

付録 1

補修モルタルの一軸圧縮実験

A1.1 背景

本章は、研究目的の2段階目である、「迅速な機能回復を目指すために被災後の柱を想定し効果的な補修工法の開発」の準備実験の内容である。

A1.2 実験概要

A1.2.1 試験体概要

試験体は断面300×300(mm)、高さ400(mm)のAPモルタル試験体である。本実験のパラメータは、材齢と鉄筋の有無であり、計4体の試験体を用いた。表A1.2.1-1に使用した試験体情報、表A1.2.1-2にモルタル材料試験結果、図A1.2.1-1に試験体配筋図、図A1.2.1-2に試験体断面図を示す。

表 A1.2.1-1 試験体情報

試験体名	材齢	鉄筋の有無
NR_3W	3週	無筋
R_3W	3週	有筋
NR_1W	1週	無筋
R_1W	1週	有筋

表 A1.2.1-2 モルタル材料試験結果

試験体	圧縮強度	圧縮強度時歪	ヤング係数	割裂引張強度
	(N/mm ²)	(%)	(kN/mm ²)	(N/mm ²)
NR_3W	45.9	0.242	28.5	3.81
R_3W	48.1	0.258	28.4	3.25
NR_1W	28.8	0.237	22.8	2.37
R_1W				

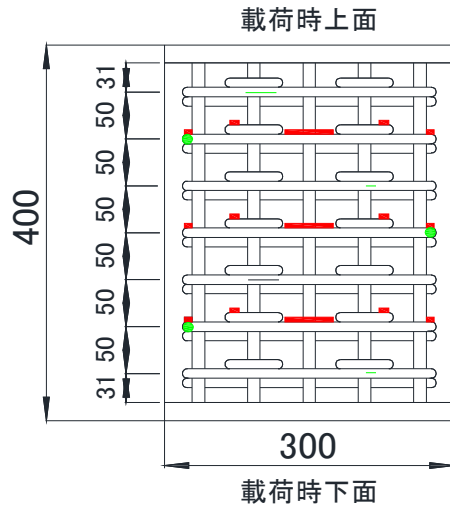


図 A1. 2. 1-1 試験体配筋図

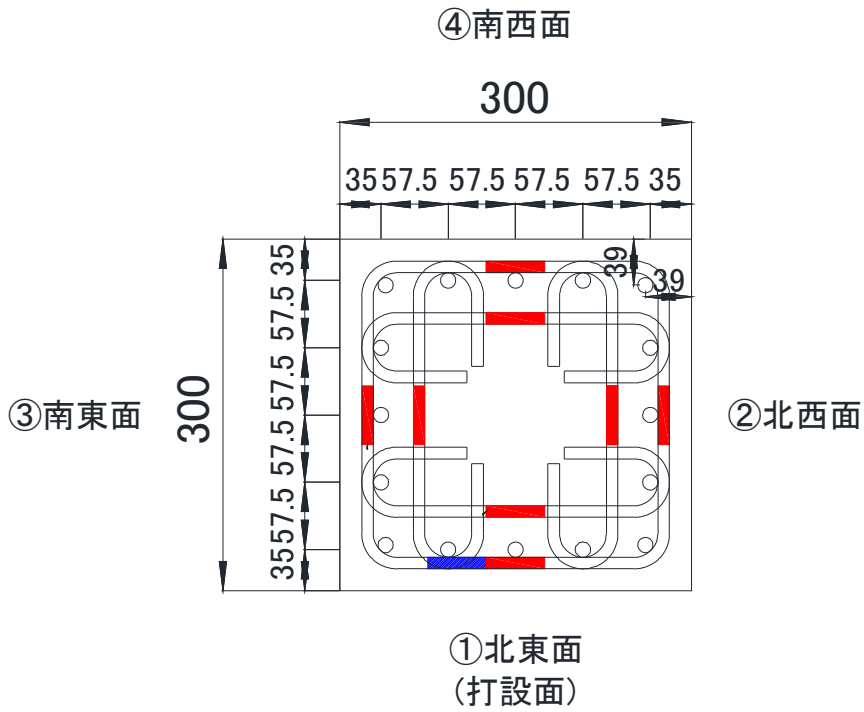


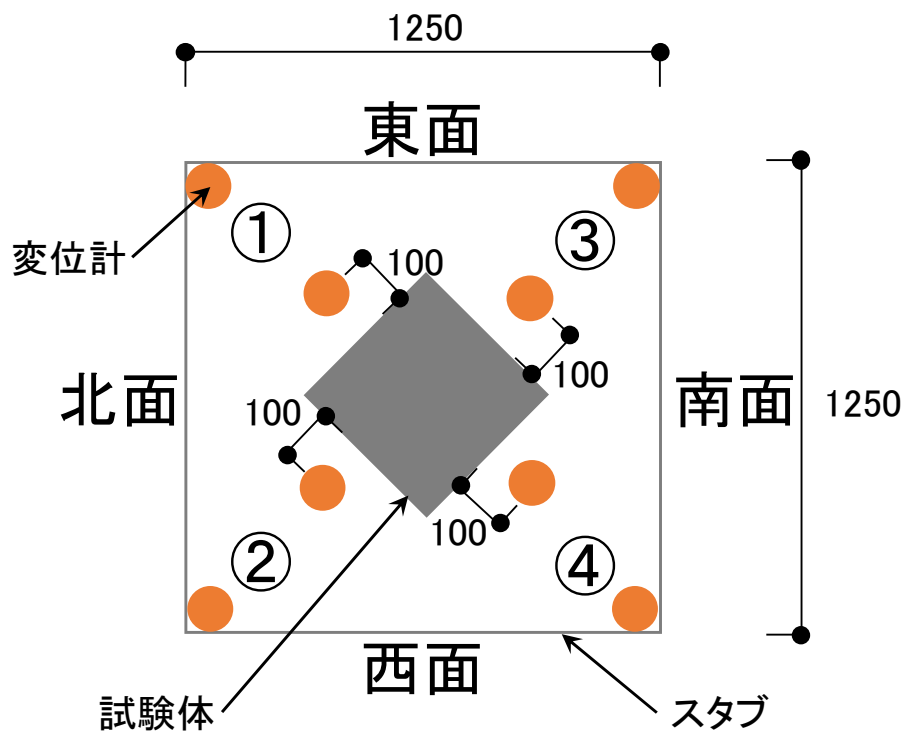
図 A1. 2. 1-2 試験体断面図

A1.2.2 載荷方法

4つのジャッキを用いて軸圧縮の1方向載荷試験を行った。また、変位計を試験体とスタブの四隅に取り付けた。試験体の北東方向を①面、北西方向を②面、南東方向を③面、南西方向を④面とした。図A1.2.2-1に試験装置、図A1.2.2-2に試験体断面配置図を示す。



図 A1. 2. 2-1 試験装置



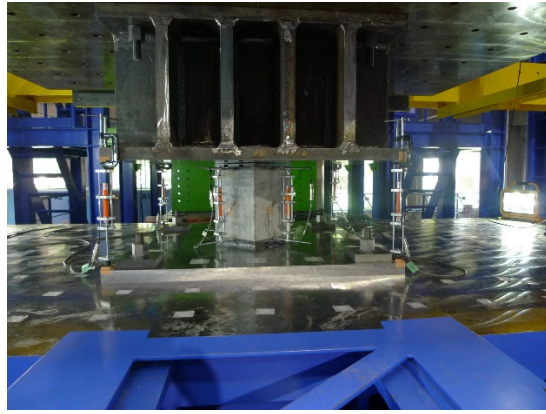


図 A1. 2. 2-2 試験体断面配置図

A1.2.3 計測方法

歪ゲージを柱の側面の中心に貼り付けた。横軸を X 軸，縦軸を Y 軸，斜めを Z 軸とした。また，変位計を試験体の周りに4個，スタブの隅に4個取り付けた。図 A1.2.3-1 に歪ゲージの貼り付け図，図 A1.2.3-2 に変位計取り付け図を示す。

