

3章 試験体および試験方法

試験体と試験項目を表 3-1 に示す。試験体種類は、通常溶接（下向き姿勢）の試験体（A）、横向き姿勢の試験体（B）および下向き姿勢で打ち直した試験体（C）の3種類とした。試験体は図 3-1 に示す鋼板 300mm×400mm を使用し、丸印の箇所スタッドを1枚につき12本溶接することとした。A試験体は、B試験体およびC試験体と比較のために通常溶接とした。B試験体は、横向き姿勢での溶接ではあるが横向き専用のアークシールド（以下フェルール）を使用するのではなく、通常溶接である下向き用のフェルールを用い、意図的にフラッシュが全周を包囲しない不良な溶接となるようにした。本来であれば、横向き用のフェルールを使って、検査で不合格となるものだけをピックアップし試験体とするところであるが、横向き用のフェルールを使用した場合の欠陥率がおよそ10%程度であることから、必要本数を確保するには相当数のスタッドを溶接施工しなければならない。そこで、必要本数の2倍程度の中から抽出できるように、下向き用のフェルールを横向きに使用し欠陥発生率を故意に上げたものである。C試験体は、検査の結果不合格となった場合に行われる打ち直し溶接を再現したものである。それぞれの試験体は、溶接後スタッドが1本ずつとなるよう鋼板を100mm×100mmに小さく切断し、各種試験に供した。

表 3-1 試験体と試験項目一覧

記号	板厚 mm	母板の 材質	スタッド 径	溶接 姿勢	製作 本数	溶接補修	試験項目
A	22	SM490 YB	22	下向	4	なし	磁粉探傷試験, マクロ試験, 硬さ試験, 引張試験
B1			φ 22 φ 19 φ 16	横 向	36	有り (横 向 溶 接)	磁粉探傷試験, マクロ試験, 硬さ試験, 引張試験
B2					36	有り (上 向 溶 接)	磁粉探傷試験, マクロ試験, 硬さ試験, 引張試験
B3					36	なし	磁粉探傷試験, マクロ試験, 硬さ試験, 引張試験
C			22	下向	4	打ち直し	磁粉探傷試験, マクロ試験, 硬さ試験, 引張試験

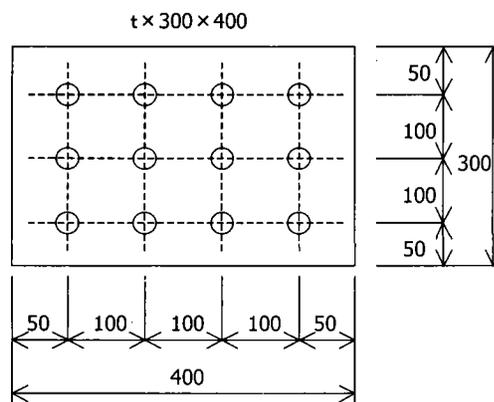


図 3-1 スタッド溶接試験体

使用するスタッドは、橋梁において一般的に使用される JIS B 1198 に規定される頭付きスタッドとし、その径はφ16,19,22 の 3 種類とした。スタッド溶接の条件を表 3-2 に示す。

それぞれの試験体を製作する際に使用するフェルールには、内部のガスを外部に放出しやすいように通気溝が設けられている。通常、下向きの溶接においては、全周にわたって通気溝のあるフェルールを使用するが、横向きの溶接においては下側に通気溝がない専用のフェルールを使用することにより、下方への金属のたれ落ちを防止する（図 3-2 参照）。しかし B 試験体は、意図的に検査で不合格となるような溶接を製作することを目的として、下向き用の、全周にわたって通気溝のあるフェルールを使用して横向き溶接を行った。これにより、スタッド上側にフラッシュが形成されにくく、おもに下側にフラッシュが形成される。また、B 試験体においては、溶接補修の姿勢の違いをパラメータとし試験結果を比較検討した。パラメータは 3 種類とし溶接補修せずそのままとしたもの、横向き姿勢で溶接補修を施したもの、上向き姿勢で溶接補修を施したものである。溶接条件を表 3-2、3-3 に示す。

これらの試験体に対して磁粉探傷試験、マクロ試験、硬さ試験、引張試験を行った。磁粉探傷試験は、溶接補修による複雑な熱履歴によって割れが発生することを想定し、その確認のために行ったものである。マクロ試験はスタッド溶接の溶接ビード断面形状の観察および割れの有無の確認を行うために実施した。硬さ試験は溶接による材料の硬化特性を確認するために行った。また、スタッドの基本的な力学性状を確認するために、引張試験も実施した。

表 3-2 スタッド溶接条件

スタッド 寸法	横向き		下向き	
	電流 (A)	時間 (S)	電流 (A)	時間 (S)
φ16×100	1100	0.6	---	---
φ19×150	1500	0.8	---	---
φ22×150	1800	1.1	1800	1.0

