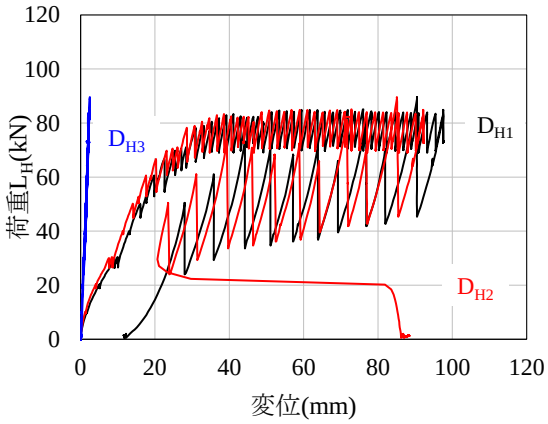


(e) 鉛直油圧ジャッキの荷重

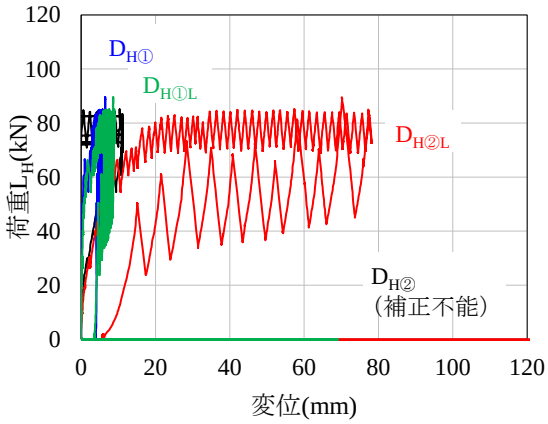


(f) 鉛直油圧ジャッキの変位

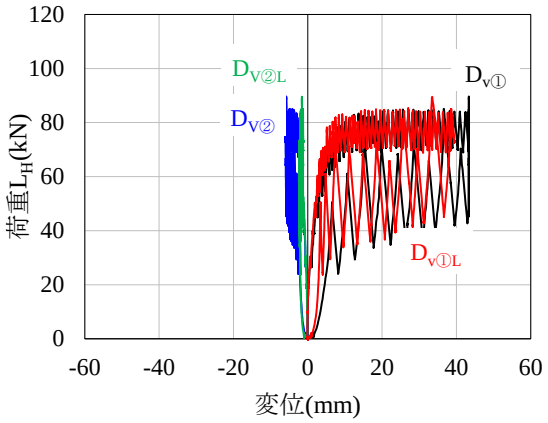
図 3.8(3).1 試験体 A の各種計測値



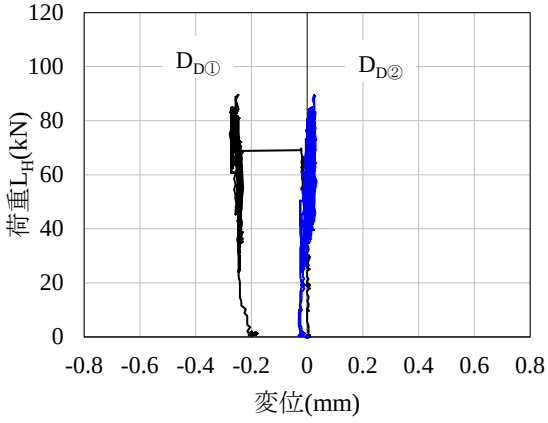
(a) 水平油圧ジャッキ，スライド底板，フレーム



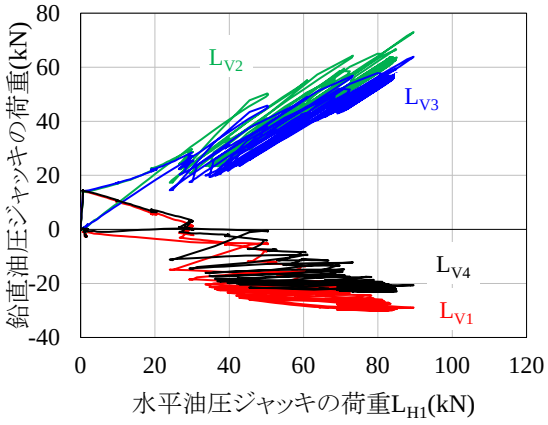
(b) 試験体頂部と脚部



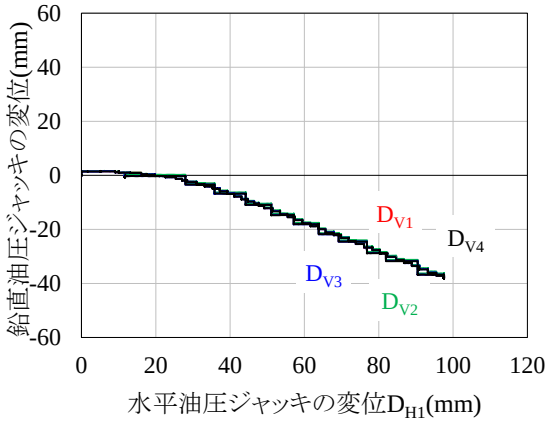
(c) 試験体脚部の浮上り



(d) 試験体の対角方向

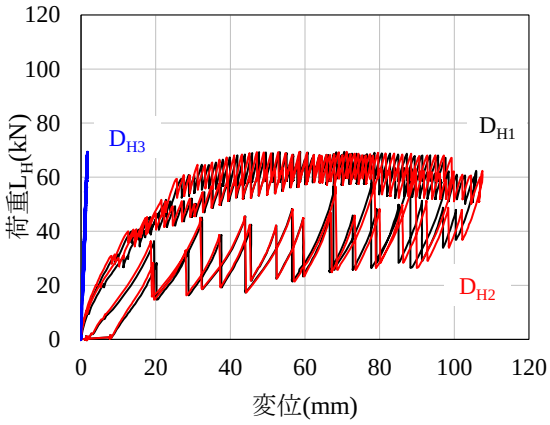


(e) 鉛直油圧ジャッキの荷重

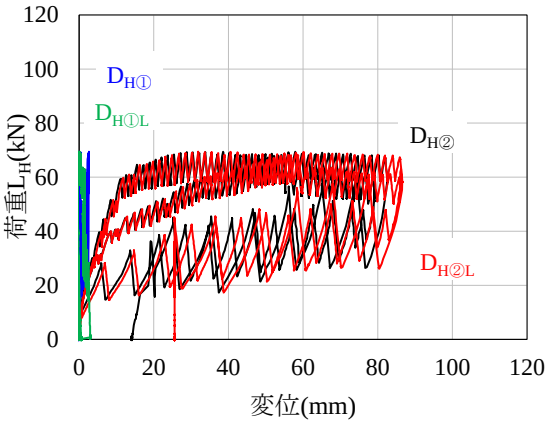


(f) 鉛直油圧ジャッキの変位

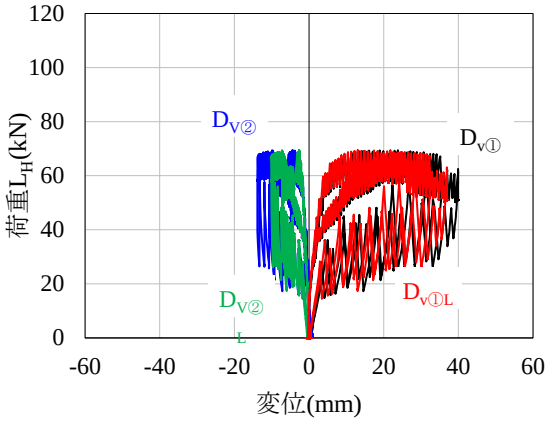
図 3.8(3).2 試験体 B の各種計測値



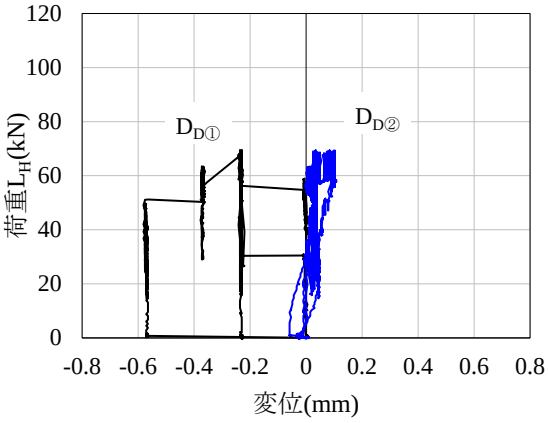
(a) 水平油圧ジャッキ，スライド底板，フレーム



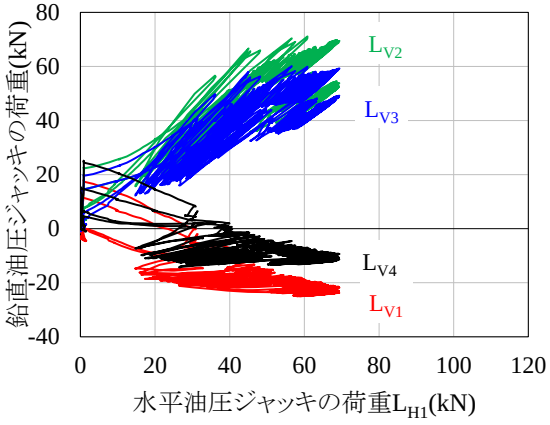
(b) 試験体頂部と脚部



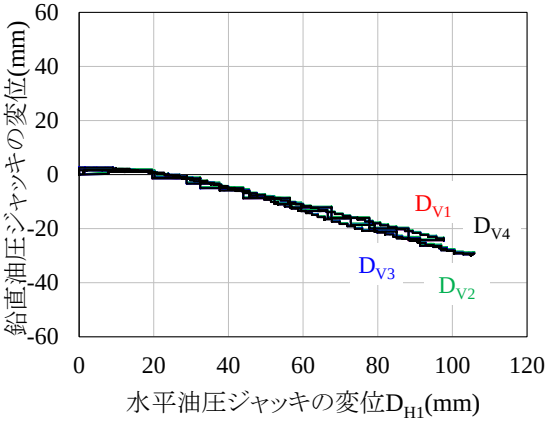
(c) 試験体脚部の浮上り



(d) 試験体の対角方向

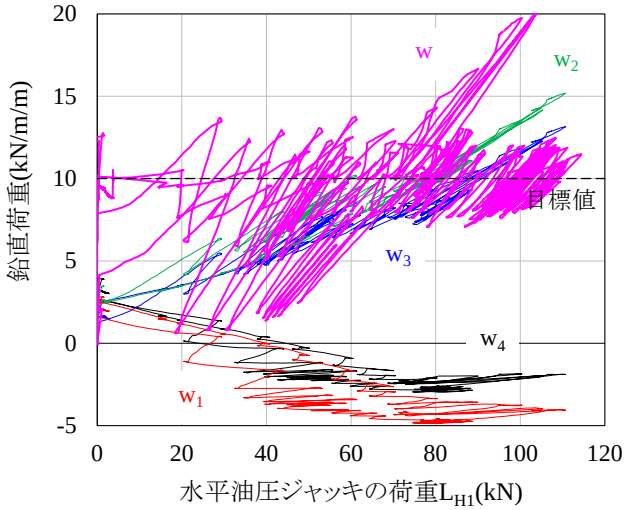


(e) 鉛直油圧ジャッキの荷重

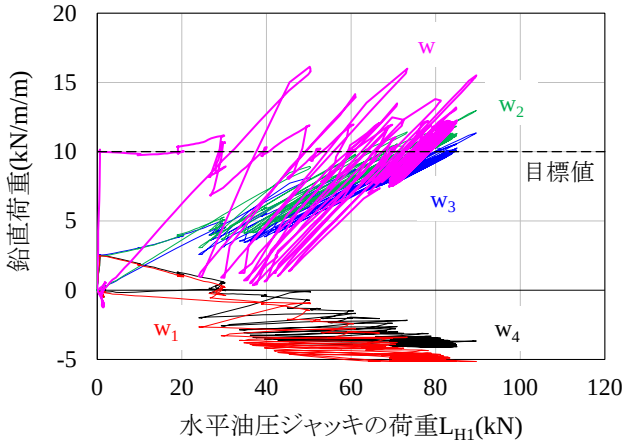


(f) 鉛直油圧ジャッキの変位

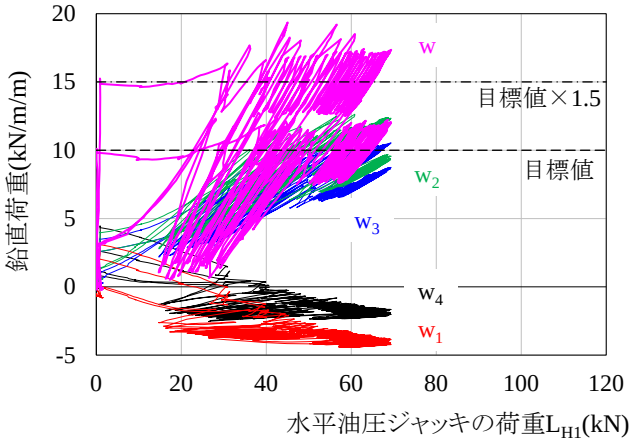
図 3.8(3).3 試験体 C の各種計測値



(a) 試験体 A

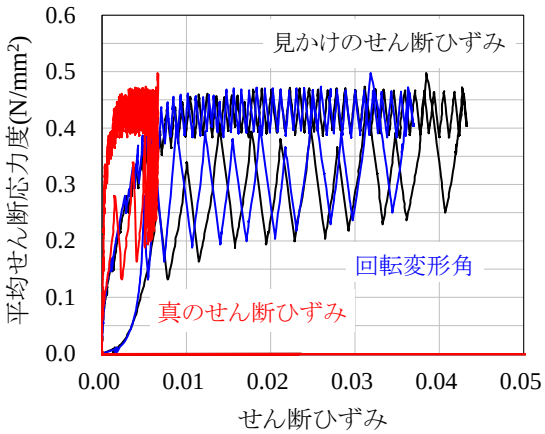


(b) 試験体 B

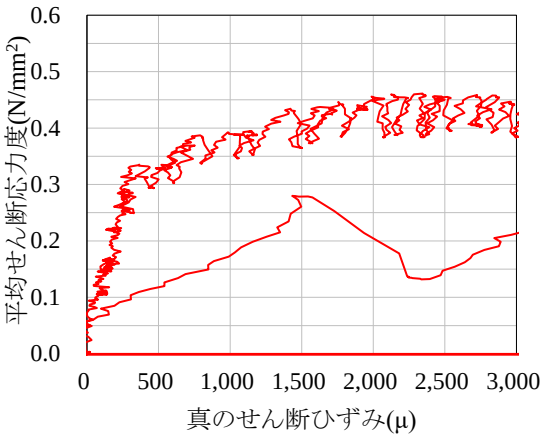


(c) 試験体 C

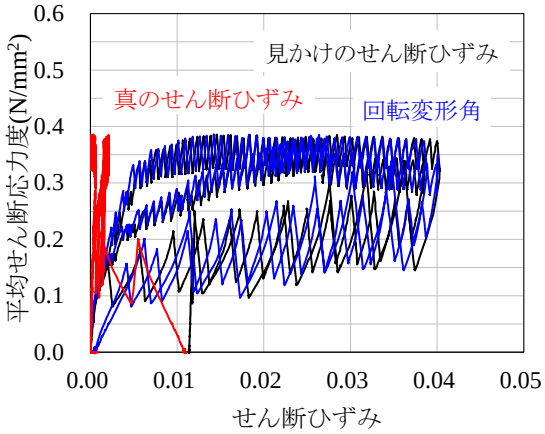
図 3.8(3).4 鉛直荷重の計測値制御状況



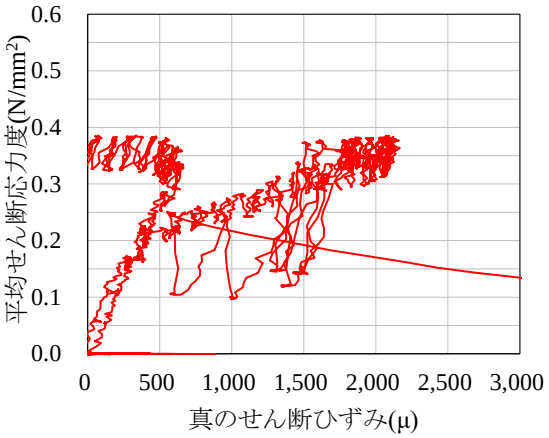
(a) 試験体 B:せん断ひずみと回転変形



(b) 試験体 B:真のせん断ひずみ



(c) 試験体 C:せん断ひずみと回転変形



(d) 試験体 C:真のせん断ひずみ

図 3.8(3).4 試験体のせん断変形と回転変形(レーザー変位計)