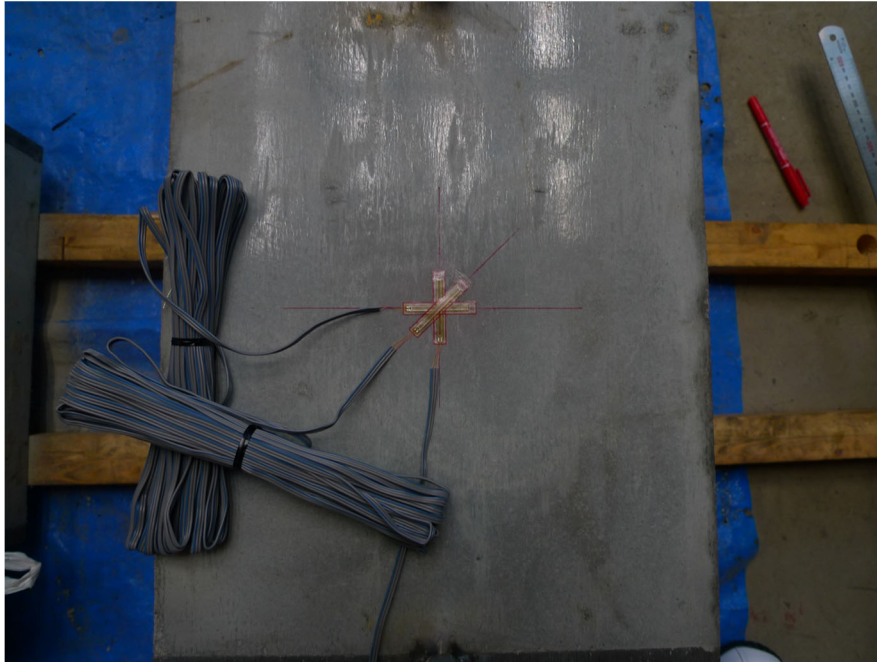


図 A1.2.3-1 歪ゲージの貼り付け

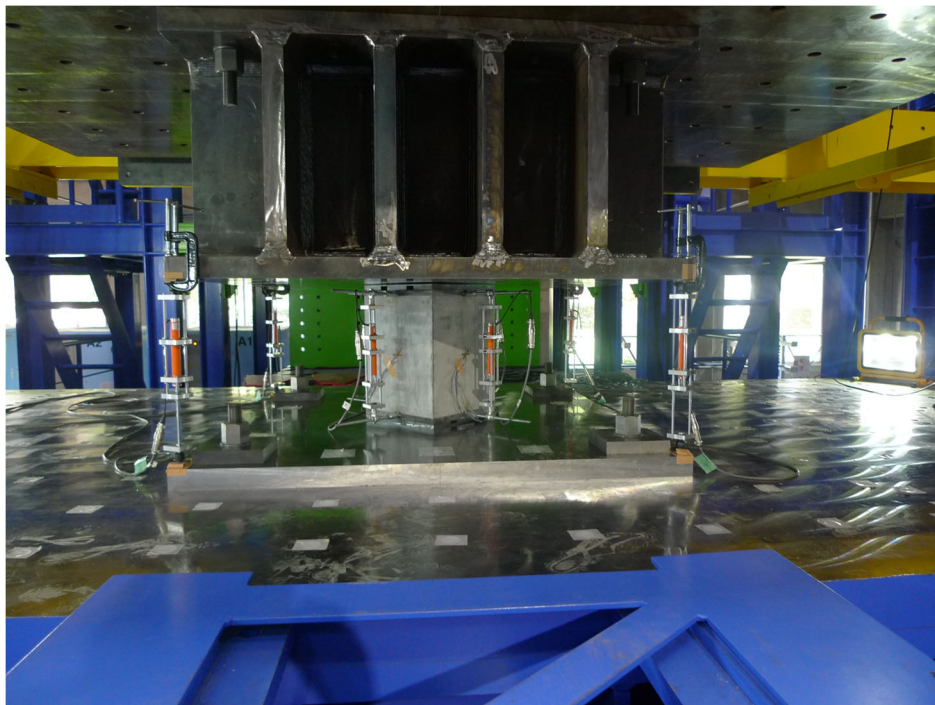


図 A1.2.3-2 変位計の取り付け

A1.3 実験結果

A1.3.1 NR_3W

破壊性状

試験体変位が 1.14mm のとき荷重が 2323kN であり、①面にひび割れが生じ、剛性が低下した。試験体変位が 1.57mm のとき最大耐力 2567kN を迎え、試験体変位 2.29mm のとき耐力 2192kN で④面にひび割れが発生し、試験体変位 2.56mm のとき耐力 1930kN で②面にひび割れが発生した。その後は耐力が徐々に低下し、かぶりコンクリートのひび割れが大きくなったことを確認した。

図 A1.3.1-1 に NR_3W のジャッキ荷重 - 変位関係、図 A1.3.1-2 にジャッキ荷重 - 歪ゲージ関係、図 A1.3.1-3 にジャッキ荷重 - 試験体変位関係、図 A1.3.1-4 に歪ゲージ関係 - 試験体変位関係、図 A1.3.1-5 にジャッキ荷重 - スタブ変位関係を、図 A1.3.1-6～図 A1.3.1-9 に NR_3W の載荷後の写真を示す。また、図 A1.3.1-1 においてジャッキを荷重制御から変位制御に切り替えた点を●、図 A1.3.1-1 及び図 A1.3.1-4 において①面のひび割れが発生点を◆、②面のひび割れ点を◇、④面のひび割れ点を◇として示した。