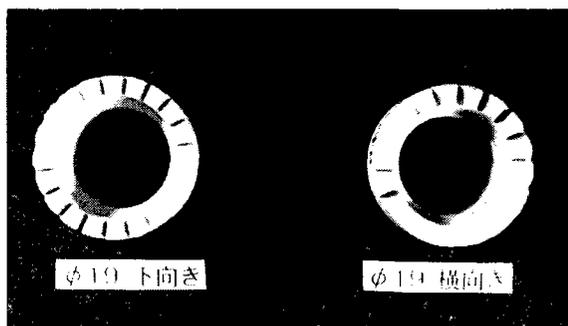
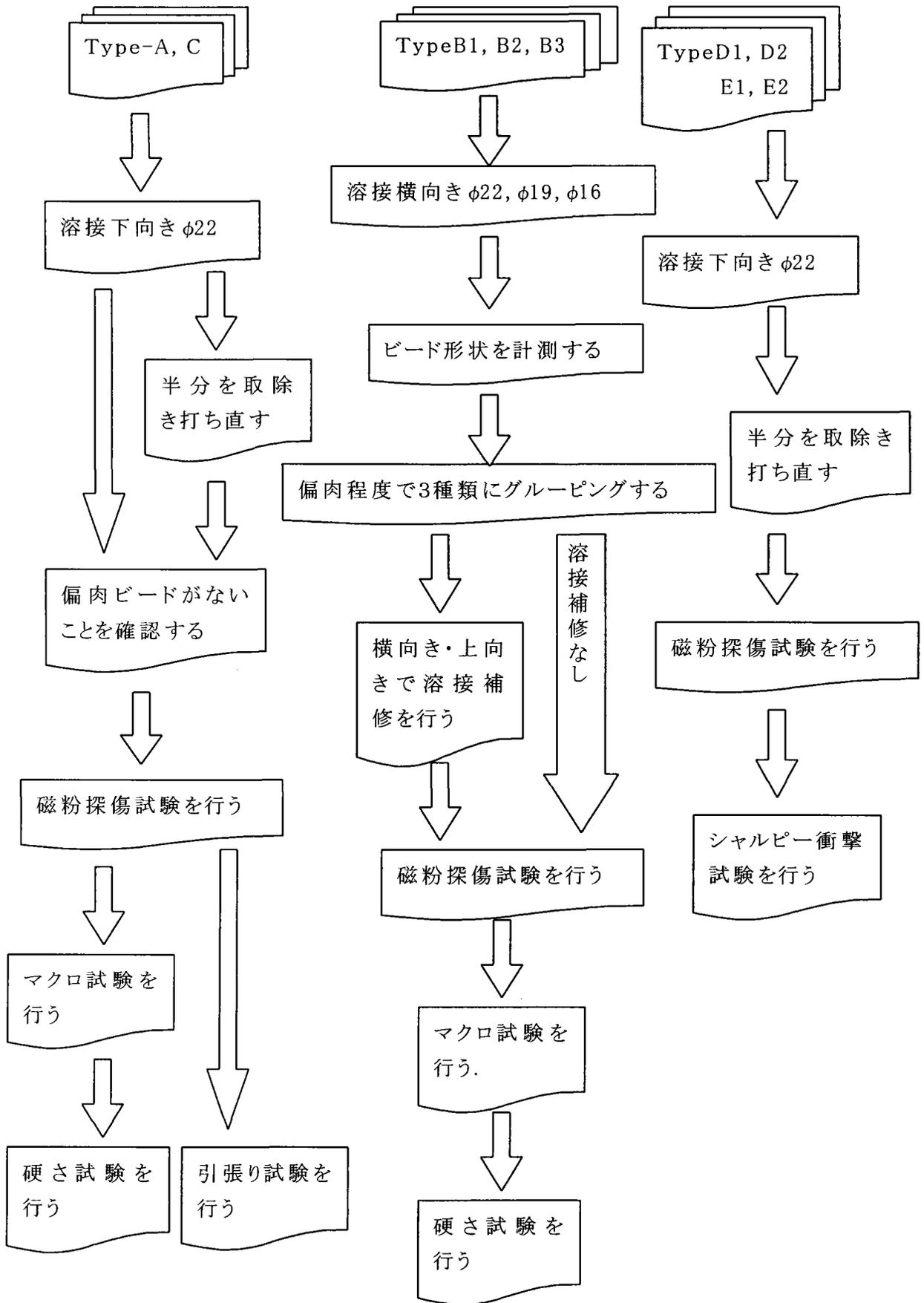


図 3-2 フェールの例

表 3-3. 溶接条件

溶接 材料	径	溶接 姿勢	電流 (A)	電圧 (V)
L-55	φ 3.2	横向き	125	24
		上向き	115	24

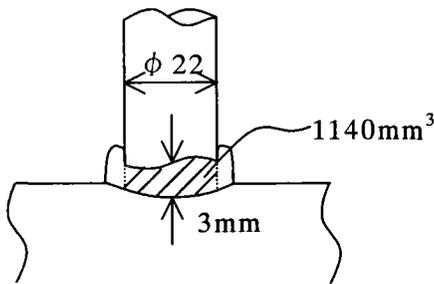
試験体製作フローチャート



以下にスタッド溶接の入熱量について述べる。

今回の試験を行うにあたり，スタッド溶接に関係する文献を調査したところ，過去の文献には，スタッド溶接の入熱量を算定する式がどこにも見当たらない．大電流を扱うことで，一見入熱が非常に大きいように見られるが，溶接時間は瞬間的であることから，入熱量はそれほど大きなものではないと考えられる．そこで，通常の溶接入熱量を算定する式にスタッド溶接をあてはめ，入熱量を算出した．

φ22 スタッド溶接溶着量を 6mm 換算長に変換し，スタッド溶接時間から速度を求め，スタッド溶接の入熱量を求める．



・ 6mm 換算長を求め，速度を算出する．

$$K=1140/21.78=52.3\text{mm}$$

$$60(\text{S})/1.1(\text{S})=54.5$$

$$\langle \text{速度} \rangle 52.3 \times 54.5 = 285\text{cm/min}$$

・ 入熱量(J/cm)を求める．

$$(1800 \times 40 \times 60) / 285 = 15158\text{J/cm}$$

入熱量は，15158J/cm ($\leq 70000\text{J/cm}$) であり，溶接割れを懸念する値ではないといえる．