② 破壊性状

ア 試験体 A

水平加力荷重が 111kN の時に，試験体の対角方向に亀裂が発生した（写真 3.8(3).1）以降，スライドテーブルの変位の増大に伴って試験体の回転変形も顕著になり，モルタルが充填されていない隅部の CB が圧壊した（写真 3.8(3).2，3.8(3).3）。

写真 3.8(3).1 試験体 A：対角方向の亀裂（W 面）

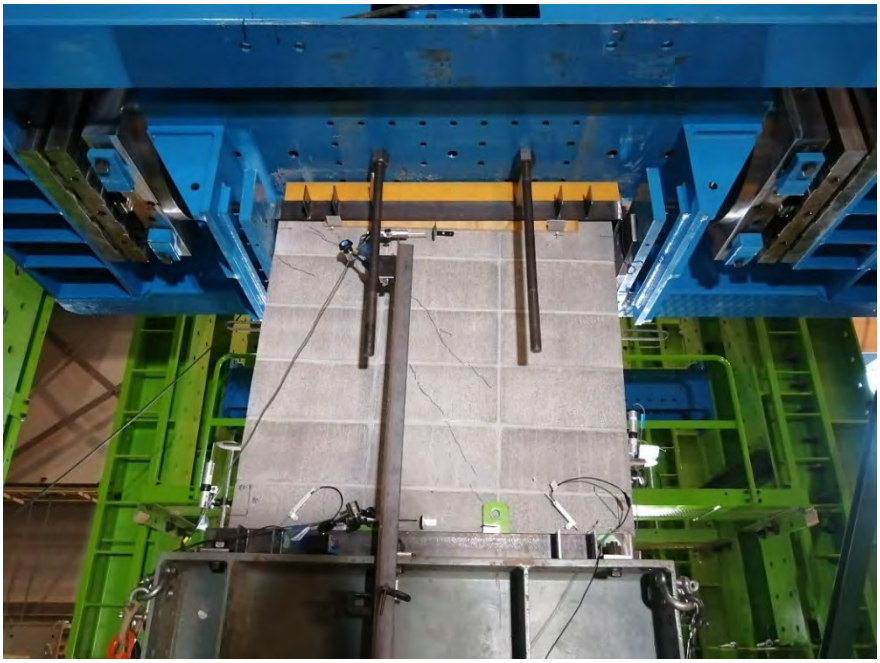


写真 3.8(3).2 試験体 A：加力終了時（E 面）

写真 3.8(3).3　試験体 A:加力終了時(W 面)

イ　試験体 B

試験体の対角方向に亀裂が発生することなく，モルタルが充填されていない隅部の CB が圧壊し，回転変形が増大し続けることを確認し，加力を終了した(写真 3.8(3).4，3.8(3).5)。

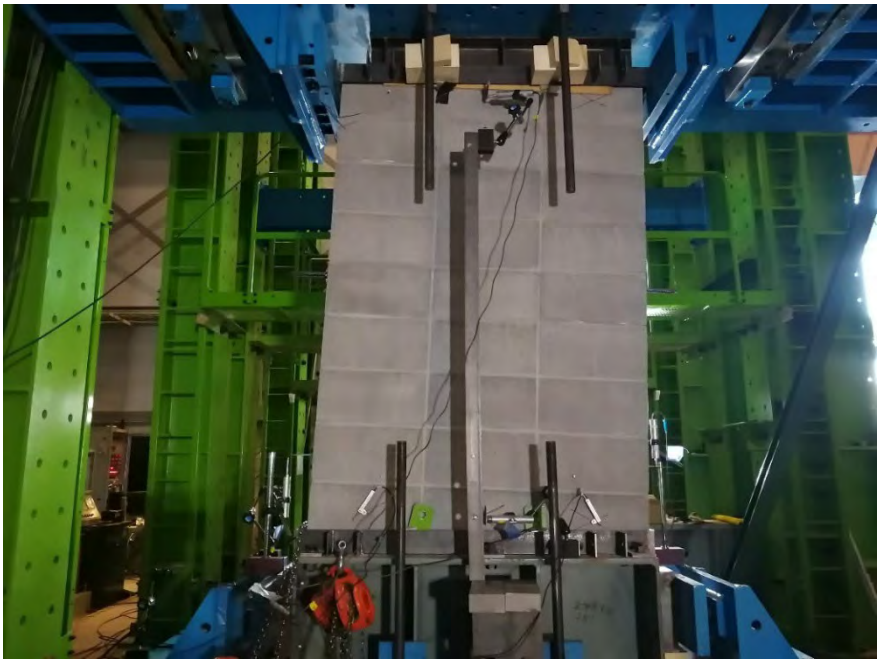


写真 3.8(3).4　試験体 B:加力終了時(E 面)

写真 3.8(3).5　試験体 B:加力終了時(W 面)

ウ　試験体 C

試験体の対角方向に亀裂が発生することなく，モルタルが充填されていない隅部の CB が圧壊し，回転変形が増大し続けることを確認し，加力を終了した。軸力を 1.5 倍にして再加力を実施したが，結果は同じであった(写真 3.8(3).6～9)。

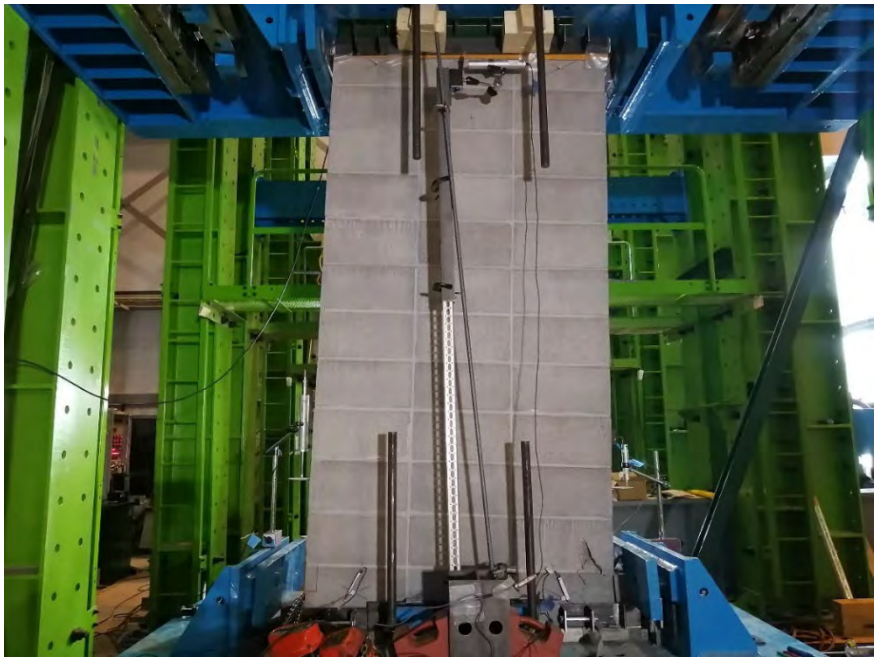


写真 3.8(3).6　試験体 C:加力終了時(E 面)

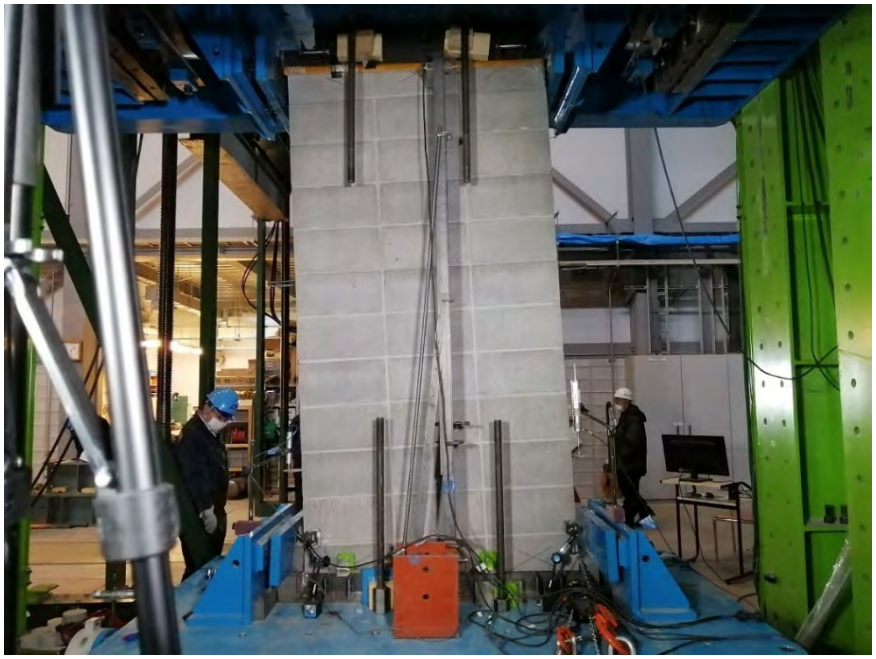


写真 3.8(3).7　試験体 C:加力終了時(W 面)

写真 3.8(3).8　試験体 C:加力終了時の脚部隅部の圧壊(E 面)

写真 3.8(3).9　試験体 C：加力終了時の脚部隅部の圧壊（W 面）

(4) 実験結果の考察

本プロジェクトでは，補強 CB に関する各種構造規定を見直し，根拠を明確にしながら構造規定（案）の検討を行ってきている。構造規定（案）の中の補強 CB 造壁体に関する規定の一つに，限界アスペクト比 r_c（＝壁体高さ h/壁体幅 b）がある。これは，構造規定（案）では，施工性の向上を図るために，縦筋や壁体端部補強筋の定着にあと施工アンカーの使用を認めており，あと施工アンカーに定着した縦筋と壁体端部補強筋との重ね継手の構造耐力の性能検証も本プロジェクトで実施してきているが，壁体の浮き上がりに対する安全側の配慮として，①壁体の引張耐力による拘束，②縦筋の引張力による拘束，③あと施工アンカーに定着した縦筋と壁体端部補強筋との定着を無視し，壁体に作用する鉛直力 W によって壁体の浮き上がりを生じさせないようにするための壁体形状の規定値である。本提案では，壁体の層数や拘束条件に応じた限界アスペクト比 r_c を示しており，厚さ 150mm の補強 CB 造 1 層耐力壁については，両端固定の場合は r_c＝1.0 を提案している。

本実験においては，いずれの試験体に対しても，限界アスペクト比 r_c 算出時と同様に，設計荷重 w＝10kN/m^2，必要壁率 p_R＝0.008，当該壁体（x 方向壁体）と直交壁（y 方向壁体）の耐力壁量の比率 α_y/α_x＝3.0 と仮定して算出した 1 層耐力壁に作用する鉛直力 W＝56.25kN を軸力とし，水平加力を実施した。試験体 A は，アスペクト比が 1.000，即ち，限界アスペクト比 r_c となる仕様の試験体であり，浮き上がりが生じる前にせん断亀裂が発生した。亀裂発生時の平均せん断応力度 τ は 0.62N/mm^2 であり，限界アスペクト比 r_c 算出時の設定値である短期許容せん断応力度 τ_1＝

0.25 N/mm^2 を大きく上回っていたことから，構造規定（案）において設定した必要壁率と限界アスペクト比 r_cを満たす耐力壁については，あと施工アンカーによる壁体端部補強筋の定着がなくても浮き上がりは発生しないこと，及び余裕のあることを確認できた。試験体 B と試験体 C は，提案している限界アスペクト比 r_c を上回るアスペクト比の試験体であり，いずれの試験体においても空洞部にモルタルが充填されていない隅部 CB の圧壊により浮き上がり（回転変形）が卓越する変形状態が続く結果となり，せん断亀裂が発生することは無かった。なお，この回転変形が続く時の平均せん断応力度は，試験体 B では概ね 0.42N/mm^2，試験体 C では 0.33N/mm^2 程度であった。構造規定（案）では，アスペクト比 1.167 となる試験体 B については D10 のアンカー筋，アスペクト比 1.833 となる試験体 C については D19 のアンカー筋による壁体端部補強筋との定着が必要であることを提案している。

以上

（植松武是）

3．9 縮小試作体による施工性検証

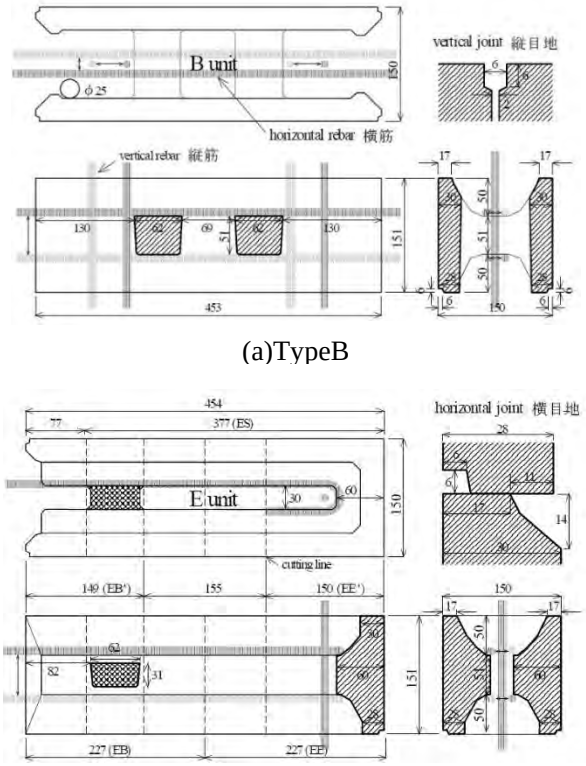
(1) 模型製作の背景と目的

フィリピンへ提案するCBの形状は大きく2種類ある。1つは，現行の製造設備で対応可能な形状であり，もう1つは，これまでのCBの形状にとらわれず，施工性や意匠デザインの向上を図ることのできる形状である。ここでは，後者を対象とし，3Dプリンターを利用した縮小模型による納まりや施工性の検討を試みた。実大のCBを制作しての検証は多大な金物の製造コストや養生期間を要するが，本章で行う3Dプリンターを活用した検証は，比較的廉価でハンドリングも良く，試行錯誤による検証に対して有効であると考える。

ここでは，①提案を試みようとしている新しいCBの形状や納まりを確認・検討し，今後，②階高充填時における部分充填を可能にするための更なる工夫・改良を検討するという研究計画をたて，ここでは①を実施した。

(2) 対象としたCBの形状

対象としたCBは図3.9.1に示すTypeBとTypeEの2種類である。通常のCBが幅390mm，高さ190mmであるのに対し，TypeBとTypeEは幅455mmあるいは453mm，高さ151mmである 。隅角部はCBを切断することで作成する事ができるため汎用性が高い。また，破れ目地の目地ずれ1/2や1/3にも対応することができる。ブロック積のバリエーションを図3.9.2に示す。