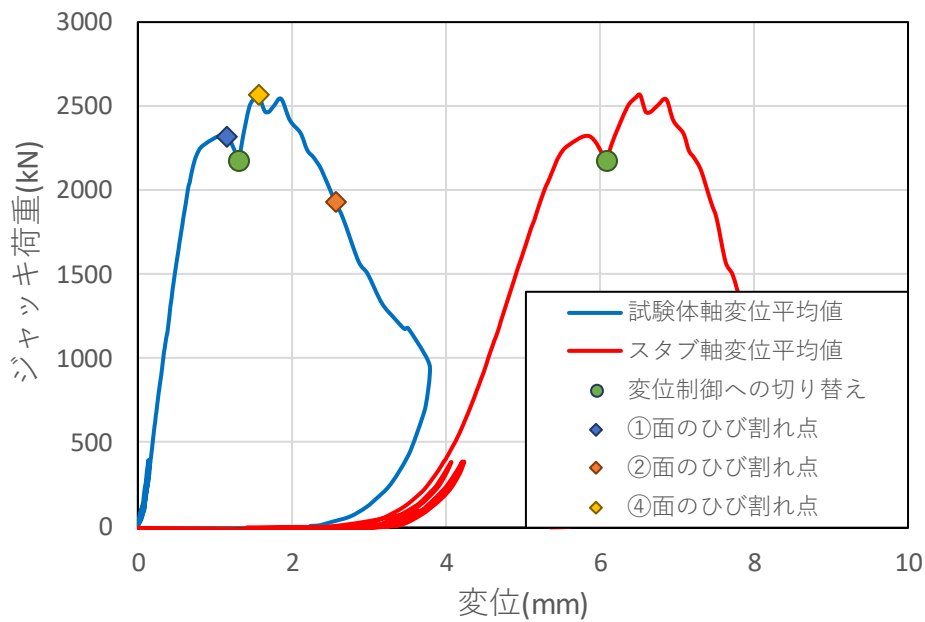


図 A1.3.1-1 ジャッキ荷重 - 変位関係

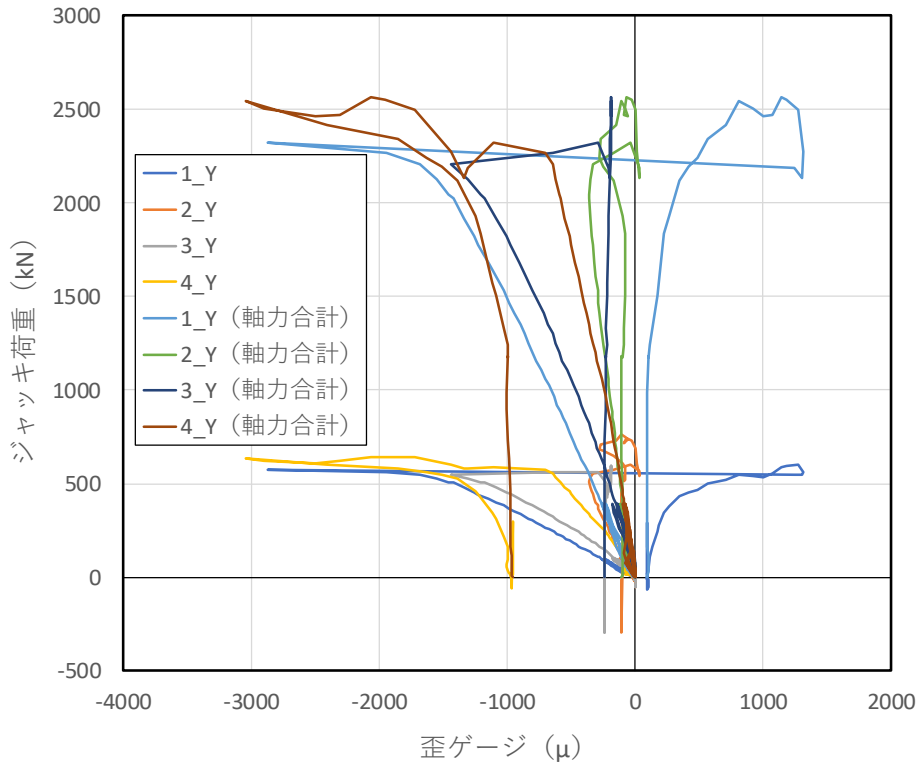


図 A1.3.1-2 ジャッキ荷重 - 歪ゲージ関係

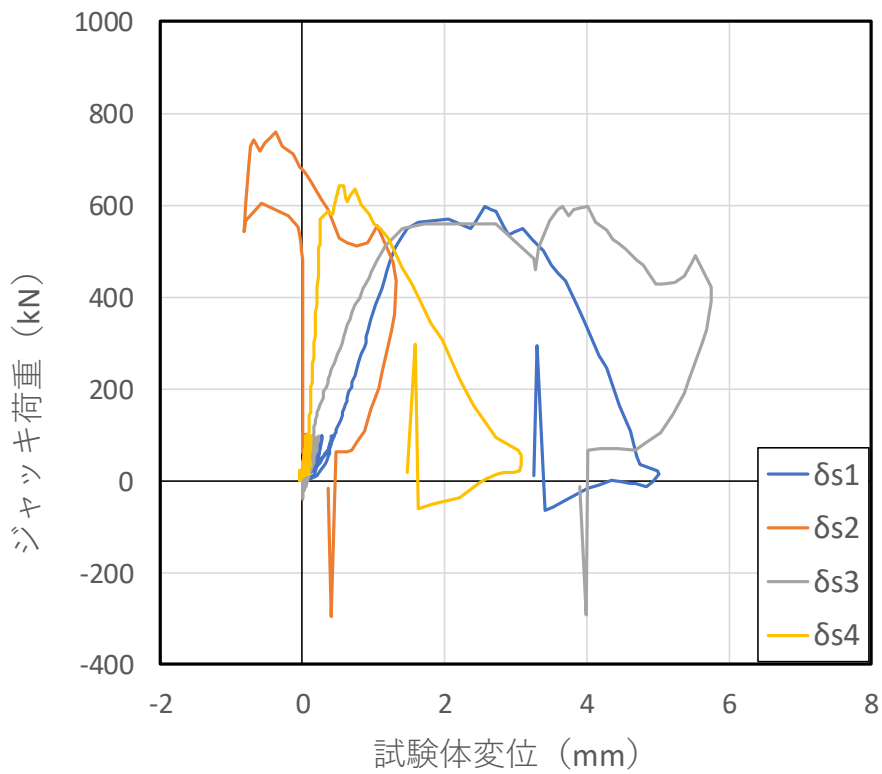


図 A1.3.1-3 ジャッキ荷重 - 試験体変位関係

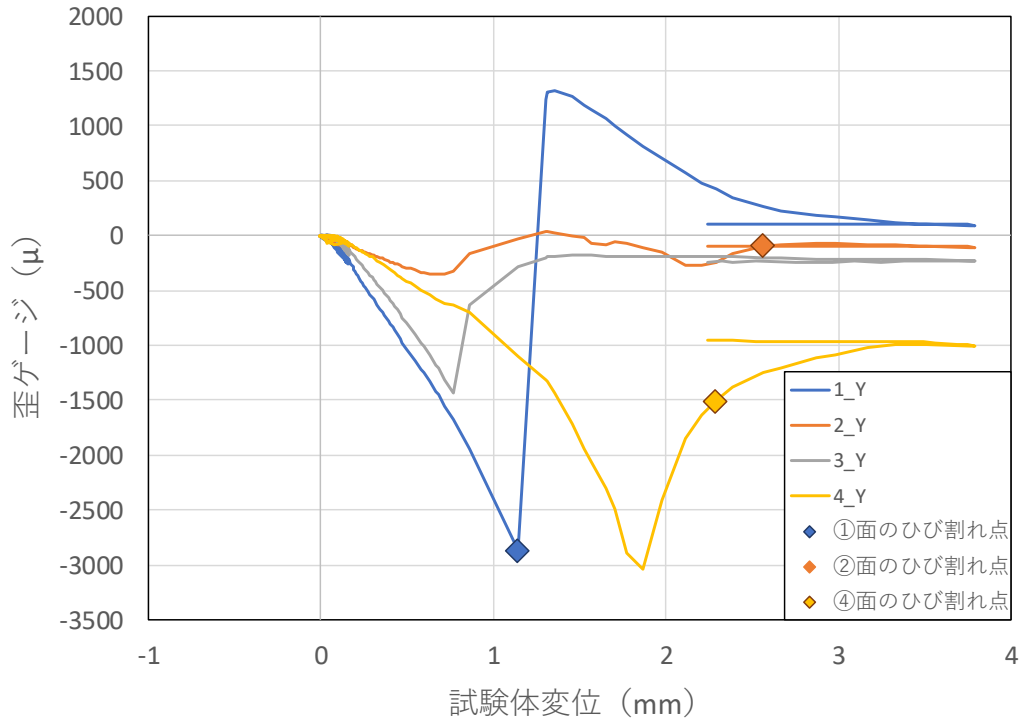


図 A1.3.1-4 歪ゲージ - 試験体変位関係

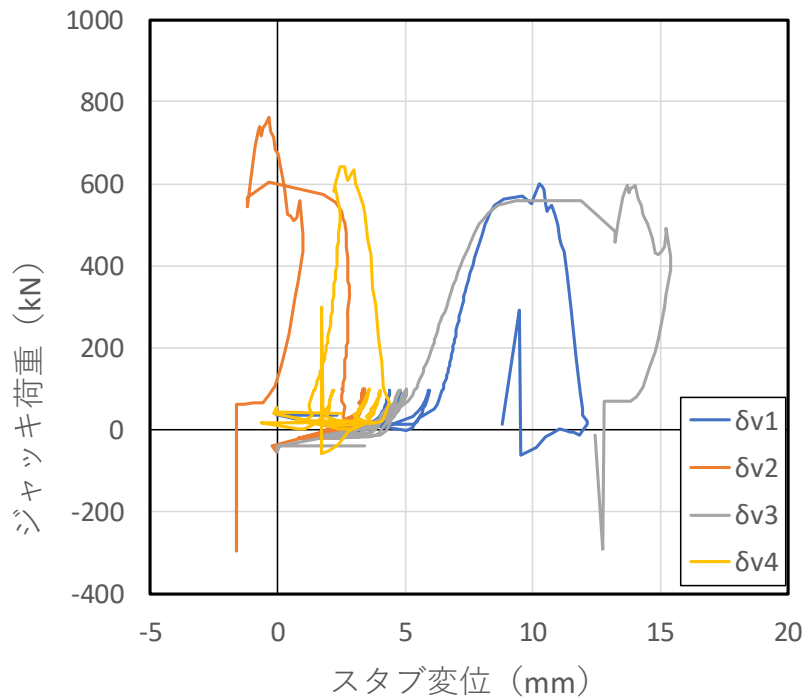


図 A1.3.1-5 ジャッキ荷重 - スタブ変位関係

付録1 補修モルタルの一軸圧縮実験

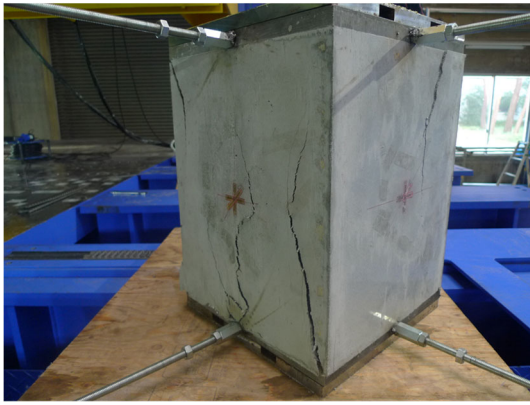


図 A1.3.1-6 ①及び②面



図 A1.3.1-7 ①面

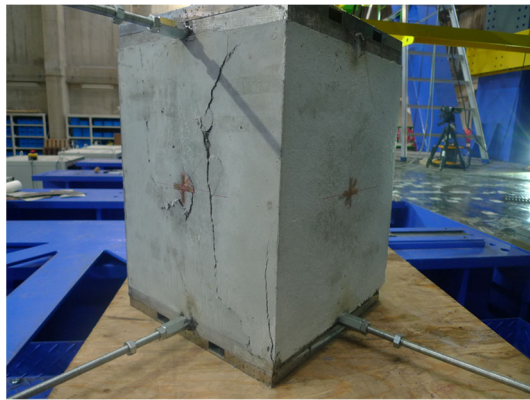


図 A1.3.1-8 ④面及び③面

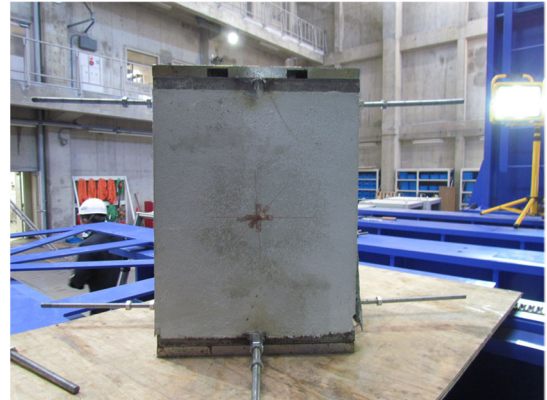


図 A1.3.1-9 ③面

A1.3.2 R_3W

破壊性状

試験体変位 1.22mm のとき耐力 2201kN であり, ②面にひび割れの発生を確認し, 試験体変位 2.58mm のとき耐力 3631kN であり, ④面にひび割れの発生を確認した。また, 試験体変位 3.31mm のとき耐力 4169kN であり, ②面のひび割れが①面に伝わり, 試験体変位 19.8mm のとき最大耐力 5192kN を迎えた。試験体変位 15.9mm のとき耐力 4949kN であり, かぶりコンクリート部の剥落を確認した。

図 A1.3.2-1 に R_3W の荷重 - 変位関係, 図 A1.3.2-2 に歪ゲージ - ジャッキ荷重関係, 図 A1.3.2-3 に試験体変位 - ジャッキ荷重関係, 図 A1.3.2-4 に試験体変位 - 歪ゲージ関係を, 図 A1.3.2-5 にスタブ変位 - ジャッキ荷重関係を, 図 A1.3.2-6~図 A1.3.2-9 に R_3W の載荷後の写真を示す。また, 図 A1.3.2-1 においてジャッキを荷重制御から変位制御に切り替えた点を●, 図 A1.3.2-1 及び図 A1.3.2-4 において①面のひび割れが発生点を◆, ②面のひび割れ点を◇, ④面のひび割れ点を◇, かぶりコンクリートが剥落した点を■として示した。

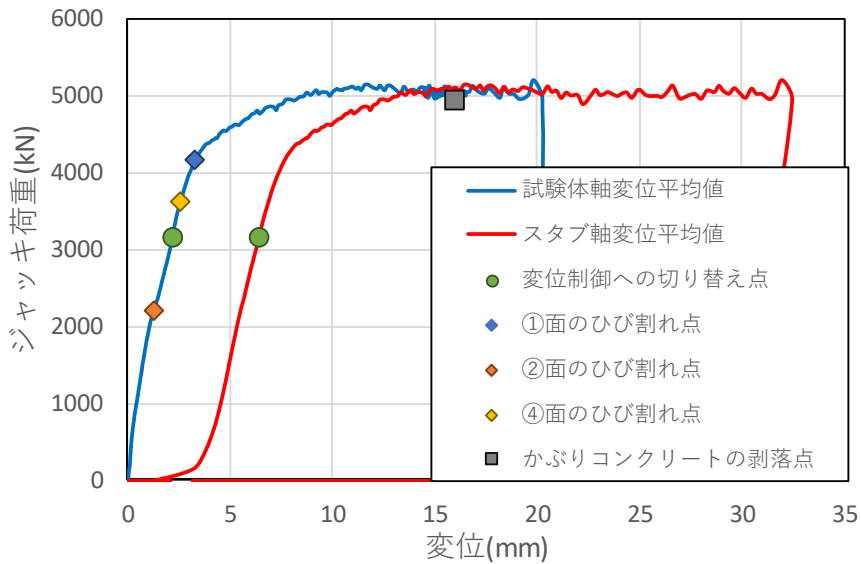


図 A1.3.2-1 荷重 - 変位関係

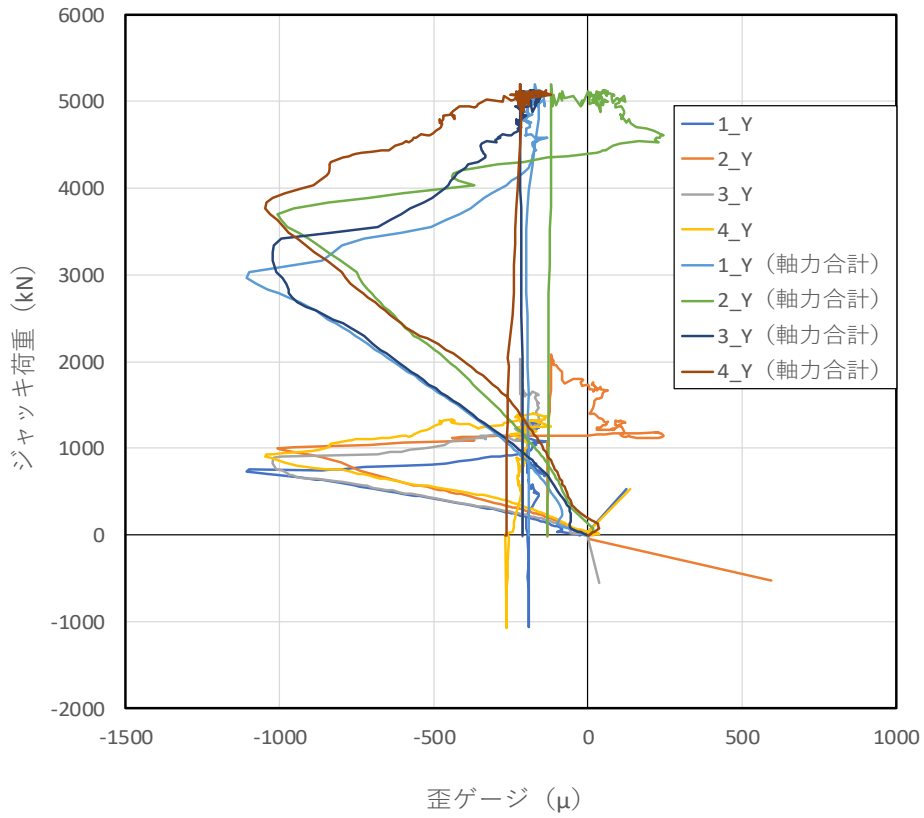


図 A1.3.2-2 歪ゲージ - ジャッキ荷重

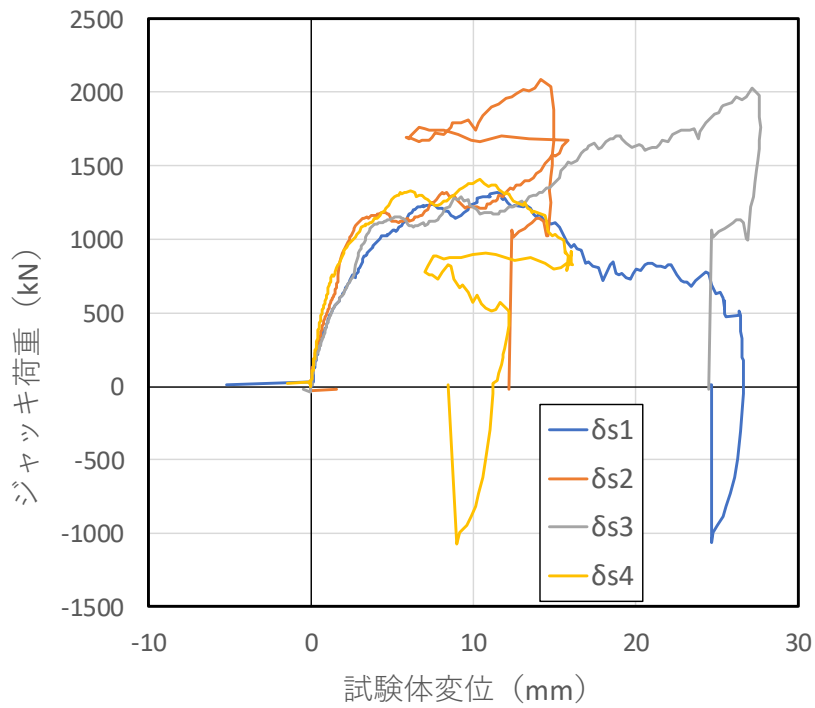


図 A1.3.2-3 試験体変位 - ジャッキ荷重

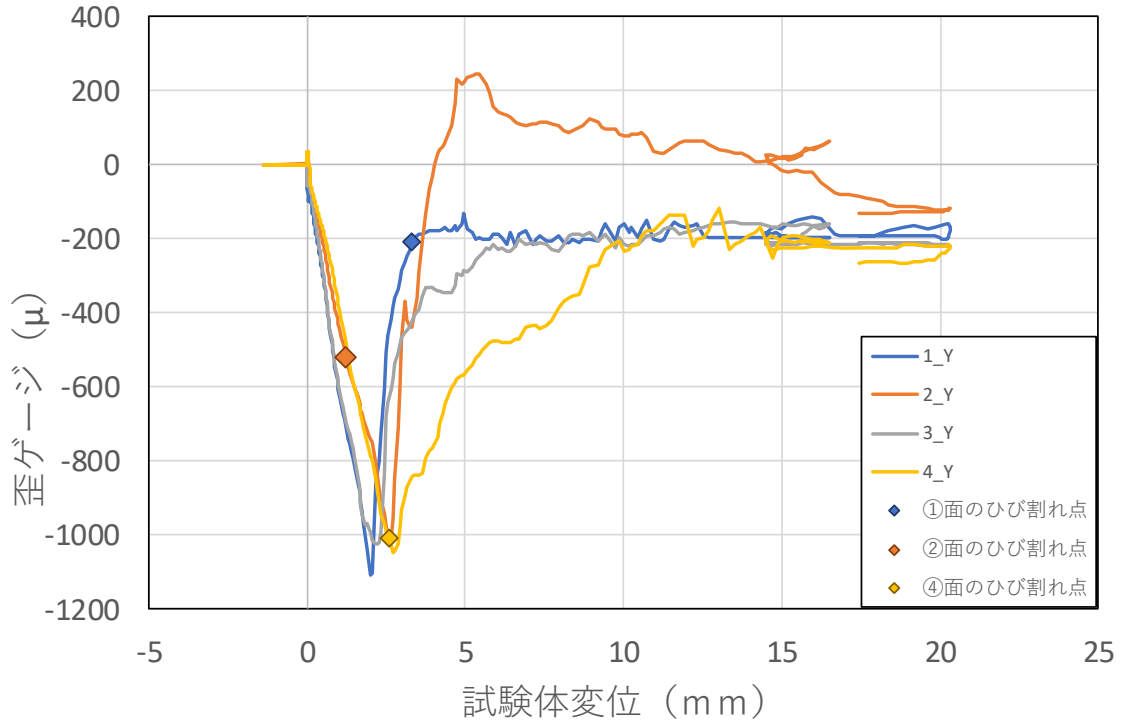


図 A1.3.2-4 試験体変位 - 歪ゲージ

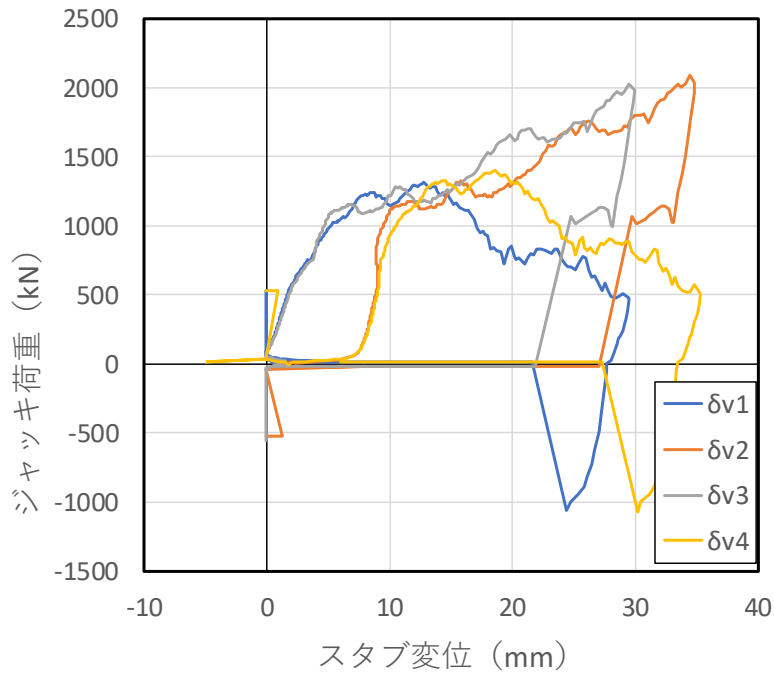


図 A1.3.2-5 スタブ変位 - ジャッキ荷重



図 A1.3.2-6 ①面及び②面



図 A1.3.2-7 ②面



図 A1.3.2-8 ③面



図 A1.3.2-9 かぶりコンクリート部の剥落

A1.3.3 NR_1W

破壊性状

耐力が 2000kN を超えてから剛性が低下した。試験体変位が 1.27mm のとき最大耐力 2280kN を迎え、②面の端部でひび割れの発生を確認した。その後は耐力が低下していき、試験体変位 1.73mm のとき耐力 1808kN で、①面の端部からもひび割れの発生を確認した。

図 A1.3.3-1 に NR_1W の荷重 - 変位関係、図 A1.3.3-2 に歪ゲージ - ジャッキ荷重関係、図 A1.3.3-3 に試験体変位 - ジャッキ荷重関係、図 A1.3.3-4 に試験体変位 - 歪ゲージ関係、図 A1.3.3-5 にスタブ変位 - ジャッキ荷重関係を、図 A1.3.3-6～図 A1.3.3-9 に NR_1W の載荷後の写真を示す。また、図 A1.3.3-1 においてジャッキを荷重制御から変位制御に切り替えた点を●、図 A1.3.3-1 及び図 A1.3.3-4 において①面のひび割れが発生点を◆、②面のひび割れ点を◇として示した。