(a)TypeB

(b)TypeE

図3.9.1 出力対象としたCB

(a) 芋目地

(b) 破れ目地：1/2

(c) 破れ目地：1/3

図3.9.2 ブロック積のバリエーション

(3) 3Dプリンターを活用したCBの作成手順

① 3Dプリントするためのデータの作成

データの作成フローを図3.9.3示す。提案に向けて検討したCBの形状を，3Dモデリングソフト「Blender（Blender Foundation製，フリーソフト）」[3.9-1)]にてSTL形式の3D CADデータにし，「3D Tools（Microsoft社製，STLファイル解析ソフト）」[3.9-2)]にて3MF形式へ変換する。その後，同データにおけるエラーの有無を「Meshmixer(AUTODESK社製，3D彫刻ソフト)」[3.9-3)]にて確認し，エラーがある場合はBlenderにて修正を施し，エラーがなくなるまでこれらの作業を繰り返す。各工程における図形データを図3.9.4と図3.9.5に示す。

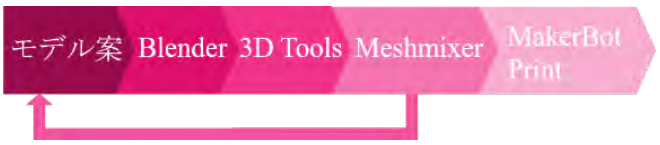
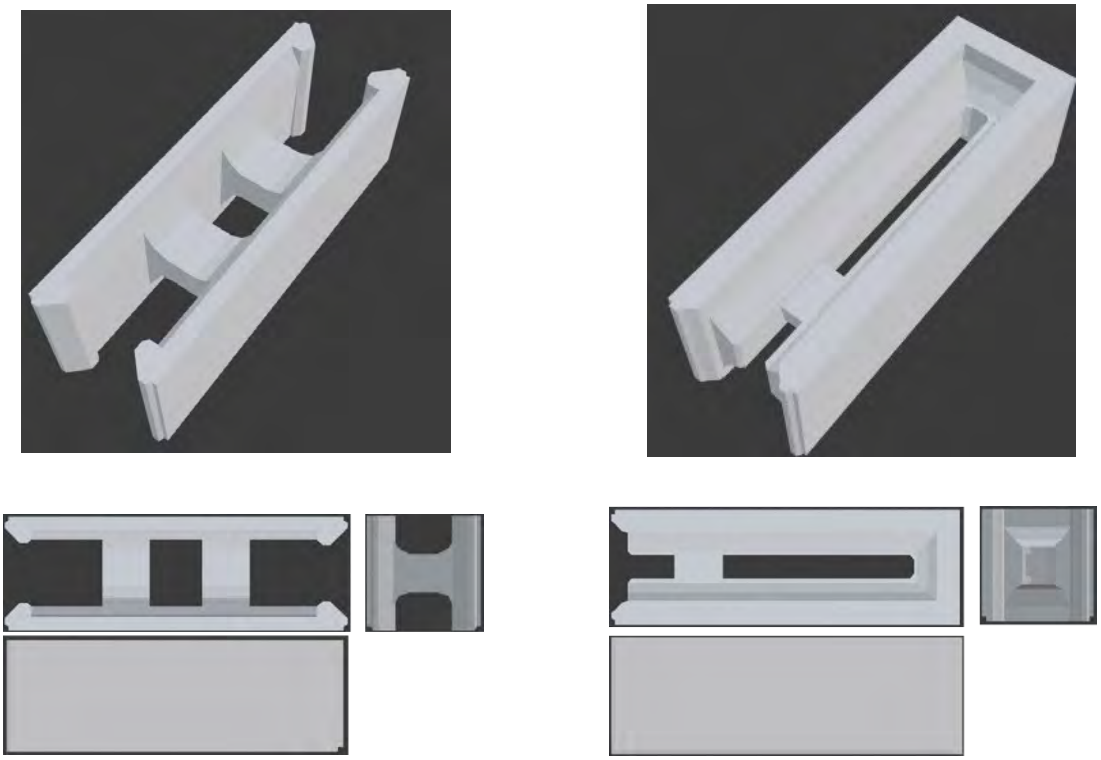
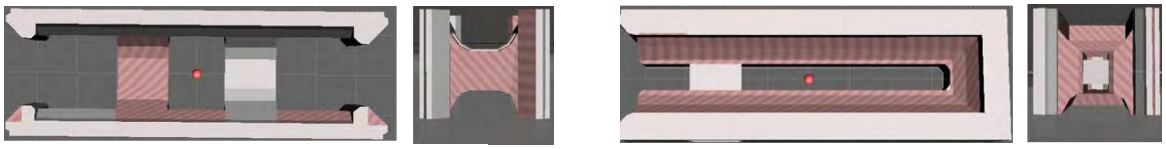


図3.9.3 模型作成のフロー図



(a) TypeB　　(b) TypeE

図3.9.4 Blenderによる処理

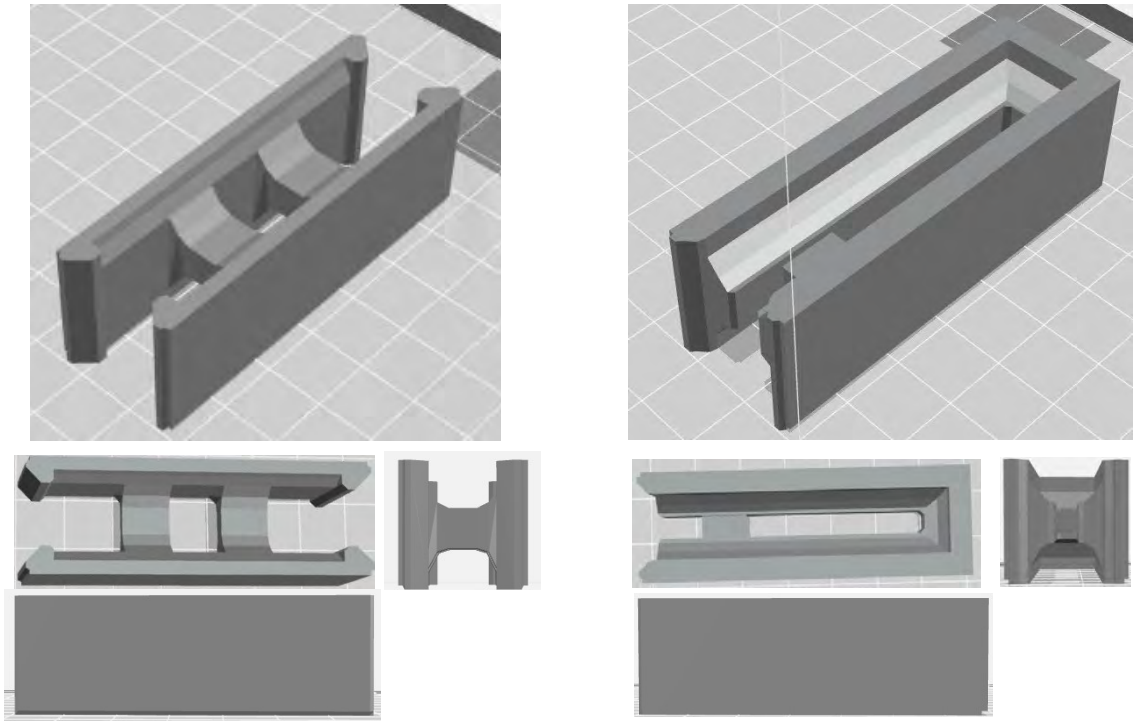


(a)TypeB　　(b)TypeE

図3.9 .5　Meshmixerによる処理

② 3Dプリンターによる出力

「(3)①」にて作成した3Dデータを「MakerBot Print（MakerBot社製，3D印刷ソフト）」[3.9-4)]へインポートし，データに破損が無い事を最終確認し，出力する。MakerBot Printにおける図形データを図3.9.6に示す。



(a) TypeB　　(b) TypeE

図3.9 .6　MakerBot Printにおける図形データ

(4) 出力したCBと組み立て（組積模型）

出力したCBを写真3.9.1に示す。制作するCBは2種類であり，これらを使用する部位に応じて切断加工を行う。目地ずれを1/2として組積する場合のCBは，写真3.9.2に示す6種類となる。切断加工時の様子を写真3.9.3に示す。

これらのCBを用いて，CB空洞部の連続性や補強筋の納まりなどを視覚的に確認し，改良点を検討することができるような模型を作成した。また，一般部や隅角部の確認・検討も行えるようL字型とした。作成した模型を写真3.9.4に，補強筋を先き組みした際の納まりや施工性の確認状況を写真3.9.5に示す。

(5) まとめ

組積模型を視覚的に確認した結果，鉄筋先組への対応が可能であることが確認できた。その際，横筋に対しCBの設置がしにくいということや，壁端部の処理に課題があることも確認できた。

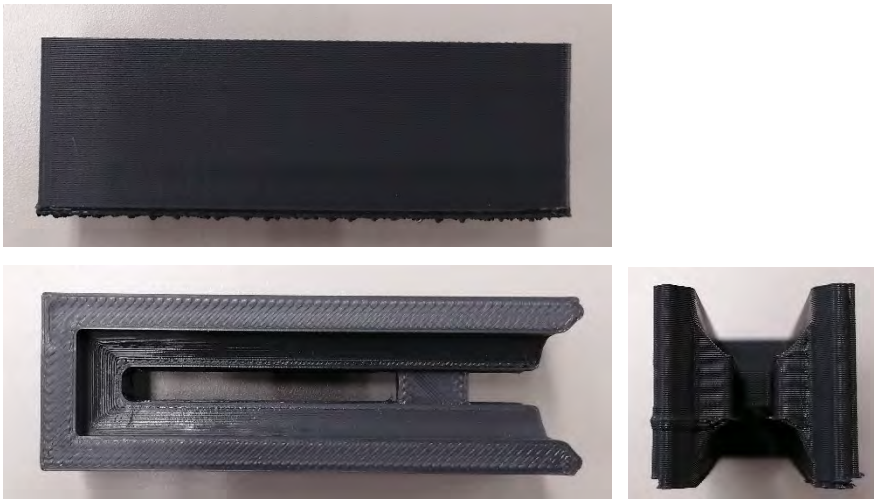
参考文献

3.9-1) https://www.blender.org/

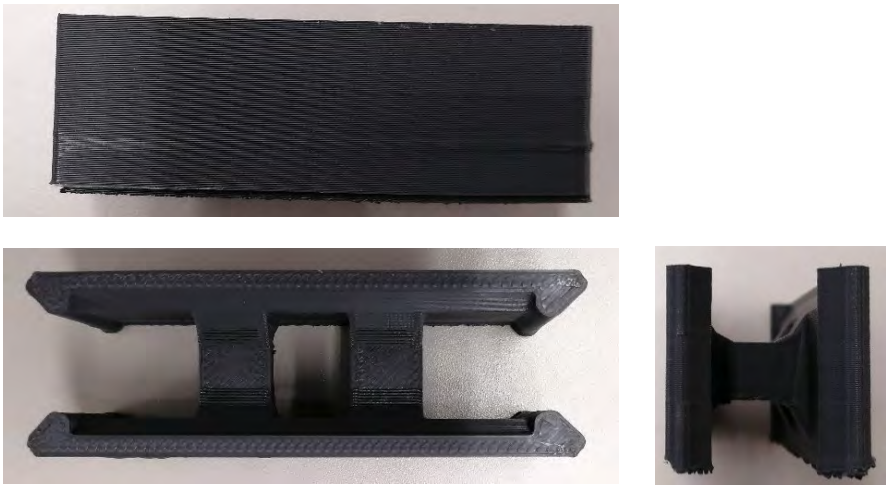
3.9-2) https://tools3d.azurewebsites.net/