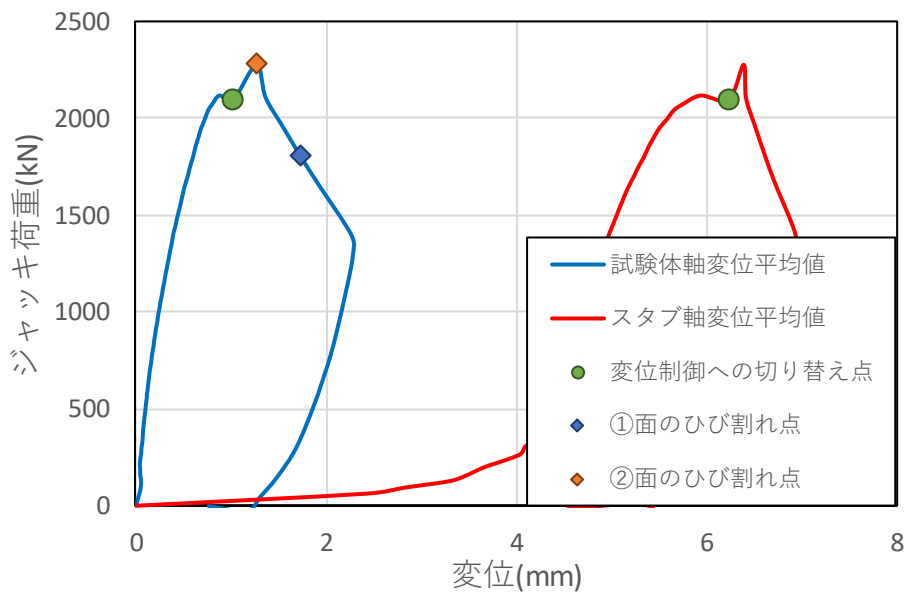


図 A1.3.3-1 荷重 - 変位関係

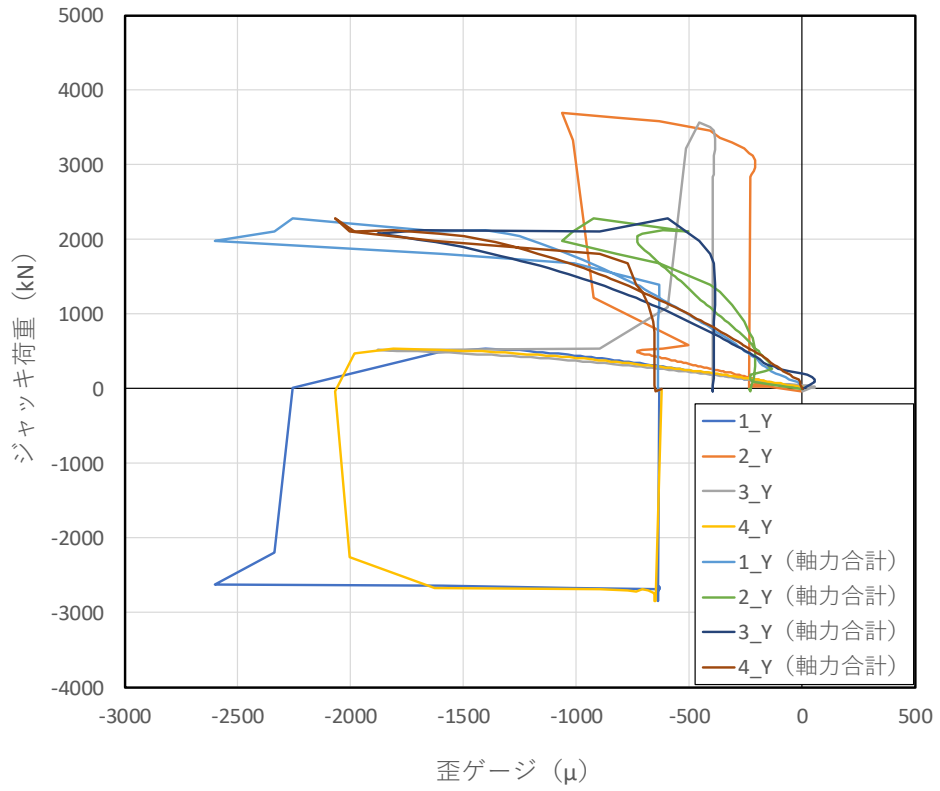


図 A1.3.3-2 歪ゲージ - ジャッキ荷重

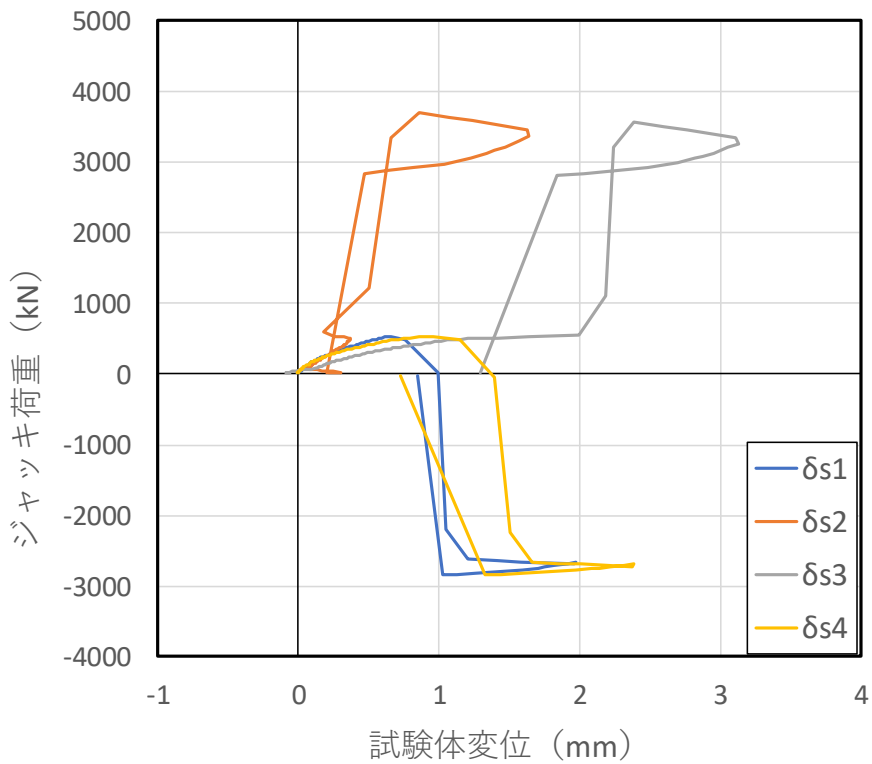


図 A1.3.3-3 試験体変位 - ジャッキ荷重

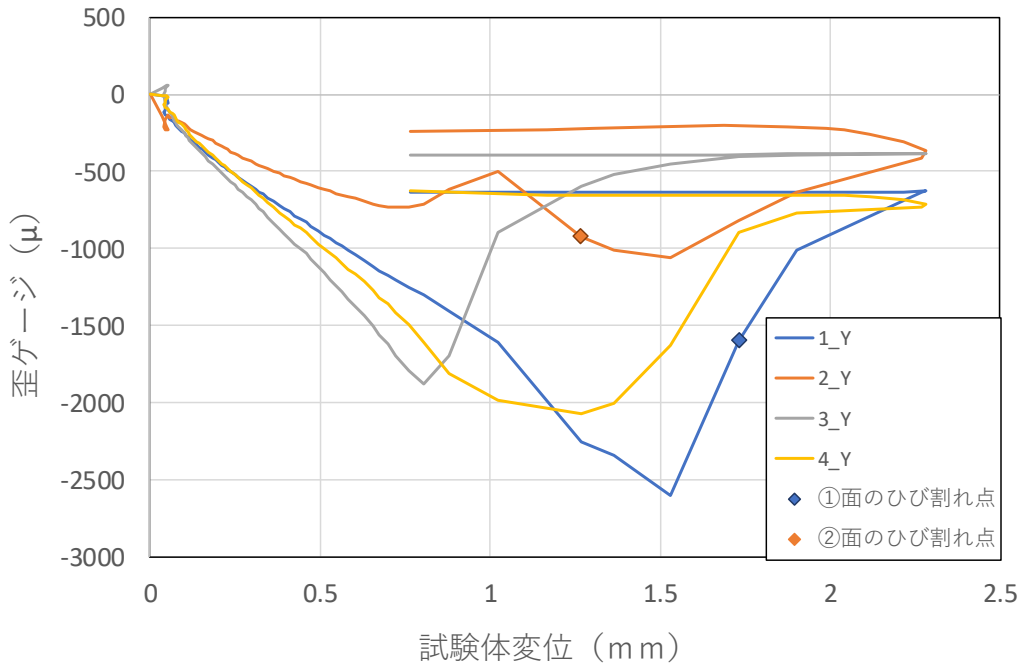


図 A1. 3. 3-4 試験体変位 - 歪ゲージ

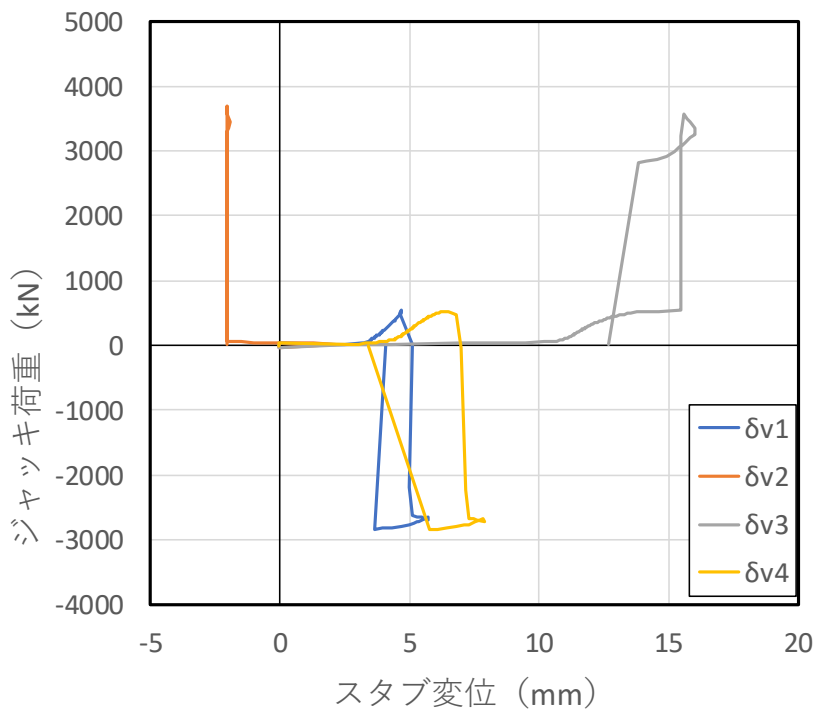


図 A1. 3. 3-5 スタブ変位 - ジャッキ荷重

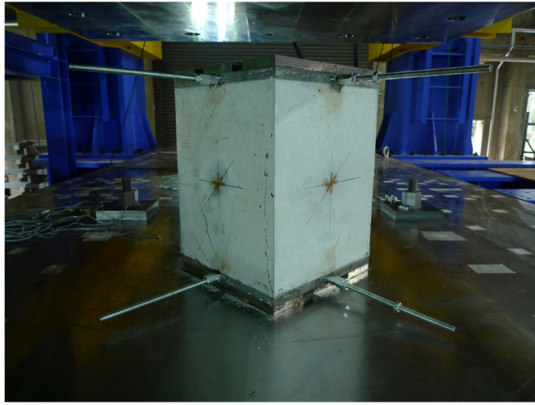


図 A1.3.3-6 ①面及び②面

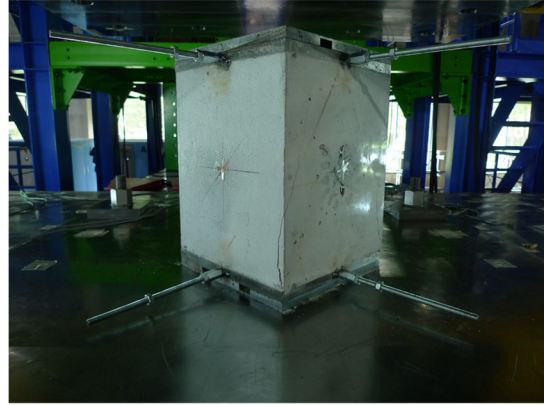


図 A1.3.3-7 ②面及び④面

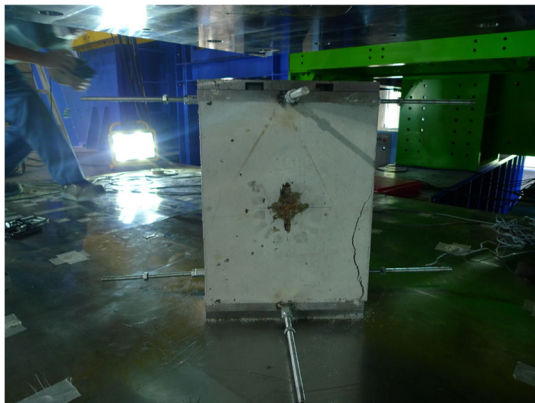


図 A1.3.3-8 ④面



図 A1.3.3-9 ②面端部のひび割れ

A1.3.4 R_1W

破壊性状

耐力が 3200kN を超えてから剛性が低下し、試験体変位 3.67mm のとき耐力 3244kN で、④面の端部からひび割れの発生を確認した。また、試験体変位 4.55mm のとき耐力 3311kN で、②面にひび割れが発生した。その後、耐力を維持し、試験体変位 17.7mm のとき最大耐力 4109kN を迎え、①面及び④面のかぶりコンクリート部が剥落した。また、内部の主筋が座屈していることも確認した(図 A1.3.4-9)。

図 A1.3.4-1 に R_1W の荷重 - 変位関係、図 A1.3.4-2 に歪ゲージ - ジャッキ荷重関係、図 A1.3.4-3 に試験体変位 - ジャッキ荷重関係、図 A1.3.4-4 に試験体変位 - 歪ゲージ関係、図 A1.3.4-5 にスタブ変位 - ジャッキ荷重関係を、図 A1.3.4-6～図 A1.3.4-9 に R_1W の載荷後の写真を示す。また、図 A1.3.4-1 においてジャッキを荷重制御から変位制御に切り替えた点を●、図 A1.3.4-1 及び図 A1.3.4-4 において①面のひび割れが発生点を◆、②面のひび割れ点を◇、④面のひび割れ点を◇、かぶりコンクリートが剥落した点を■として示した。