3.9-3) https://www.meshmixer.com/japanese.html

3.9-4) https://www.makerbot.com/ja/3d-printers/apps/makerbot-print/download/



(a)TypeB



(b)TypeE

写真3.9.1　出力したCB

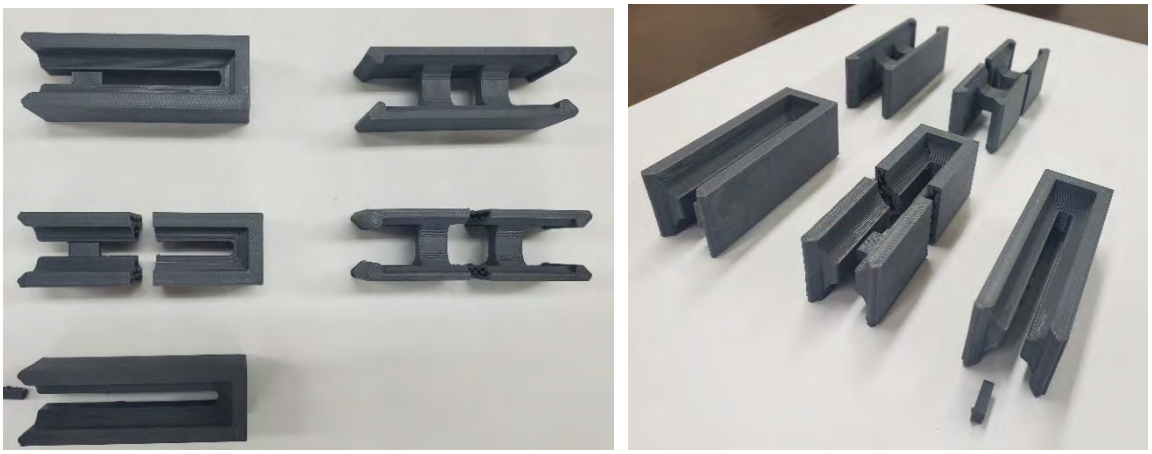


写真3.9.2　切断加工後のCB

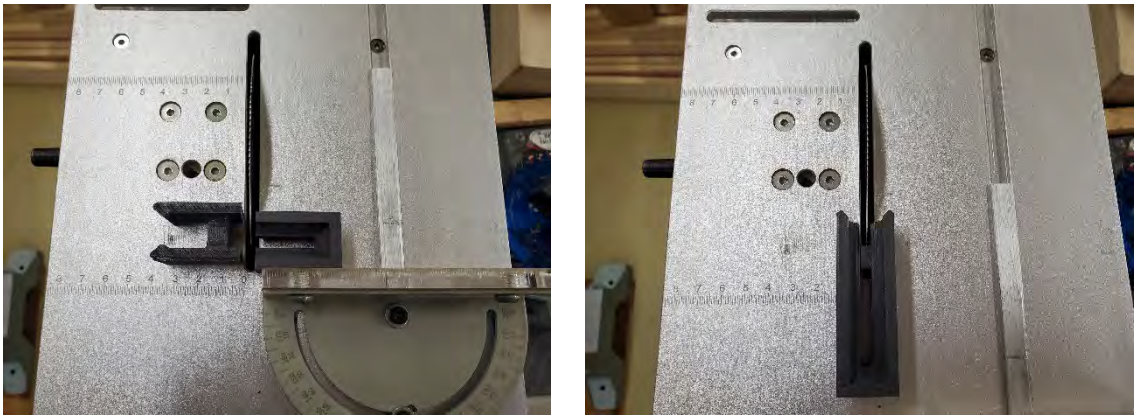


写真3.9.3　切断加工時の様子

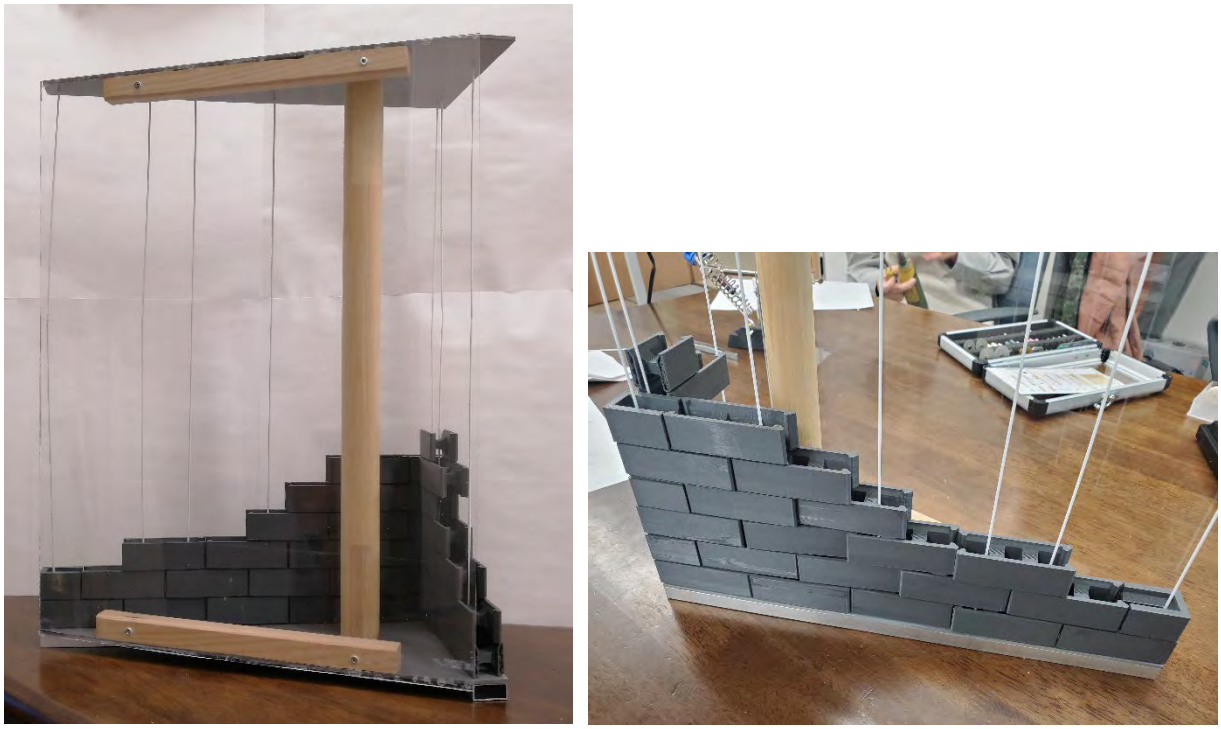


写真3.9.4　出力したCBの組み立て

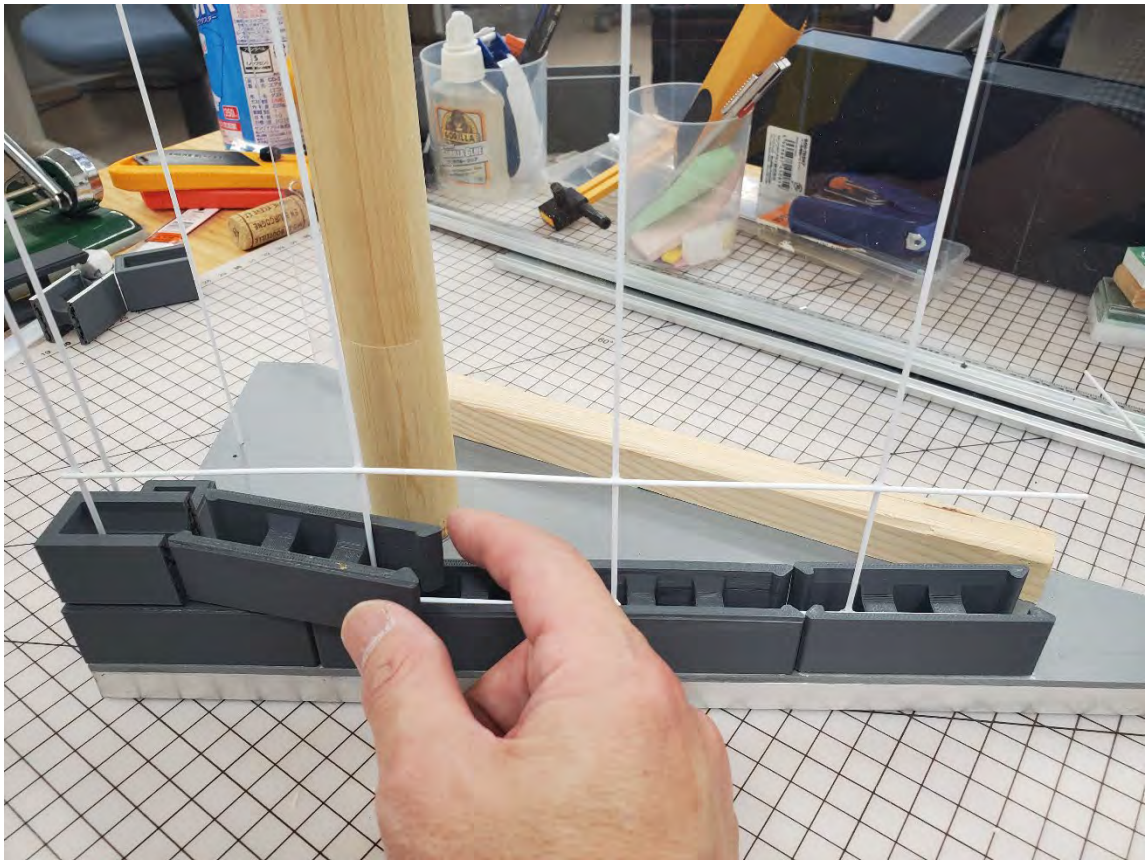


写真3.9.5　補強筋を先き組みした際の施工性の検証

（植松武是，データ入出力等：石川茉佑香）

3．10　フィリピンのブロックの製品規格の精査、JIS との比較

(1) はじめに

2019 年 11 月、ロドリゴドゥテルテ大統領は、同年 10 月のミンダナオ島群発地震の被害を受けて、必須の認証を受けている製品の貿易産業省フィリピン規格局（DTI-BPS）のリストに中空ブロックを含めるように命じた。ドゥテルテ大統領は中空ブロックの品質について、「多くの小さな中空ブロックメーカーは、生産に必要な標準的なプロセスと仕様に従わない可能性がある。」との懸念を示し、すべての地方自治体と請負業者が、建設活動で使用される全ての建設資材が品質基準に合格しなければならないことを確認するように命じた。

これに沿って、DTI-BPS はフィリピン国家規格（PNS）として組積造ユニットに関する次の国際規格を採用した。

・PNS ASTM C90：2019 耐荷重コンクリート組積造ユニットの標準仕様
・PNS ASTM C129：2019 非耐荷重コンクリート組積造ユニットの標準仕様
・PNS ASTM C140 / C140M：2019 コンクリート組積造ユニットおよび関連ユニットのサンプリングおよびテストのための標準テスト方法

フィリピン貿易産業省から、PNS 改訂の際に、JIS 適合品をフィリピンでも使えるようにしたいとの考えがあったが、JIS の資料がなく、断念した経緯があった。今後、フィリピンにおいて、JIS 製品を PNS 適合品として扱ってもらうような措置をフィリピンに要望したり、JIS 製品製造用のブロック製造機械の輸出を拡大することなどが考えられること、また、フィリピンへ CHB 造に関する改善工法の技術ガイドラインを提案するにあたり構造性能などの検証実験を行っており、実験には JIS 製品の空洞ブロックを用いていることから検証結果がフィリピンのブロック製品を用いた場合でも大きな齟齬を生じないかを確認するためにも、フィリピンのブロック製品の規格である PNS ASTM C90：2019 および C140：2019（以下、PNS ASTM C90、PNS ASTM C140 と言う）と JIS A 5406：2017（以下、JIS A 5406 と言う）の比較を行った。

(2) フィリピンにおける改訂コンクリー中空ブロックの製品認証状況

（1）で述べたように 2019 年 11 月に DTI-BPS はフィリピン国家規格（PNS）として組積造ユニットに関する国際規格を採用し、CHB を必須認証品とするための手続きを進めている。しかし、フィリピンプ貿易産業省フィリピン規格局（DTI-BPS）のホームページ（http://www.bps.dti.gov.ph/index.php/about-us/about-the-bureau-of-philippine-standards-dti-bps）から必須認証を受けている製品のリストおよびマーキング要件のある DTI-BPS 規制建築および建設製品のリストを確認したが、2022 年 2 月 20 日時点で必須認証製品リストまたは建設製品リストにコンクリート中空ブロックの記載は確認できない。なお、令和 4 年 2 月 16 日に行われたワークショップで、フィリピンの貿易産業省フィリピン規格局（DTI-BPS）の担当者の発表によれば、「CHB の基準は、まだ、貿易産業大臣の決済を取っておらず、CHB に対するマーキングや市場調査により問題を正していくといった具体的な行政を行う段階ではない」ということが説明された。

(3) フィリピンのブロック製品に関する旧規格と新規格の比較

フィリピンのブロック製品の規格である PNS ASTM C90 および C140 と JIS A 5406 の比較を行う前に、フィリピンのブロックに関する旧規格である PNS 16:1984 と新規格である PNS ASTM C90 および C140 の比較を行った。

表 3.9.1 にフィリピンのブロック製品の旧規格と新規格の主要な項目について示す。

表 3.9.1 フィリピンブロック製品に関する旧規格と新規格の比較

<table>
<tr><th>項目</th><th>PNS 16:1984（旧規格）</th><th>PNS ASTM C90 および C140（新規格）</th></tr>
<tr><td>分類</td><td>タイプⅠ-耐荷重用コンクリート中空ブロック
・クラスA-地盤面より下の外壁、および外気にさらされる可能性のある地盤面より上の塗装されていない外壁で使用する。
・クラスB-外気にさらされていない壁での一般的な使用。
タイプⅡ-非耐荷重用コンクリート中空ブロック</td><td>耐力壁用
非耐力壁用
・耐荷重性のないパーティションでの使用を目的としていますが、特定の条件下では、天候から効果的に保護されている勾配以上の耐荷重性のない外壁での使用に適している場合があります。</td></tr>
<tr><td>寸法</td><td><table>
<tr><th>サイズ指定</th><th>長さ (mm)</th><th>厚さ (mm)</th><th>高さ (mm)</th><th>最小フェイスシェル厚 (mm)</th><th>最小ウェブ厚(mm)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>390</td><td>90</td><td>190</td><td>20</td><td>22</td></tr>
<tr><td>2</td><td>390</td><td>140</td><td>190</td><td>25</td><td>25</td></tr>
<tr><td>3</td><td>390</td><td>190</td><td>190</td><td>32</td><td>26</td></tr>
<tr><td>4</td><td>390</td><td>250</td><td>190</td><td>32</td><td>32</td></tr>
<tr><td>5</td><td>390</td><td>300</td><td>190</td><td>35</td><td>35</td></tr>
</table></td><td>耐力壁用<table>
<tr><th rowspan="2">ユニットの公称幅(W), in. (mm)</th><th rowspan="2">フェイスシェルの最小厚さ, (tfs), min, in. (mm) B,C</th><th colspan="2">ウェブ</th></tr>
<tr><th>ウェブの最小厚さ C (tw), in. (mm)</th><th>標準化ウェブ最小面積(Anw), in.²/ft² (mm²/m²) D</th></tr>
<tr><td>3 (76.2) and 4 (10.2)</td><td>3/4 (19)</td><td>3/4 (19)</td><td>6.5 (45,140)</td></tr>
<tr><td>6 (152)</td><td>1 (25)</td><td>3/4 (19)</td><td>6.5 (45,140)</td></tr>
<tr><td>8 (203) 以上</td><td>1 1/4(32)</td><td>3/4 (19)</td><td>6.5 (45,140)</td></tr>
</table>
非耐力壁用<table>
<tr><th>最小フェイスシェル厚,in. (mm)</th></tr>
<tr><td>1/2（13 mm）以上</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>性能</td><td><table>
<tr><th rowspan="2"></th><th colspan="2">タイプ Ⅰ</th><th rowspan="2">タイプ Ⅱ</th></tr>
<tr><th>クラス A</th><th>クラス B</th></tr>
<tr><td>圧縮強度, Kpa（kg/cm²）, 最小値
3 個の平均
1 個の値
t
吸水率,最大値, kg/m³,max
3 個の平均</td><td>

6MPa
5MPa

240</td><td>

4MPa
4MPa

240</td><td>

2MPa
2MPa

240</td></tr>
</table></td><td>耐力壁用<table>
<tr><th rowspan="2">密度分類</th><th rowspan="2">絶乾密度, lb/ft³ (kg/m³)</th><th colspan="2">最大吸水率, lb/ft³ (kg/m³)</th><th colspan="2">最小全断面積圧縮強度, lb/in² (Mpa)</th></tr>
<tr><th>3 個の平均</th><th>3 個の平均</th><th>1個の値</th><th>3 個の平均</th><th>1個の値</th></tr>
<tr><td>軽量</td><td>105 (1680) 以下</td><td>18 (288)</td><td>20 (320)</td><td rowspan="3">2000 (13.8)</td><td rowspan="3">1800 (12.4)</td></tr>
<tr><td>中重量</td><td>105 以上 125 未満 (1680-2000)</td><td>15 (240)</td><td>17 (272)</td></tr>
<tr><td>普通</td><td>125 (2000)</td><td>13 (208)</td><td>15 (240)</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

	含水率，飽和吸水量に対する%，最大値 3個の平均	40	40	40

重量	以上				

非耐力壁用

密度区分	絶乾密度, lb/ft³（kg/m³） 3ユニットの平均
軽量	未満 105 (1680)
中重量	105 以上 125 (1680 to 2000) 未満
普通重量	125 (2000) 以上

	圧縮強度（平均的正味断面積に対して） 最小, psi (MPa)
3ユニットの平均	600 (4.14)
1個のユニット	500 (3.45)

① 分類

旧規格にも「耐力壁」、「非耐力壁用」と用途による区別があった。また、耐力壁用は使用環境による細分もされていたが、新規格では「耐力壁用」で一括りにされている。

② 寸法

最小フェイスシェル厚は旧規格、新規格ともに変わらない。最小ウェブ厚も新規格と同じかそれ以上であった。非耐力壁用ブロックの最小ウェブ厚に関しては旧規格の半分近い値に緩和されている。

③ 性能

圧縮強度は新規格で2倍以上に強化されている。吸水率に関しては同等以上か、重さによっては緩和されている。

以上のことから、旧規格と新規格ではブロックの外部形状は大きくは変わっておらず、**重要な違いは圧縮強度が約2倍に強化**されたことに尽きるといっていいだろう。

(4) フィリピンのブロックの製品規格（PNS）の JIS との比較

フィリピンのブロック製品の新規格である PNS ASTM C90 および C140 と JIS A 5406 の比較を行った。

① 規格の適用対象

PNS は「耐力壁用（C90）」と「非耐力壁用（C140）」の 2 本立てとなっており、非耐力壁用は「耐荷重性のないパーティション」で使用するブロックに適用される。一方、JIS は「主として建築物の壁，基礎，塀，門柱、その他」に使用するブロックへの適用となっており、耐力壁用と非耐力壁用の区別はない。

② ブロックの定義

規格を適用するブロックの定義的なものとして、PNS では「中空および中実のコンクリート組積ユニット」で「普通重量、中重量、軽量」のクラス分けがあり、使用骨材を「軽量または通常の重

量、あるいはその両方」としている。一方、JIS ではそのような定義はされておらず、「4　種類」の項に細かい規定がある。

③　ブロックの種類

PNS では「ブロックの種類」という規定はなく、あえて言うなら①で述べたことが種類になるであろう。JIS では、「断面形状，外部形状，圧縮強さ，化粧の有無，防水性及び寸法許容差」の6項目についてそれぞれ詳細な区分がある。

④　ブロックの外部形状

PNS ではブロックの形状の例示はなく、ブロックの厚さ、フェイスシェルの最低厚さ、ウェブの最低厚さ、最小ウェブ面積の規定がある。これらの規定を満たせば、どのような形状のブロックでも使用できると解釈され、性能規定に近い。

以下に、フィリピンで製造されているブロック形状の写真を示す。ここで示されているブロックは、撮影された年代や強度試験などの結果から類推して旧規格である PNS 16:1984 に基づくものと思われ、まだ、市場での流通の主要な部分を占めていると考えられる。ここでは、旧規格に基づくブロック形状との比較を行う。

写真 3.9.1 および 2 のフィリピン製ブロックの形状は JIS 製品と類似しているが、空洞部の形状に違いが見られる。長さおよび高さは JIS 製品（長さ 39cm、高さ 19cm）と比較して 1cm 程度大きい。フェイスシェルおよびウェブの厚さは 6in.で 25mm 程度、4in.で 21mm 程度で、4in.は JIS 製品より小さい。

6in.ブロックの空洞部の断面積は全断面積の約 44%で、写真 3.9.3 に示した JIS 製品（約 38%）と比較して 6%程度大きい。また、端部のえぐり深さがやや小さく、JIS 製品の約 31mm に対して約 26mm であった。また、空洞のコーナー形状は面取りされているものもあればされていないものもある。

写真 3.9.1 フィリピン製 6in.ブロック（2022 年撮影。フィリピンからの輸入品）

写真 3.9.2 フィリピン製 4in.ブロック（2022 年撮影。フィリピンからの輸入品）

写真 3.9.3 フィリピン製ブロックと JIS 製品
(2018 年フィリピンで撮影)

また、フィリピン製品には JIS の横筋ブロックやコーナー形に類似するものは見当たらない。写真 3.9.1 に示したブロックには横筋を配置するためと思われるえぐりがあるが、えぐりがなくフラットなものもある。

⑤　性能

表 3.9.1 に PNS に規定された形状、性能項目に関する規格値とそれらに対応する JIS 規格値と実際の製品の測定値を示す。

PNS に規定された項目の多くは、異なる表示単位のものや測定過程で得られるものを含めれば JIS に規定されている。唯一、JIS に規定されていない項目は「線形乾燥収縮率」である。

PNS と JIS の規格値は、ブロックの外部形状に関する項目（フェイスシェル厚さ、ウェブ厚さ）で見ると JIS のほうが小さな値となっている。しかし、空洞ブロックでは空洞容積率の上限（50%）が決められていることから、15cm 厚のブロックでフェイスシェル厚さとウェブ厚さを同じと仮定して略算すると最低でも 25mm となり PNS 規格と同等以上になる。

圧縮強度については、耐力壁の用途では日本では最低でも空洞ブロックB以上であることを考えると PNS とほぼ同様の値である。

寸法精度に関しては JIS がより厳しい値となっている。

また、実際に製造されている JIS 製品の空洞ブロックBおよびCと PNS 規格値を比較してみると、空洞ブロックCのフェイスシェル厚さを除いて同等以上の品質性能を有していると言えよう。線形乾燥収縮率に関しても3．10で行った実験結果から PNS 規格値以下と言えそうである。

(5) まとめ

フィリピンのブロック製品規格の改定内容の新旧比較、新規格と JIS との比較を行った。

・フィリピンのブロックの製品規格の旧規格と新規格の重要な違いは、圧縮強度がほぼ 2 倍になったことであり、外部形状に関する変更は小さい。

・フィリピン製ブロックの外部形状は JIS 製品とほぼ同じで、規格上の高さおよび長さも同じ値であるが、実際の製品ではそれぞれ約 10mm 大きく、積みモルタルの厚さを加えると出来上が

りはメートルモデュールにならないのではないかと推察される。

・アメリカのブロック規格である ASTM C90 および C140 を準用したフィリピンの製品規格である PNS ASTM C90 および C140 に規定された項目は、「線形乾燥収縮率」を除いて JIS に規定されており、JIS の規格値は PNS と同等の内容となっていると考えて差し支えないと言える。

表 3.9.1 コンクリート中空ブロックに関する PNS と JIS の比較

	PNS (PNS ASTM C90, C140)		JIS (JIS A 5406:2017)	JIS 製品の測定値
	耐力壁用	非耐力壁用		
フェイスシェルの最低厚さ(mm)	厚 76.2or102 19 厚 152 25 厚 203 以上 33	全て 13 以上	全て 15 以上	空洞ブロックA 24 空洞ブロックB 26～28 空洞ブロックC 27
ウェブの最低厚さ(mm)	厚 76.2or102 19 厚 152 19 厚 203 以上 19	全て規定なし	全て 15 以上	23～26
最小ウェブ面積 (mm^2/m^2)	厚 76.2or102 140 厚 152 140 厚 203 以上 140	全て規定なし	規定なし	256～267
絶乾密度(kg/m^3)	軽量 1680 未満 中軽量 軽-普通 普通 2000 以上	軽量 1680 未満 中軽量 軽-普通 普通 2000 以上	規定なし	空洞ブロックA 1550～1610 空洞ブロックB 1820～1840 空洞ブロックC 2141
最大吸水量(kg/m^3) (JIS:重量吸水(%))	軽量 288 中軽量 240 普通 208	全て規定なし	空洞ブロックA 30 以下 空洞ブロックB 20 以下 空洞ブロックC 10 以下	空洞ブロックA 16～17(256～259) 空洞ブロックB 15～16(247～253) 空洞ブロックC 7～9(162～170)
最小ネットエリア強度 (JIS:正味断面積圧縮強さ)	軽量 13.8MPa 中軽量 13.8MPa 普通 13.8MPa	軽量 4.14MPa 中軽量 4.14MPa 普通 4.14MPa	空洞ブロックA $8N/mm^2$ 以上 空洞ブロックB $12N/mm^2$ 以上 空洞ブロックC $16N/mm^2$ 以上	空洞ブロックA $12N/mm^2$ 空洞ブロックB $15N/mm^2$ 空洞ブロックC $19N/mm^2$
線形乾燥収縮率(%)	0.065 以下	0.065 以下	規定なし	0.051～0.025
寸法の許容変動(mm)	±3.2 以内	±3.2 以内	±2.0 以内	0～1

（吉野利幸）

3．11 コンクリートブロックの乾燥収縮について

(1) はじめに

空洞コンクリートブロックの JIS 規格には 1952 年の制定時から現在に至るまで乾燥収縮に関する規格値は規定されていない。その理由は明らかではないが、

・コンクリートと比較してスランプがほぼゼロの超固練りである

・蒸気養生され、出荷までのストックヤードでの保管中にプレ収縮する

ため、出荷時に所定の性能が得られていれば大きな乾燥収縮は生じにくいこと、また、空洞コンクリートブロックはもともと防水性が小さいためブロック造建物の雨水対策として外壁表面にモルタルや仕上塗材が施工されたこと、などからコンクリートブロック自体の乾燥収縮が問題となることはなかったのではないかと推察する。実際、空洞コンクリートブロックの乾燥収縮ひび割れに関する既往の研究も非常に少ない。

ここでは、JIS 規格を満足するように製造されたコンクリートブロックの各種性能に基づいた技術ガイドラインをフィリピンに提案するにあたり、フィリピンのコンクリートブロックの国家規格であるPNS ASTM C90:2019 に規定された乾燥収縮率（0.065％（650μ））以下）に関して、日本で製造されるコンクリートブロックの乾燥収縮率がどのような現状にあるのか、また、乾燥収縮により生じるひび割れがブロック壁の防水性に及ぼす影響について検討する。

なお、コンクリートブロックの乾燥収縮試験の実施は、北海道大学大学院建築材料研究室（北垣亮馬准教授）に委託した。

(2) コンクリートブロックの乾燥収縮試験（北海道大学大学院建築材料研究室）

① 試験体コンクリートブロックの作製方法

表 3.10.1 に示す各社のコンクリートブロック基本ユニットの片側のフェイスシェルをウェブからコンクリートカッターで切り離し、次に、フェイスシェルの中央部から長手方向に約 100mm の幅で切り出した。結果として、長さ：390mm、幅：100mm、厚さ：約 30mm の形状にしたものを試験体とした。

その後、試験体の長手方向の両端面の中心にコンクリートドリルを用いて φ6×25mm の孔をあけ、ゲージプラグ（ゲージ長 30mm）を接着剤を用いて埋め込み固定した。それぞれの試験体数は 3 体とした。

表 3.10.1 試験体として使ったコンクリートブロックの外形寸法と概要

試験体記号	種類	厚さ	メーカー	骨材	試験時材齢
AY	空洞A	15cm	Y社	火山礫（樽前）	約 1 年 3 か月
BY	空洞B	15cm		火山礫（樽前）	約 10 か月
CY	空洞C	15cm		火山礫（樽前）＋浜砂	約 1 年
BK	空洞B	12cm	K社	火山礫（榛名）＋砂	約 3 年 9 か月
CW	空洞C	15cm	W社	砂+砂利	約 3.5 か月

② 乾燥収縮試験

ア 手順

基本的には JIS A 1129-3 4.及び 5.に準拠し、以下の手順で実施した。

1) 試験体を 20±2℃の水に 48±2 時間浸する。
2) 試験体を水中から取り出した後、水が滴り落ちない程度まで水を切り、絞った濡れウェスで目に見える表面の水を取り除いた表面乾燥飽水状態で試験体の質量を測定し、その値を Ww とする。
3) 試験体の基長（Lo）を測定する。ゲージを含まないブロック両端面間を、可能であればノギスなどを用いて 0.1mm まで読み取る（ゲージ頂間でも可）。
4) 基長（Lo）は、ゲージプラグ内側端面間の距離とする。
5) 標準棒を用いてダイヤルゲージのキャリブレーションを行う（注：ダイヤルゲージは必ず、測定前に標準棒でキャリブレーションを行うこと。長さ測定は、温度 20±2℃、相対湿度 60±5％の室内で行うこと。測定に先立ち、ダイヤルゲージ及びゲージプラグの先端の異物をふきとっておく）。
6) キャリブレーション時のダイヤルゲージの読み値を Xc として記録する（標準棒を回転させ、ダイヤルゲージの最小値を読み取る。以後、キャリブレーションの度にダイヤルゲージの目盛りを Xc に合わせる）。
7) 標準棒を試験体に替え、1 回目の読み取りを行う。試験体を回転させダイヤルゲージの最小値をLwとする。
8) 測定が終わった試験体は、温度 20±2℃、相対湿度 60±5％の空気中に静置する。乾燥の均一性を確保するために、ダイヤルゲージによる読み取りを行うたびに、試験体の天地を変える（注：保管中に、試験体に「そり」などが生じないように、静置方法に配慮すること。試験体を 2 か所で支持するときは、曲げモーメントが最小となるよう試験体の両端から約 80mm の位置となる）。
9) 2 回目以降は、原則として 2 回／週（3日おき又は4日おき）の頻度でダイヤルゲージの読み取り及び質量の測定を行う。
10) n 回目に測定したダイヤルゲージの読み値の平均と、n-1 回目に測定したダイヤルゲージの読み値の平均の差の変化（乾燥収縮率の差の変化）が 0.002％以下になるまで、ダイヤルゲージの読み取りを繰り返し、Ln と質量 Wn を測定する。
11) ダイヤルゲージの読み値の平均の差の変化が 0.002％以下になったとき、平衡状態になったとみなして測定を終了し、そのときのダイヤルゲージの読み値を Le、質量を We とする。
12) 試験体を105±5℃の乾燥機中で48時間以上乾燥させ、試験体の絶乾質量を測定し、その値を Wd とする。

イ 計算手順

前節を踏まえて、以下の手順で数値を求めた。

乾燥収縮率(mm/mm)＝(Le－Lw)／Lo

含水率＝(Wn－Wd)／Wd×100(%)

吸水率＝(Ww－Wd)／Wd×100(%)

③　実験結果

寸法変化率を図 3.10.1、含水率を図 3.10.2、含水率の初日からの変化率を図 3.10.3 に示す。BKが最も乾燥収縮が激しい。図 3.10.1 から、収縮の大きいものから順に、BK＞＞AY＞BY≒CY＞CWとなっている。これは概ね密度BK＞AY＞BY＞CY＞＞CWに比例している。

一方で、図 3.10.2、図 3.10.3 の含水率は必ずしも乾燥収縮率に比例しない。

乾燥収縮率はある一定程度以下の空隙径以下の飽和度に比例するので、試験体の密度が異なることから、それに依存する空隙分布が異なることに起因すると考えられる。

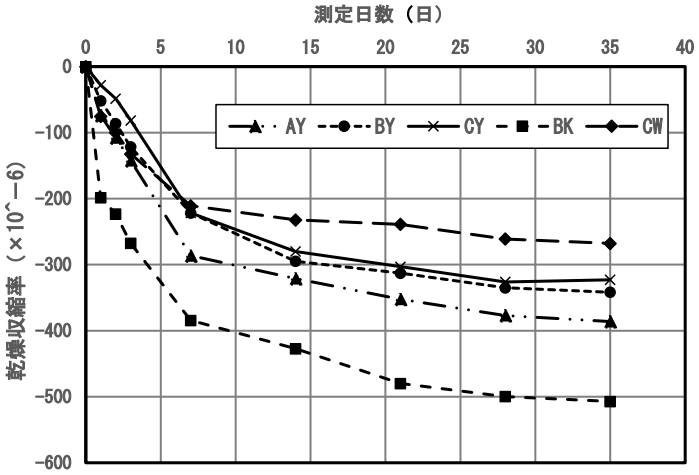


図 3.10.1　乾燥収縮率

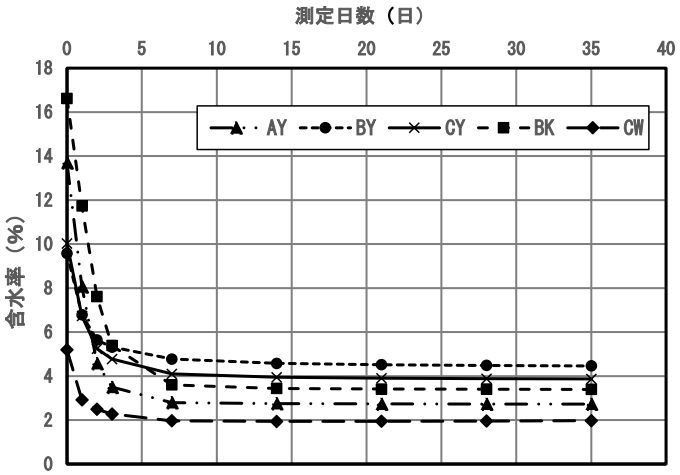


図 3.10.2　含水率の変化

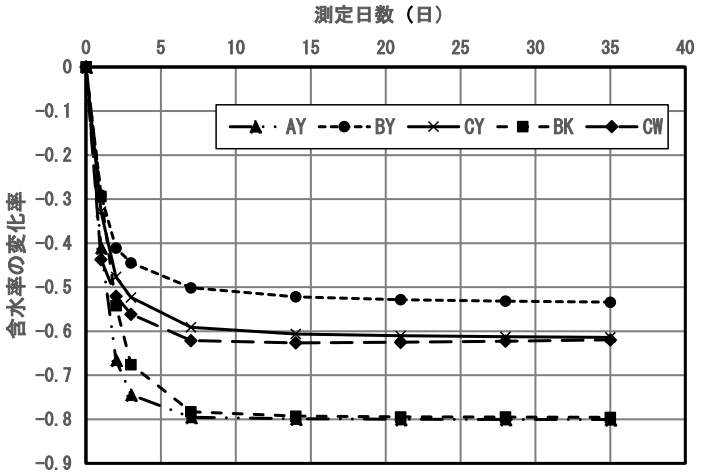


図 3.10.3 含水率の初日からの変化率

④ まとめ

本実験において、以下の結論が得られた。

・コンクリートブロックのフェイスシェル部分の乾燥収縮率を求めたところ 510μ～250μ の範囲であった。一般的なコンクリートの乾燥収縮率と同等程度であると考えられる。