ただし、R_1W 試験体は、試験装置のトラブルのため、載荷中に一度除荷した後に荷重制御から変位制御への切り替えを行った。

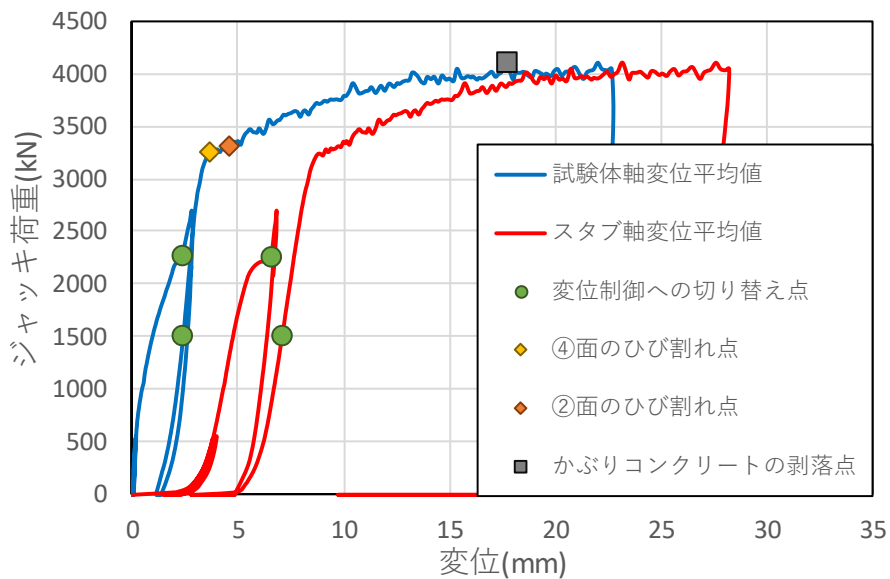


図 A1.3.4-1 荷重 - 変位関係

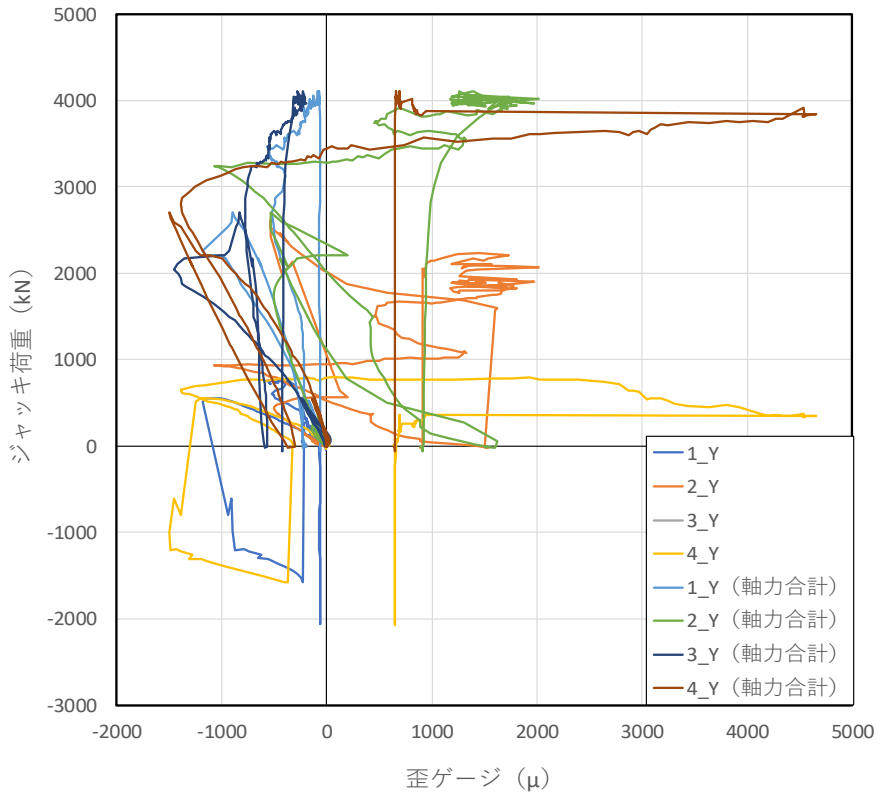


図 A1.3.4-2 歪ゲージ - ジャッキ荷重

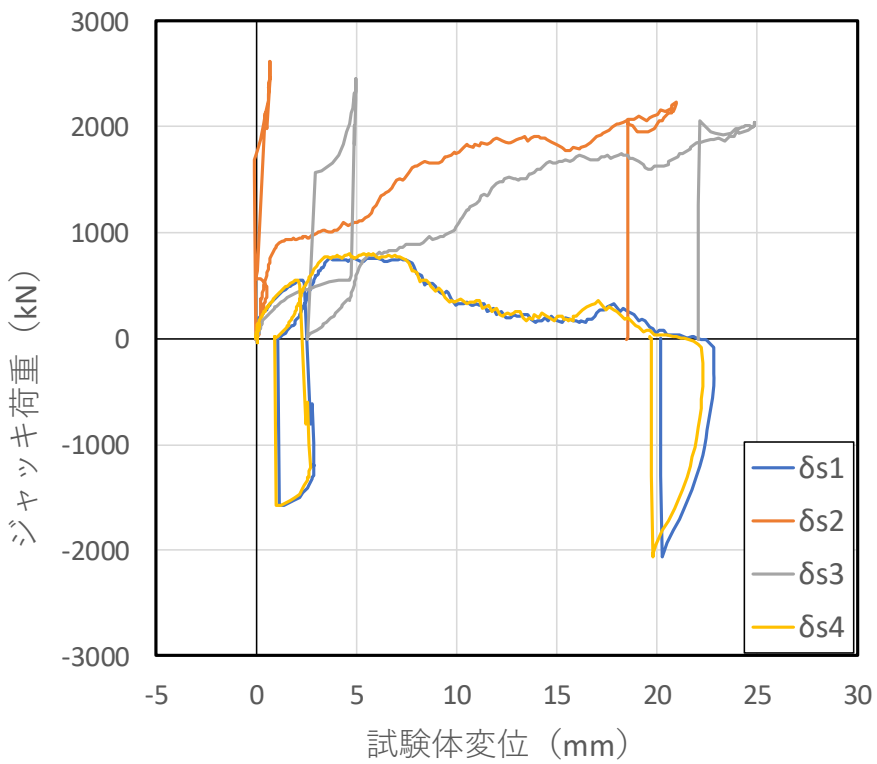


図 A1.3.4-3 試験体変位 - ジャッキ荷重

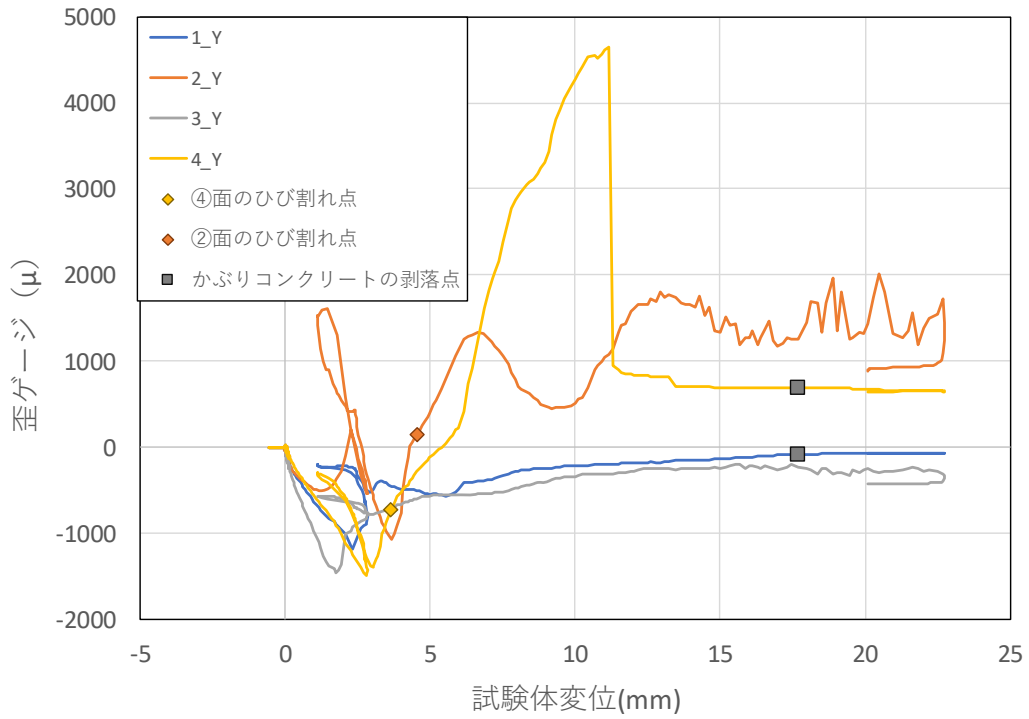


図 A1. 3. 4-4 試験体変位 - 歪ゲージ

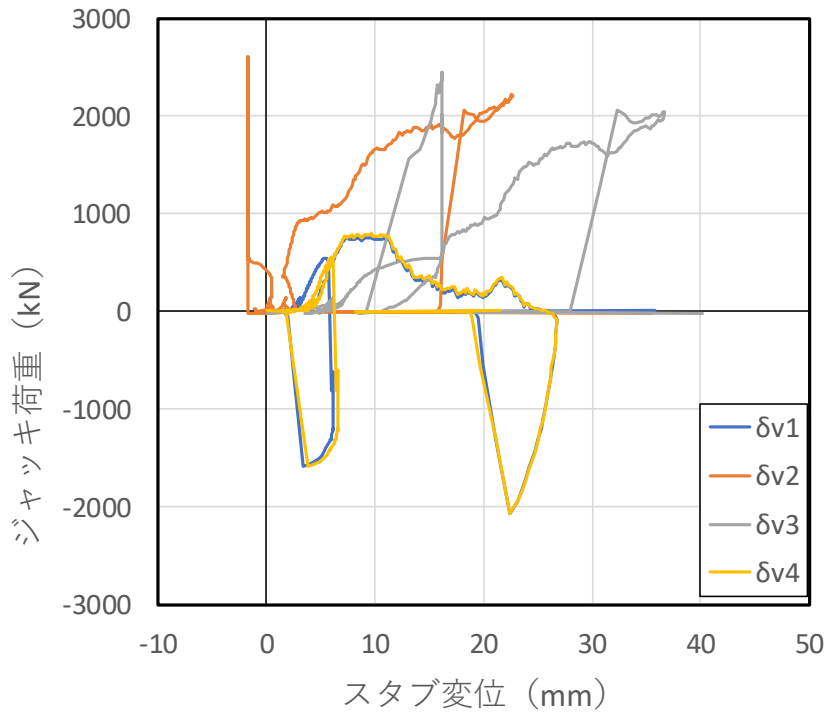


図 A1. 3. 4-5 スタブ変位 - ジャッキ荷重

付録1 補修モルタルの一軸圧縮実験



図 A1.3.4-6 ①面



図 A1.3.4-7 ②面



図 A1.3.4-8 ④面



図 A1.3.4-9 主筋の座屈

A1.4 結論

表 A1.4-1 に各試験体の耐力及び精度（実験値/計算値）を、図 A1.4-1 に全試験体の変位 - ジャッキ荷重の比較を示す。実験の結果、各試験体の最大耐力は、NR_3W が 2567kN、R_3W が 5192kN、NR_1W が 2280kN、R_1W が 4109kN となり、材齢が長い試験体の方が約 1.13～1.26 倍、鉄筋を配した試験体の方が約 1.80～2.02 倍耐力が向上した。

また、軸圧縮強度は（式 A1.4-1）、（式 A1.4-2）を用いて計算した結果、無筋の試験体の精度は NR_3W が 0.62、NR_1W が 0.88 であり、計算値は実験値を危険側に評価した。この要因として、当該試験体は鉄筋による水平拘束がないため、断面全体が一様に圧縮強度に達することができなかつたことが要因の一つと考えられる。

一方、有筋の試験体の精度は R_3W が 1.03、R_1W が 1.25 であり、計算値は実験値を安全側に評価した。R_3W 及び R_1W が載荷終了時まで耐力を保持し続けた要因としては、図 A1.3.2-6 及び図 A1.3.4-6 に示すように、かぶりモルタルが大きく剥落した後もコアモルタルはせん断補強筋の拘束効果によって健全であったためと考えられる。この拘束効果は、図 A1.4-1 より、有筋の試験体の方で靱性能が高いことから確認できる。

・軸圧縮強度

以下の式により算出する。

$$N_{max} = bDF \quad (\text{N}) \quad \text{無筋の場合} \quad (\text{式 A1.4-1})$$

$$N_{max} = bDF + a_g\sigma_y \quad (\text{N}) \quad \text{有筋の場合} \quad (\text{式 A1.4-2})$$

ここで、

b : 柱の幅 (mm)

D : 柱のせい (mm)

F : モルタルの圧縮強度 (N/mm²)

a_g : 主筋全断面積 (mm²)

σ_y : 主筋降伏強度 (N/mm²)

表 A1.4-1 各試験体の耐力および精度

試験体名	計算値[kN]	実験値[kN]	精度(実験値/計算値)
NR_3W	4131	2567	0.62
R_3W	5028	5192	1.03
NR_1W	2592	2280	0.88
R_1W	3291	4109	1.25

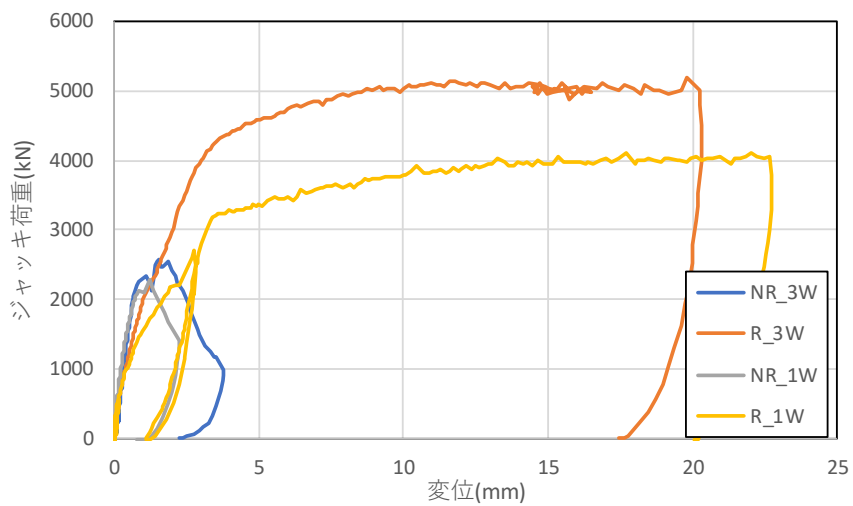


図 A1.4-1 全試験体の変位 - ジャッキ荷重の比較