・本実験で用いたコンクリートブロックの乾燥収縮率は、密度に逆比例している。このことから基本的にはコンクリートブロックの空隙分布に依存していると考えられ、一般的なコンクリートと同等の考え方で整理できる可能性が高いと思われる。

(3) 空洞コンクリートブロックの乾燥収縮についての考察

コンクリートの乾燥収縮について、「乾燥収縮に影響を及ぼす因子は、単位セメント量、単位水量、骨材、部材寸法がある。乾燥収縮は、単位セメント量および単位水量が多いほど大きくなる傾向があるが、単位水量の影響が著しく、骨材の弾性係数が大きく硬質の場合は小さくなり、部材寸法が大きいほど小さい。[1)]」といわれている。

ここでは、(2)の実験での結果である「空洞コンクリートブロックの乾燥収縮は一般的なコンクリートと同等の考え方で整理できる可能性が高い」との考えから、空洞コンクリートブロックの乾燥収縮を単位セメント量と単位水量の合計であるペースト量で整理することを試みる。また、既往の研究[2),3)]結果を含めてより広範な範囲で検討する。最後に、コンクリートブロックに生じる乾燥収縮ひび割れがブロック壁の防水性に及ぼす影響について考察する。

① **コンクリートブロックのペースト量と乾燥収縮率の関係**

表 3.10.1 に示した試験体のうち配合データを入手できた試験体のペースト量と乾燥収縮率を表 3.10.2 に、ペースト量と乾燥収縮率の関係を図 3.10.4 に示す。

表 3.10.2 試験体のペースト量と乾燥収縮率

記号	ＡＹ	ＢＹ	ＣＹ	ＢＫ	ＣＷ
骨材	火山礫(樽前)		火山礫(樽前)・浜砂	火山礫（榛名）・砂	砂・砂利
ペースト量（°/vol）	34.4	36.5	30.0	17.5	18.3
乾燥収縮率（$\times 10^{-6}$）	386	342	323	507	268

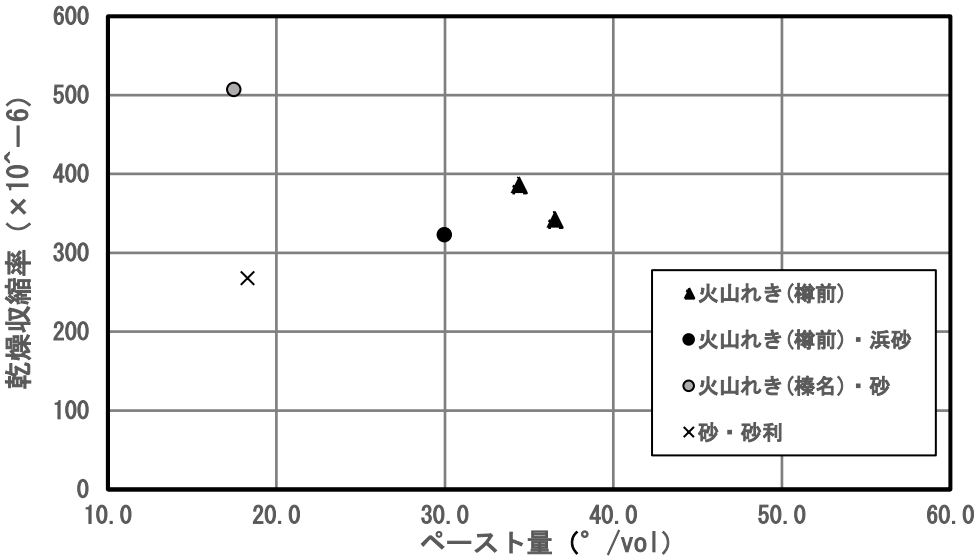


図 3.10.4 ペースト量と乾燥収縮率の関係

コンクリートブロックの乾燥収縮率はペースト量と火山礫骨材の種類・量の2つの指標に依存する傾向が見られる。使用骨材が普通骨材や樽前山系火山礫の場合は、ペースト量に依存しており、ペースト量が同じ場合、普通骨材と比較して榛名山系火山礫の乾燥収縮率は 2 倍以上大きい。また、樽前山系火山礫の場合はペースト量が少ないほど、すなわち骨材量が多いほど乾燥収縮率が大きくなる傾向が見られる。

乾燥収縮率は骨材の弾性係数が関係すると言われており、弾性係数が骨材比重(密度)に依存するとした場合、榛名山系の比重(粒径 5～10mm で絶乾比重 1.15)[2]は樽前山系(粒径 10mm 以下で 1.90)より小さいため、このような結果になったのではないかと考えられる。骨材比重(弾性係数)によっては骨材種別の方がペースト量の違いよりも乾燥収縮率に及ぼす影響は大きくなる可能性がある。

② 既往の研究[3),4)]との比較

仕入は、防水性に着目したコンクリートブロックの乾燥収縮実験を行い、火山礫として榛名山系火山礫を用い、4,000℃Chr+7 日経過後から屋内放置したコンクリートブロックの材齢 70 日(収縮量はほぼ定量)までの乾燥収縮率を測定している。

図 3.10.5 は仕入の実験結果と本実験結果を併せて示したものである。仕入れの実験では、

ブロックによるペースト量の違いはそれほど大きくなく、骨材の組み合わせによる乾燥収縮率の違いが顕著である。また、(2)の結果と同様、火山礫骨材量が多いほど乾燥収縮率が大きい。

これらの結果から、コンクリートブロックの乾燥収縮率はペースト量と骨材種別(比重)・量に依存し、ペースト量が多いほど、火山礫骨材を用いた場合は骨材比重が小さく骨材量が多いほど乾燥収縮率は大きくなると言えそうである。

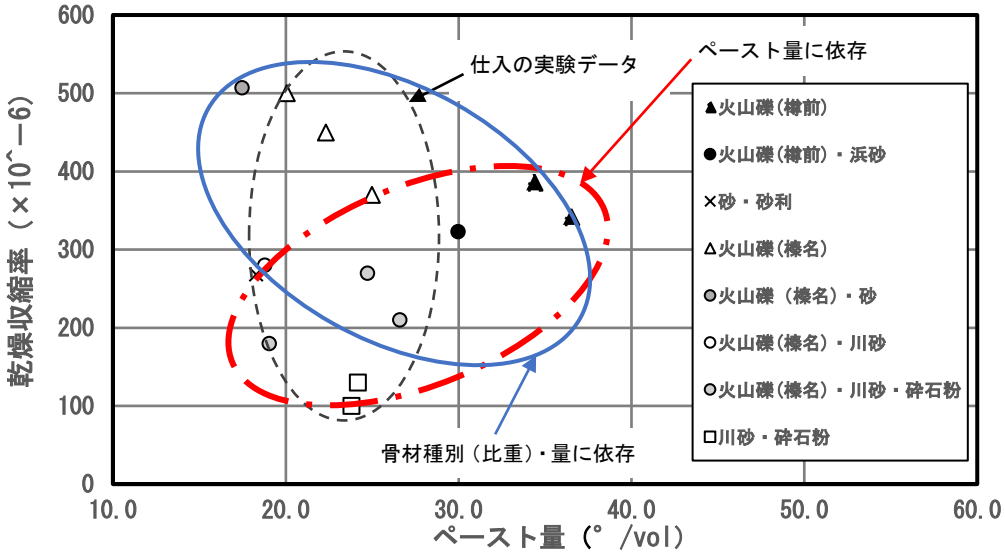


図 3.10.5 既往の実験データと本実験データの比較

③ 乾燥収縮ひび割れとブロック壁の防水性について

今回の実験結果および既往の研究結果から、製造後、現場で使用するまでのあいだに所定の性能が得られる養生を行ったコンクリートブロックの乾燥収縮率は最大でも約 510μ であった。組積した 1 個のコンクリートブロックの両端を固定と考えた場合、長さ 39 ㎝のコンクリートブロックに乾燥収縮ひび割れが 1 本だけ生じるとすると、ひび割れ幅は最大で約 0.2mm となる。コンクリートブロックを外壁に使用した場合には屋外環境の影響により使用期間中は吸湿(吸水)と乾燥の繰り返しとなるため、実際の収縮量は小さく、ひび割れ幅も小さくなることが考えられる。

鉄筋コンクリートブロック造の許容ひび割れ幅について、日本建築学会では次のように規定している。

漏水抵抗性の許容値:0.15mm 以下(鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)・同解説)

耐久設計上の目標値:漏水上の許容ひび割れ幅は、常時水圧が作用する部位では 0.05mm、常時水圧が作用することのない部位は 0.2mm(鉄筋コンクリート造建築物の耐久設計施工指針・同解説)

また、鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)・同解説によると劣化抵抗性を目的とする場合、幅 0.2mm 以下のひび割れは弾性系塗料で補修可能としている。

これらのことから、ブロック壁に弾性系ほどの伸び能力がなくても可とう（撓）性を有する仕上塗材で仕上げることにより壁からの漏水の可能性を小さくできるのではないかと考える。ただし、製造後の養生が十分でないコンクリートブロックを用いた場合は、組積後の収縮ひび割れ幅が大きくなり、漏水の危険性が高まるのは言うまでもない。

(4) まとめ

・所定の性能が得られる養生後の日本の空洞コンクリートブロックの乾燥収縮率は 100μ～510μ 程度と考えられる。

・コンクリートブロックの乾燥収縮率はペースト量と骨材種別（比重）・量に依存し、ペースト量が多いほど、火山礫骨材を用いた場合は比重が小さく骨材量が多いほど乾燥収縮率は大きくなる。

・コンクリートブロックに生じる乾燥収縮ひび割れが 1 本のみの場合、幅は最大でも 0.2mm 程度で、実際はこれより小さいと予想される。

・ブロック壁の表面に弾性または可とう（撓）性の仕上塗料や仕上塗材を施工することにより、乾燥収縮ひび割れからの漏水を生じる危険性を小さくできるのではないかと考える。

［参考文献］

1) 公益社団法人日本コンクリート工学会ホームページ「コンクリートの基礎知識」より（https://www.jci-net.or.jp/j/public/kiso/VolumeChange.html）

2) 白山和久：人口軽量骨材の性質、コンクリートジャーナル、1966 年 12 月、Vol.4、No.12、pp.13-19

3) 仕入豊和：軽量コンクリートの収縮に関する研究、日本建築学会論文報告集、第 66 号、昭和 35 年 10 月、pp.77-80

4) 仕入豊和：コンクリートブロックの乾燥収縮について、日本建築学会関東支部研究報告、昭和 35 年 12 月、pp.37-40

（吉野利幸、米澤稔）

別添:フィリピン構造技術者協会との打合せ議事録

Draft

Minutes of the 1st Technical Meeting on

Technical Guideline for CHB construction in the Philippines

Date	**:**	**August 23, 2021**
Time	**:**	**13:00 (PST), 14:00 (JST)**
Venue	**:**	**The meeting was held on Zoom on-line platform. The participants attended from respective home/office/others.**
Participants	**:**	**List attached.**

Topic 1 **Discussion on "Framework and Overall schedule on development and dissemination of technical guideline on reinforced concrete hollow block (RCHB) construction (Proposal) "**

Proposed framework, overall schedule and schedule for fiscal year 2021/22 are agreed

Dates for the technical meetings

- 2nd: September 21(Tuesday)
- 3rd: October 18 (Monday)
- 4th: November 15 (Monday)
- 5th: December 13 (Monday)
- 6th: January 17 (Monday)

Time of the technical meeting: 13:00 (PST), 14:00 (JST)

Terminology

- Reinforced concrete hollow block (RCHB) construction contains
  1) Load bearing (wall)
  2) Non-load bearing (wall)

Topic 2 **Discussion on "Prefaces of the guideline referring contents, scope and requirements (draft)"**

Two prefaces should be integrated into one and expression is to be finalized based on discussion in the technical meetings

The guideline is for engineered construction, not for non-engineered construction

The guideline should be coordinated to NSCP and PNSs

Foundation: Dimensions of foundation should be prepared considering load bearing capacity of soil and others with calculation referring Table 305-1 in NSCP

Topic 3 **Discussion on " Applicable construction methods by (Draft) Guideline for Reinforced Concrete Hollow Block (RCHB)"**

General practice in the Philippines is fully grouted. But it could be changed by explaining the benefit and safety to developers and buyers. Actually, the house of Mr. Ison applies partially grouted method to the non-load bearing walls.
The technical guideline is to cover all the four construction methods of partially and fully grouted. In the next stage of disseminate the technology we had better to concentrate one method.
For Philippine manufacturers or masons, standard type CHB (partially grouted method 1) a) type) is familiar. In that case, upper face of web needs to be changed for space to cover rebar with mortar such as method 3).

Topic 4 Discussion on "(Draft) Guideline for Reinforced Concrete Hollow Block (RCHB) Construction in the Philippines"

Requirements on embedment in Item 7 of Article 5 would be checked in reference of NSCP by ASEP members.
Rebar of diameter 10 mm or 12 mm is commonly used in the Philippines. Sometimes substandard of 8 mm is used as well.
Tables of wall ratio in Article 6 is based on design base shear for elastic range in Japan (o.2g, which is equivalent to 0.6 in ultimate capacity (current Japanese standard)) for partially grouted construction. Background and detail information will be prepared in commentary part of the guideline. ASEP will make comments this issue. In case of fully grouted, Dr. Ishiyama will propose appropriate figures considering increase of strength.
ASEP will provide figures on design base shear for 1, 2, and 3story based on requirements in the Philippines.
Standard on steel bar: For CHB, 275 should be used. 230 is found in non-engineered construction but not allowed in NSCP and NSP. It might be accepted to use 23o only for one-story house. (In Japan, 295 is usual) This should be further discussed and fixed for the guideline.
Strength of CHB unit: 12 MPa is OK for the guideline (there are two criterial, one for each unit, another for average of sample group). (MPa should be used because more usual in the Philippines than M/mm^2)

Others Comments by ASEP

ASEP will review, make comments, and send to Japan. Japanese team will revise the draft according to the comments to be discussed in the next meeting.

Current version of 7th NSCP is under revision. Our discussion in these technical meetings might be reflected in the revision of Chapter 7 (Masonry) of NSCP or referred.

Finalized version may be an appendix of NSCP or separate publication.

第 1 回検討会参加者リスト

Name		Position
ASEP(7)		
1	Ronaldo Ison	past president
2	Danny Domingo	
3	Ariel Santos	
4	Juanito Cunanan	
5	Adam Abinales	
6	Miriam Lucica Tamayo	
7	Maricon Columna Pineda	Secretary
HoBEA and AIJ(11)		
1	Yuji Ishiyama	past president (leader of Philippine Pro)
2	Minoru Yonezawa	member
3	Tatsuo Narafu	member
4	Tadashi Nishikawa	member
5	Takeyoshi Uematsu	member
6	Hiroyuki Aono	member
7	Toshiyuki Yoshino	secretary general
8	Kazushi Shirakawa	member of the project
9	Hirokazu Ishii	member of the project
10	Toshikazu Hanazato	member of AIJ
11	Mika Araki	member of AIJ

Draft

Minutes of the 2nd Technical Meeting on

Technical Guideline for CHB construction in the Philippines

Date	**:**	**September 21, 2021**
Time	**:**	**13:00 (PST), 14:00 (JST)**
Venue	**:**	**The meeting was held on Zoom on-line platform.**
		The participants attended from respective home/office/others.
Participants	**:**	**List attached.**

Topic 1 Discussion on "ASEP Comments on the ASEP/HOBEA Technical Meeting and Technical Guideline for CHB Construction in the Philippines, September 2021" prepared by ASEP

1) Policy on PNSs

- The guideline should basically follow PNSs. In case it is difficult such as PNS-compliant materials are not available at a local market, additional provisions should be prepared which allow use of non-compliant materials with conditions in safe designing or calculation methods.
- PNS on CHB: ASEP will confirm the situation whether PNSs themselves were authorizes (enforcement of PNS might not have been authorized).
- PNS 49 on steel bar: ASEP will obtain the latest one, to be shared with HoBEA members (key issues: diameter, strength, applicable structure type/members). In case of present PNS 49, Rebar strength has several figures such as 230 grades, 275 grade. In NSCP, 230 grade rebar is not allowed. However, as we think about local market, 275 rebar might not be able to be got. So, the guideline will include 230 grade rebar too.
- PNS on mortar: ASEP will obtain the latest one, to be shared with HoBEA members (key issues: Cement/Sand ratio, water/cement ratio)

2) Possible approach for simple guideline

- An approach for simple guideline like Japanese CHB code is to be discussed among ASEP members. (Simple guideline: simple in structural calculation or others for convenience of average engineers with limited technical knowledge with alternative ways for engineers of high knowledge to design in more complicated /advanced manners)

- ASEP expects that simple guideline shall be applicable to various strength unit/materials. So how to calculate which is applicable to various strength unit/various dimension's unit/ materials shall be described on the guideline.

3) Structure of guideline

- Tentative proposal on structure of the guideline by HoBEA
  1. Code
  2. Commentary on the code
  3. Design manual
  4. Design examples
  5. Technical information on safety of designs based on the guideline (structural analysis, results and evaluation of experimental study, and others)
- The above structure of the guideline should be further discussed. The Articles in the "ASEP Comments" such as "Article 4 Design Procedures" should be discussed in which part of the guideline it is to be described. And ASEP expects the procedure can be applied to various units/materials,
- "5. Technical information" is important for engineers to create unique or advanced designs out of the scope of usual designs such as use of CHB of different dimension from PNS or rebars of different strength, and others.

4) Construction methods of grouting (full grouting or partial grouting)

- Proposal by Japanese side: Both of full and partial grouting is accepted in the code. It should be described that partial grouting has advantage in cost and structural design which is expected to lead engineers to choose partially grouted. (According to cost estimation by HoBEA, total cost of construction would be smaller in case of high quality CHB with partial grouting with thinner bed joint mortar than current conventional practice because of smaller amount grout and joint mortar even though the cost of CHB of good quality is higher by 70-100%). Then ASEP member worry about the mind of owners when owners see such voided RCHB construction.
- This issue should be further discussed among ASEP members.

5) Strength of CHB unit

- This issue has relation to PNS. DTI (Department of Trade and Industry) are trying to enforce use of CHB of good quality which meets requirements of PNS. ASEP is basically on the same track.
-Situation of construction material market especially in rural area need to be considered. Then Japanese side notice that if we accept various strength CHB, we should survey/confirm the strength of CHB which will be utilized for structural design.

6) **Strength and diameter of rebar**
- This issue has relation to PNS, which will be obtained and shared with HoBEA.
- In the code, both of 230 and 275 MPa are allowed to use with explanation on calculation method which is applicable to each case of 230 and 275 MPa.
- Proposal: In the code, 10 mm and 12 mm are the usual cases. When designer would like to use others, he must design based on "the detail technical information" in the guideline. Then ASEP side said if 8 mm can be utilized because of the condition of rural area's market.

7) **Mortar**
- This issue has relation to PNS, which will be obtained and shared with HoBEA.
- Usual practice in the Philippines is, cement sand ratio is 1:3.5. Then Philippine side addressed that the strength of mortar is 14 Mpa or 17.5 Mpa.
- Issues/aspects to be considered is strength, cement aggregate ratio, water cement ratio, and workability.
- Usual practice in Japan is 1:25 considering workability (JASS standard by AIJ).
- Water Cement ratio is important. Because the ratio is highly influencing its strength. Practice of remixing with additional water to obtain similar workability reduces strength of mortar drastically.

8) **Type of walls and dimension of CHB**
- This code covers load bearing wall and non-load bearing wall. Both are unconfined. Another code should be prepared for confined wall, in which CHB is a kind of finishing materials.
- For load bearing walls, 150 mm width would be standard. Additional provision will be prepared for cases of use of smaller or larger width.
- ASEP expects that Calculation method for wall ratio can be utilized for various width CHB.

9) **Review the draft on Article 1 and 2, and preparing revision**
- "Article 1: Scope" and "Article 2: Terminology and Notation" are to be reviewed and revision is to be prepared by ASEP.
- The revision will be discussed at the next meeting.

Topic 2 Explanation and discussion on "Structural Design Manual for Engineered Reinforced Concrete Hollow Block (RCHB)

Construction in the Philippines" prepared by Dr. Ishiyama (this note will be sent to ASEP)

- Technical explanation on Table of wall ratio is prepared based on seismic load calculation in NSCP Chapter 2.
- For cases to use different CHB units, grouting methods, etc., additional provisions on how to calculate wall ratios will be included.
- NSCP is now under revising procedures and seismic load calculation will be changed to IBC-basis. There might be a situation that calculation on seismic load in the draft of "Structural design manual" needs to be re-calculated.
- Key point of revision of NSCP

1) objective of revision of seismic code (increase the seismic load or refinement of calculation procedures reflecting up-to date knowledge),
2) provision of the new code concerning the old code (many cases that old method continued to be valid as well as the new one) <now under discussion. Usually, 2-3 years of transition period and after that the old provision is not valid. It might also depend on building officials involved.>

- ductility factor: In Japan, Ds (inverse value of R) is used for index of ductility. For wall structure, Ds is 0.55 (equivalent around 2 in R factor)

Topic 3 Shape and current practice of CHB in the Philippines

- Basic fact: Both the Philippines and Japan introduced modern CHB technology from US after World War II.
- Shape of two countries is similar in dimension with three hollows. But in US, this type is not usual. HOBEA members wonder the reason. Typical units of a leaflet of Philippine manufacturer are shared by an ASEP member.
- Usual practice in the Philippines is fully grouting whereas in Japan, partial grouting. It is interesting what caused the difference.

Others Share of information/materials and Comments by ASEP, and next meeting

- ASEP will share PNSs on CHB, rebar and mortar
- ASEP will share the leaflet of various CHB units of a manufacturer

- ASEP will review, make comments on the draft and revision of “Article 1: Scope” and “Article 2: Terminology and Notation”, and send to Japan in advance so as to Japanese team will discuss and revise the draft according to the comments for discussion in the next meeting.
- Next meeting: 13:00 (PST), 14:00 (JST), October 18, 2021

第 2 回検討会参加者リスト

	Name	Position
	ASEP(6)	
1	Ronaldo Ison	past president
2	Danny Domingo	
3	Ariel Santos	
4	Juanito Cunanan	
5	Adam Abinales	
6	Miriam Lucica Tamayo	
7	Maricon Columna Pineda	Secretary
8	Rodolfo Medoza	
	HoBEA and AIJ(8)	
1	Yuji Ishiyama	past president (leader of Philippine Pro)
2	Minoru Yonezawa	member
3	Tatsuo Narafu	member
4	Tadashi Nishikawa	member
5	Takeyoshi Uematsu	member
6	Hiroyuki Aono	member
7	Toshiyuki Yoshino	secretary general
8	Kazushi Shirakawa	member of the project
9	Hirokazu Ishii	member of the project
10	Toshikazu Hanazato	member of AIJ
11	Mika Araki	member of AIJ
12	Masayuki Kuroki	member of AIJ (Oita Univ.)

not attend

Draft

Minutes of the 3rd Technical Meeting on

Technical Guideline for CHB construction in the Philippines

Date	**:**	**October 18, 2021**
Time	**:**	**13:00 (PST), 14:00 (JST)**
Venue	**:**	**The meeting was held on Zoom on-line platform.**
		The participants attended from respective home/office/others.
Participants	**:**	**List attached.**

Topic 1 Discussion on "Activities for FY 2021/22 on development and dissemination of technical guideline on reinforced concrete hollow block (RCHB) construction (Proposal)" prepared by HoBEA

1) Cancelation of the technical visit of ASEP members to Japan and survey by HoBEA members in the Philippines

- HoBEA proposed that both the technical visit by ASEP to Japan and the survey by HoBEA to the Philippines in this fiscal year are to be cancelled because of the pandemic of COVID-19. ASEP agreed on this.

2) Proposal on On-line Workshop on Technical Guidelines on RCHB construction

- HoBEA proposed to organize an on-line workshop and ASEP agreed it.
- Both parties decide the date on February 16.
- ASEP will discuss on participating ways whether hybrid or only on-line.
- The topics and presenters of the WS are further discussed by both parties.
- ASEP will discuss on the participants and invitees. The number of participants from the Philippines might be maximum around 100 including persons from local building officials, universities, DTI, member of the technical committee on PNS on CHB.
- CPD (Continuing Professional Development) unit: HoBEA has organized WSs for past three years and provided CPD units from AIJ. ASEP should discuss with organizations which have authority to provide it.
-

Topic 2 Explanation and discussion on "(Draft) Guideline for Reinforced Concrete Hollow Block (RCHB) Construction in the Philippines" prepared by Dr. Ishiyama

- The Word file of the draft will be sent to ASEP members as well as the tentative draft on guideline on partition walls (discussion by Japanese members has not completed) for adding comments and proposal of revision by ASEP members. The comments and revision will be sent to HoBEA hopefully within two weeks.

-Article 3: Quality of Materials

The document numbers of PNSs and values on strength or others will be filled by ASEP members.

ASEP will obtain official copies of PNSs on CHB and steel bar and share them with HoBEA. There are two kinds of PNS, mandatory and non-mandatory. Now PNSs on CHB are non-mandatory, but they need to be mandatory in order to make the technical guidelines effective. ASEP will request DTI to do so.

Several issues relating to PNS on steel bar need to be discussed for description in the guideline such as yield strength, types of rebar (weldable or non-weldable), number of samples for testing, and so on. On this issue availability in the Philippine market should be considered such as diameter, strength and so on.

#3: Mortar: In addition to the strength, mixture ratios (cement/aggregate(sand), water/cement. In weight or/and volume) are preferable for practice especially in rural areas. Those ratios may be described in commentary. (ref: guideline of DPWH assisted by JICA)

- Article 5

Mistyping: #2 (in the Japanese part): 12mm ⇒ 9mm

〈 ⇒ ≦

#7 “after construction anchor”: another candidate term: “post installed”

- Technical and design examples should be prepared within this fiscal year or next.

- Analysis method: Usually in Japan shear strength based on experiments are used and strut analysis is not usual.

- Practice on CHB in the Philippines: 150mm for exterior walls and 100mm for interior walls. This guideline is for load bearing CHB wall structures. 100mm might be allowed to partition walls on which another guideline is now under preparation.

Others **Next meeting**

Next meeting: 13:00 (PST), 14:00 (JST), November 15, 2021

第 3 回検討会参加者リスト

	Name	Position
	ASEP(6)	
1	Ronaldo Ison	past president
2	Danny Domingo	
3	Ariel Santos	
4	Juanito Cunanan	
5	Adam Abinales	
6	Miriam Lucica Tamayo	
7	Maricon Columna Pineda	Secretary
8	Rodolfo Medoza	
	HoBEA and AIJ(8)	
1	Yuji Ishiyama	past president (leader of Philippine Pro)
2	Minoru Yonezawa	member
3	Tatsuo Narafu	member
4	Tadashi Nishikawa	member
5	Takeyoshi Uematsu	member
6	Hiroyuki Aono	member
7	Toshiyuki Yoshino	secretary general
8	Kazushi Shirakawa	member of the project
9	Hirokazu Ishii	member of the project
10	Toshikazu Hanazato	member of AIJ
11	Mika Araki	member of AIJ
12	Masayuki Kuroki	member of AIJ (Oita Univ.)

not attend

Draft

Minutes of the 4th Technical Meeting on

Technical Guideline for CHB construction in the Philippines

Date	**:**	**November 15, 2021**
Time	**:**	**13:00 (PST), 14:00 (JST)**
Venue	**:**	**The meeting was held on Zoom on-line platform.**
		The participants attended from respective home/office/others.
Participants	**:**	**List attached.**

Topic 1 Discussion on tentative agenda on On-line Technical Workshop on RCHB

- Moderators: Juanito and Mendoza
  Co-moderator: Narafu
- The venue/participating way in the Philippines will be discussed in ASEP (all on-line or hybrid)
- Management of WC/Zoom: Tentatively agreed that ASEP take the role
  HoBEA will confirm whether it is acceptable with AIJ
- Presenters from the Philippines
  4：Current situation and Challenge on CHB construction in the Philippines:
  Ronaldo Ison
  5: Brief Introduction of Technical Guidelines on Buildings in the Philippines:
  Ms. Tamayo
  7: Outline of the Draft of Technical Guideline on RCHB: Ariel Santos
- Presenters from Japan
  Followings should be decided before middle of December
  1：Overview on Supporting Scheme to Transfer Japanese Building Technologies by MLIT
  2：Outline of Survey on Housing Market and Finance in the Philippines by JHF (Japan Housing Finance Agency) in Collaboration with NHMFC
- For application of CPD units, all the presenters are required to submit abstracts of presentations, CV and photocopy of passport (a page with photo only)

-

Topic 2 Explanation and discussion on ASEP Input on the Guideline for Engineered

Reinforced Concrete Hollow Block (RCHB) Construction in the Philippines

- Each of comments by ASEP is discussed one by one (refer to ASEP Inputs with notes).

- Article 3.3: Mixture ratio of cement mortar of strength of 15 MPa will be prepared based on US standard by ASEP, which will be attached to the Guideline

- Article 4.2: Footing width and depth of foundation will be decided based on NSCP Chapter 3, which will be described in commentary.

- Article 5.9: Explanation/commentary should be provided.

- Article 6.1 and 6.2: Commentary will be prepared with design examples.

- Article 6.3: Requirement on distance between bearing walls in NSCP will be sent by ASEP to Dr. Ishiyama.

- Terminology: post-installed anchors/rebars (not after construction anchor)

- Dr. Ishiyama will revise the draft based on the discussion today. Further comments are welcome as well.

- The revised draft will be discussed in the next meeting.

Others **Next meeting**

Next meeting: **14:00 (PST), 15:00 (JST)**, December 13, 2021

第 4 回検討会参加者リスト

	Name	Position
	ASEP(4)	
1	Ronaldo Ison	past president
2	Danny Domingo	
3	Ariel Santos	
4	Juanito Cunanan	
5	Adam Abinales	
6	Miriam Lucica Tamayo	
7	Maricon Columna Pineda	Secretary
8	Rodolfo Medoza	
	HoBEA and AIJ(6)	
1	Yuji Ishiyama	past president (leader of Philippine Pro)
2	Minoru Yonezawa	member
3	Tatsuo Narafu	member
4	Tadashi Nishikawa	member
5	Takeyoshi Uematsu	member
6	Hiroyuki Aono	member
7	Toshiyuki Yoshino	secretary general
8	Kazushi Shirakawa	member of the project
9	Hirokazu Ishii	member of the project
10	Toshikazu Hanazato	member of AIJ
11	Mika Araki	member of AIJ
12	Masayuki Kuroki	member of AIJ (Oita Univ.)

not attend

Draft

Minutes of the 5th Technical Meeting on

Technical Guideline for CHB construction in the Philippines

Date	**:**	**December 13, 2021**
Time	**:**	**14:00 (PST), 15:00 (JST)**
Venue	**:**	**The meeting was held on Zoom on-line platform.**
		The participants attended from respective home/office/others.
Participants	**:**	**List attached.**

Topic 1 Discussion on tentative agenda on On-line Technical Workshop on RCHB

- Confirmation of spelling and titles of the Philippine presenters and moderators.
- The venue (hybrid or on-line only) in the Philippines will be decided soon. In case of hybrid, room charge will be paid by ASEP.
- A poster for invitation to WS will be prepared by ASEP and sent to HoBEA before the end of December.
- HoBEA will send invitation emails to the participants to the technical visit to Japan in October 2019 with some information after the visit.
- Necessary information for application for CPD unit will be requested to the Japanese presenters by HoBEA and sent to ASEP before January 16 2022.
- Possible commentators: in addition to DPWH and NHA, a CHB manufacturer, Local government unit (Building Officials) are possible ones.
- In case a presenter prepares his/her manuscript for printed handout by PPT, the style is old one (not new style of wide one). All the manuscripts are to be sent to HoBEA and edited into 4up style for printing.
- All of the manuscripts are combined into one pdf file and to be sent to ASEP for distribution to all the Philippine participants.
- Two copies of printed handout will be sent to ASEP secretariat after the WS.
- Presentation is to be made by each presenter. The similar way of Japan (the operator will do it with materials collected in advance) will be considered in ASEP. Anyway, the presentation materials are to be sent to ASEP secretariat for cases of accidental situations.

- The duration of Q&A and comments may be expanded because many Philippine audience would like to do it. Maximum 30 minute' expansion is acceptable.
- Trial connection will be scheduled about one week before the WS. HoBEA will propose several possible dates around one week before Feb 16.

Topic 2 Explanation and discussion on ASEP Input on the Guideline for Engineered Reinforced Concrete Hollow Block (RCHB) Construction in the Philippines

- Dr. Ishiyama explained the revision (in red font in the revised guideline) responding to the comments by ASEP members.

- Each of revisions were discussed one by one and settled or decided to be further discussed upon agreement of the both sides.

- The mixture ratio will be further discussed in each side for the next joint discussion.

- Article 4: Foundations: ASEP will prepare a table on width and height of foundation based on NSCP.

- Article 5-5: spacing between rebars: Japanese side will further discuss considering design at corners or cross parts and allowable slight deviation of position in several millimeters.

- Article 5-8: embedment of horizontal rebar: The article is further revised including post-installed anchors on which HoBEA will conduct physical experiment. Several cases such as shallow beam which does not have enough overlap splice length.

- Article 6-6: wall ratio considering that of the lower story: The explanation will be elaborated and figures will be added for easy and clear understanding.

- Figure 5 will be revised to be more precise.

- Dr. Ishiyama will revise the draft according the discussion today. Necessary additional figures should be added in collaboration of both sides.

Others **Next meetings**

Next meeting: **13:00 (PST), 14:00 (JST), January 17, 2022**
Meeting for the final preparation for WS: **13:00 (PST), 14:00 (JST), February 7, 2022**

Relevant information: A project on seismic resilient painting:

Shaking table test in Tsukuba on January 13: real-time zoom viewing will be provided. ASEP members could participate.

Test on Philippine CHB: Using the excessive CHB provided to HoBEA, HoBEA will conduct tests such as compression strength, absorption test and others. The results will be shared.

第 5 回検討会参加者リスト

	Name	Position
	ASEP(5)	
1	Ronaldo Ison	past president
2	Danny Domingo	
3	Ariel Santos	
4	Juanito Cunanan	
5	Adam Abinales	
6	Miriam Lucica Tamayo	
7	Maricon Columna Pineda	Secretary
8	Rodolfo Medoza	
	HoBEA and AIJ(7)	
1	Yuji Ishiyama	past president (leader of Philippine Pro)
2	Minoru Yonezawa	member
3	Tatsuo Narafu	member
4	Tadashi Nishikawa	member
5	Takeyoshi Uematsu	member
6	Hiroyuki Aono	member
7	Toshiyuki Yoshino	secretary general
8	Kazushi Shirakawa	member of the project
9	Hirokazu Ishii	member of the project
10	Toshikazu Hanazato	member of AIJ
11	Mika Araki	member of AIJ
12	Masayuki Kuroki	member of AIJ (Oita Univ.)

not attend

Draft

Minutes of the 6th Technical Meeting on
Technical Guideline for CHB construction in the Philippines

Date	**:**	**January 17, 2022**
Time	**:**	**13:00 (PST), 14:00 (JST)**
Venue	**:**	**The meeting was held on Zoom on-line platform.**
		The participants attended from respective home/office/others.
Participants	**:**	**List attached.**

Topic 1 **Explanation and discussion on revised Guideline for Engineered Reinforced Concrete Hollow Block (RCHB) Construction in the Philippines**

- Dr. Ishiyama explained each article of the latest revised draft of the Guideline
- Several comments are given and Dr. Ishiyama took notes for revision of the draft.

Topic 2 **Discussion on Poster, Programme and Important notes on On-line Technical Workshop on RCHB prepared by ASEP**

- Discussion is made based on the Notes on preparation for WS prepared by HoBEA

- Conclusion of the discussion is summarized and described in "revised Notes on preparation for WS" attached to this MM

- For participants who apply to HoBEA/AIJ, the link will be sent from AIJ after it is sent to HoBEA by ASEP. They need to use screen name with "AIJ" at the head of their screen names for quick permission by the management of WS

- ASEP will revise Poster by adding Registration link address and send it to HoBEA

- Dr. Narafu will revise the note by adding addresses of presenters, facilitator and others who should be categorized to "Panelist"

- On the format/style of printed handout with PPT slides, HoBEA will further discuss to improve it such as 3-up instead 4-up.

Topic 3 **Discussion on draft of PPT for presentation by Mr. Ariel Santos**

- Mr. Ariel Santos explained each slide.
- Several comments are given and Mr. Ariel Santos took notes for revision. Some of them will be reflected to revision of the draft of technical guideline.

Others **Next meetings and trial connection**

Meeting for the final preparation for WS: **15:00 (PST), 16:00 (JST), February 7, 2022**
(time is changed)

Trial connection for WS**: 16:00 (PST), 17:00 (JST), February 7, 2022**

A link for Panelist will be prepared by ASEP in addition to that for participants (which is already described in the important note) for trial connection

第 6 回検討会参加者リスト

	Name	Position
	ASEP(6)	
1	Ronaldo Ison	past president
2	Danny Domingo	
3	Ariel Santos	
4	Juanito Cunanan	
5	Adam Abinales	
6	Miriam Lucica Tamayo	
7	Maricon Columna Pineda	Secretary
8	Rodolfo Medoza	
	HoBEA and AIJ(6)	
1	Yuji Ishiyama	
2	Minoru Yonezawa	member
3	Tatsuo Narafu	member
4	Tadashi Nishikawa	member
5	Takeyoshi Uematsu	member
6	Hiroyuki Aono	member
7	Toshiyuki Yoshino	secretary general
8	Kazushi Shirakawa	member of the project
9	Hirokazu Ishii	member of the project
10	Toshikazu Hanazato	member of AIJ
11	Mika Araki	member of AIJ
12	Masayuki Kuroki	member of AIJ (Oita Univ.)

not attend

Draft

Minutes of the 7th Technical Meeting on

Technical Guideline for CHB construction in the Philippines

Date	**:**	**February 7, 2022**
Time	**:**	**15:00 (PST), 16:00 (JST)**
Venue	**:**	**The meeting was held hybrid of AIJ meeting room and on Zoom on-line platform.** **The participants attended from respective home/office/others.**
Participants	**:**	**List attached.**

Topic 1 **The proposed RCHB guideline, NBCP and NSCP**

- NSCP is designated by NBCP as a referral code and implemented by Building Officials.
- Position and relation of the proposed RCHB guideline with NBCP will be further discussed. Brief explanation on this matter will be made by the presentation of Ariel Santos in the WS.
- The proposed RCHB guideline will be discussed by the technical committee of masonry chapter of NSCP in ASEP (chair: Juanito Cunanan). The current version of NSCP has some provisions on structural walls and might need to be revised. The proposed RCHB guideline might be a kind of reference book.
- Volume 3 of NSCP (code on residential buildings) is under discussion.
- In Japan, key issues on RCHB are stipulated in relevant rules based on Building Standard Law and details are described in AIJ guideline on RCHB.
- In addition to the technical guideline, user friendly design manual should be prepared. Policy and structure on this will be prepared by ASEP which to be elaborated by both sides.

Topic 2 **Discussion on On-line Technical Workshop on RCHB**

- The reactors from local government (Quezon city) and ASEP is confirmed. ASEP is waiting for reply from DPWH, DTI and NHA.

- ASEP sent around 1,000 invitations and around 700 registered. 250 to 300 are expected to attend it judging from past experiences of similar events.

Others **Next meetings and trial connection**

Trial connection for WS: 16:00 (PST), 17:00 (JST), February 7, 2022

8th Meeting for explanation of structural experiment with video image: **13:00 (PST), 14:00 (JST), February 28, 2022**

第7回検討会参加者リスト

	Name	Position
	ASEP(9)	
1	Ronaldo Ison	past president
2	Danny Domingo	
3	Ariel Santos	
4	Juanito Cunanan	
5	Adam Abinales	
6	Miriam Lucica Tamayo	
7	Maricon Columna Pineda	Secretary
8	Rodolfo Medoza	
9	Regie Pastoral	
10	Tech-Aly	
11	Prod Fatima	
12	ASEP	
	HoBEA and AIJ(6)	
1	Yuji Ishiyama	
2	Minoru Yonezawa	member
3	Tatsuo Narafu	member
4	Tadashi Nishikawa	member
5	Takeyoshi Uematsu	member
6	Hiroyuki Aono	member
7	Toshiyuki Yoshino	secretary general
8	Kazushi Shirakawa	member of the project
9	Hirokazu Ishii	member of the project
10	Toshikazu Hanazato	member of AIJ
11	Mika Araki	member of AIJ
12	Masayuki Kuroki	member of AIJ (Oita Univ.)
13	Shinji Tokita	member of AIJ

not attend

Draft

Minutes of the 8th Technical Meeting on

Technical Guideline for CHB construction in the Philippines

Date	**:**	**February 28, 2022**
Time	**:**	**13:00 (PST), 14:00 (JST)**
Venue	**:**	**The meeting was held hybrid of conference room in At Business Center Premium at Osaka Ekimae (Ishiyama, Aono and Narafu) and on Zoom on-line platform.**
Participants	**:**	**List attached.**

Topic 1 Video of lateral loading to wall specimens of different aspect ratio (1.0, 1.5 and 2.0)

- The test was conducted at a laboratory of Building Research Department, Local Independent Administrative Agency of Hokkaido Research Organization (HRO)
- They reproduce walls of 1st floor of the two-storied houses by vertical load
- By lateral loading (simulating earthquake shaking), shear crack occurred in the specimen of aspect ratio 1.0 and edge of the specimen crashed by compression (the shear cracks is similar phenomenon to short column)
- The other two specimens did not have shear cracks. They rotated and got crash in edges

Topic 2 Video on linear drying shrinkage test

- The test was conducted in a laboratory of Professor Kitagaki of Hokkaido University

- Three types of specimens

a) CHB with ordinary fine aggregate, b) CHB with volcanic stone of Tarumae Volcano in Hokkido (specific gravity: around 1.8), c) CHB with volcanic stone of Haruna Volcano in Gunma Prefecture (specific gravity: around 1.2)

- Test results: all the CHBs meets requirement by NPS

- Shrinkage rate: a < b < c

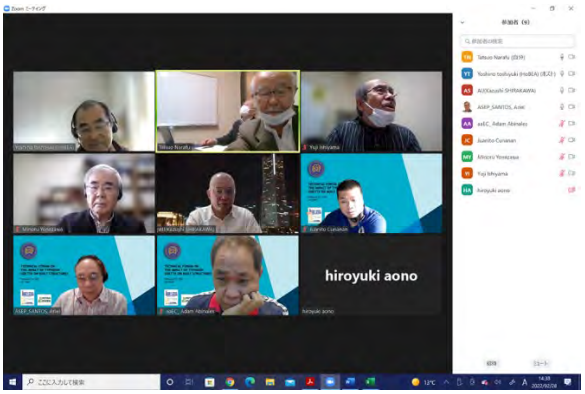
- CHB with volcanic stone in the Philippines needs to be tasted. The result is expected to be similar to type c judging from the small specific gravity

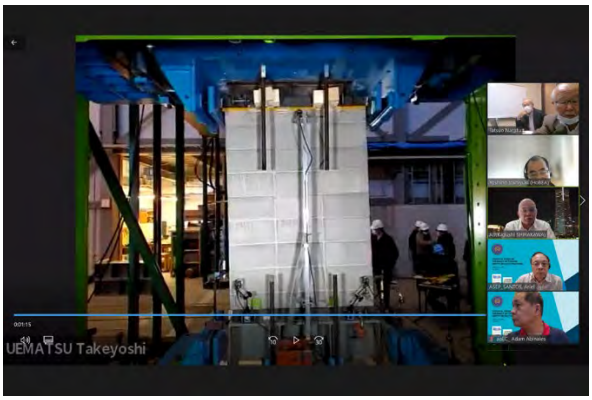
Topic 3 **Result of compression strength test on CHB made in the Philippines**

- CHBs donated by the project team of Reinforcing paint for seismic resilience (Power Coating)
- Data: a) test on the Philippine CHB by DPWH, b) test on the Philippine CHB by Yonezawa Industry in Hokkaido, c) test on a Japanese CHB (JIS standard) by Yonezawa Industry in Hokkaido
- The Philippine CHB is very weak and below the standard by NPS
- Improvement of quality of Philippine CHB is quite critical because it is basic condition for the technical guideline on RCHB
- The officer from BPS/DTI mentioned in the WS on February 16, 2022, that they are making the PNSs on CHB mandatory. It is very difficult task as many commentators explained especially on small backyard manufacturers

Others

- This is the last meeting for this fiscal year which ends in coming March
- The Japanese members are writing draft of activity reports for this fiscal year to be submitted to MLIT
- They will apply for budget for the next fiscal year to continue the project





Screen shot on the on－line meeting

Video presentation of the lateral loading to wall specimens

第 8 回検討会参加者リスト

	Name	Position
	ASEP(3)	
1	Ronaldo Ison	past president
2	Danny Domingo	
3	Ariel Santos	
4	Juanito Cunanan	
5	Adam Abinales	
6	Miriam Lucica Tamayo	
7	Maricon Columna Pineda	Secretary
8	Rodolfo Medoza	
9	Regie Pastoral	
10	Tech-Aly	
11	Prod Fatima	
12	ASEP	
	HoBEA and AIJ(6)	
1	Yuji Ishiyama	
2	Minoru Yonezawa	member
3	Tatsuo Narafu	member
4	Tadashi Nishikawa	member
5	Takeyoshi Uematsu	member
6	Hiroyuki Aono	member
7	Toshiyuki Yoshino	secretary general
8	Kazushi Shirakawa	member of the project
9	Hirokazu Ishii	member of the project
10	Toshikazu Hanazato	member of AIJ
11	Mika Araki	member of AIJ
12	Masayuki Kuroki	member of AIJ (Oita Univ.)
13	Shinji Tokita	member of AIJ

not attend