

# コンクリート構造物におけるコールドジョイント部の 強度低下に関する研究

地濃 茂雄\* 佐藤 誉幸\*\*

(平成14年10月31日 受理)

## Research on the strength degradation in concrete structure in the cold joint division

Shigeo CHINO\* Takayuki SATO\*\*

By causing the construction bad, the cold joint arises. The concrete cold joint becomes large defect structural. Then, the effect of cold joint on flexural strength and bond strength was examined in this study. The result showed that construction joint angle and interval of placement, temperature and wind velocity affected the strength.

Keyword: cold joint, strength degradation, construction joint, interval of placement

### 1. まえがき

コンクリート構造物の施工において、コンクリートの製造から運搬、打込み、締固め、養生までコンクリート工事一連の作業のなかで、打込みおよび締固めという現場作業の良否によって、コンクリートの品質、耐久性が大きく左右されるといっても過言ではない。<sup>1)</sup>

とりわけ、先打ちしたコンクリートとあと打ちコンクリートとの境界部分に生じるコールドジョイントは意匠性や機能性を低下させるほか、強度に直接影響を及ぼすことから構造上大きな欠陥となりやすい。

そこで本研究では、コールドジョイントの発生の実態を把握したのち、コールドジョイント部を想定し作製した供試体の曲げ強度実験（実験Ⅰ）とその結果を踏まえた付着強度実験（実験Ⅱ）から、コールドジョイント部の強度性状について検討したものである。

### 2. 実験Ⅰ

#### 2.1 実験概要

コールドジョイントの実態を現場調査した結果、コールドジョイントは先打ち・あと打ちコンクリートのモルタル同士の付着によって形成されていることがわかった。そこでまず、モルタル試料を用いてコールドジョイント部を意図的に再現することとし、打継ぎ時間間隔、及びコールドジョイントの角度がコールドジョイント部の付着強度にどう影響す

---

\* 建築学科 教授

\*\* 大学院工学研究科 大学院生

Table1. Table of mix proportion

水セメント比 (%)	スランプ (cm)	水 (kg/m <sup>3</sup> )	セメント (kg/m <sup>3</sup> )	細骨材 (kg/m <sup>3</sup> )	粗骨材 (kg/m <sup>3</sup> )
60	21	190	317	907	910

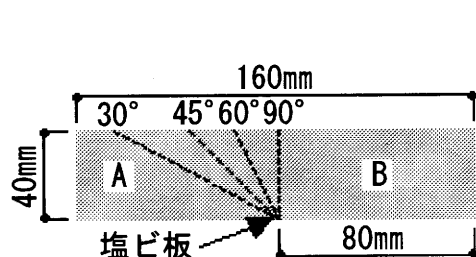


Fig1. Test-piece

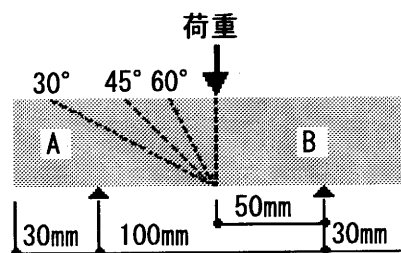


Fig2. Loading method

るのかについて、曲げ強度試験から考察することとした。

## 2.2 実験方法

40×40×160 (mm) のモルタル供試体で実験することとし、Table1 の調合表をもとに粗骨材を取り除いたモルタルで供試体を作製した。

コールドジョイントの角度を変化させることとし、30°、45°、60°、90° とした。また比較検討のために、コールドジョイントの無いものも作製した。

作製方法を Fig1 に示す。図中の点線はコールドジョイントを示している。すなわち、型枠の中間部分に下端がくるようにそれぞれの角度に塩ビ板を差し込み、まず A の部分にモルタルを打込んだ (先打ち)。そして B の部分に新たなモルタルを打込んだ (あと打ち)。打継ぎ時間間隔は 1, 2, 4, 24 時間とした。また強度試験の材齢は 1, 2, 3, 4 週とし、養生は気中養生とした。

強度試験は、Fig2 に示すようにコールドジョイント (角度 90°) 部に上部から載荷する曲げ試験を採用し、ミハエリス曲げ試験機を使用した。

## 2.3 実験結果と検討

### (1) 破断の特徴

コールドジョイントの角度によって、供試体の破断の仕方に違いが生じた。破断の形状を Fig3 に示す。破断形状は①母体破断、②くの字型破断、③界面破断の 3 つに大きく分類できる。

その結果を Table2 に示す。

母体破断は 90° を除く全ての角度で発生した。特に 30° の供試体は全てこの形で破断した。これに対して、②のくの字型破断は 60° 及び 45° で発生し、本実験では 60° の供試体に多く見られた。界面破断は 90° では全てが、60° 及び 45° では数例であった。

30° において母体破断が生じた原因に、角度が非常に緩やかであったということが考えられる。また、45° 及び 60° においても母体破断が発生したのは、コールドジョイント部の付着強度が比較的大きかったことが起因したものと考えられる。

つまり、45° 及び 60° において、くの字型破断が生じた原因は、試験方法が曲げ試験であったことが挙げられ、コールドジョイント面と載荷方向 (力の作用) との関連が伺える。

なお、同じ角度であっても比較的供試体間でのばらつきが大きかった。これは、供試体成形上の諸々の要因が作用しているものと考えられる。これらのことから、現場ではこれ以上のばらつきが生じるものと推察される。

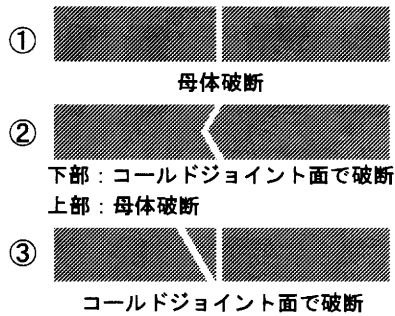


Fig3. Shape of the rupture

(2) 強度性状

1) 角度別に見る強度変化

コールドジョイントの無い供試体の曲げ強度を100%とした場合の、強度変化の一例をFig4に示す。

角度が60°を超えると、強度が大きく低下する傾向が見られる。特に90°においては、コールドジョイントが無いものに比べ、曲げ強度が50%程度と極めて低い。これは、引張力が作用する方向がコールドジョイントに対し90°に近ければ近いほど、付着強度が低下するものと考えられる。

2) 打継ぎ時間間隔に見る強度変化

強度変化の一例をFig5に示す。打継ぎ時間間隔が長くなるにつれて、殆どの角度で曲げ強度が低下する傾向が伺える。

3) 材齢別に見る強度変化

一例をFig6に示す。いずれの角度においても材齢が進むにつれて強度は増加している。すなわち、付着強度が増大しているといえる。

なお、打継ぎ時間間隔24時間の60°の曲げ強度が極端に小さいことなどデータにばらつきがみられる。その原因は前述の通りである。

Table2. Rupture result

角度	破断結果
90°	③
60°	① ② ③
45°	① ② ③
30°	①

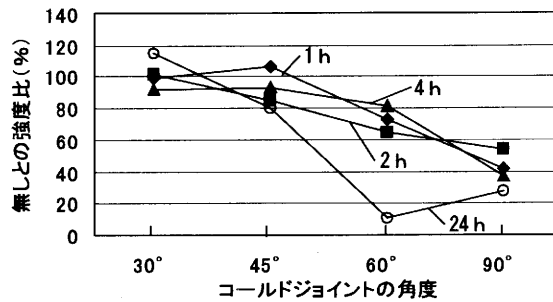


Fig4. Typical relation between strength ratio that there is no a cold joint and angle of the cold joint in each interval of placement

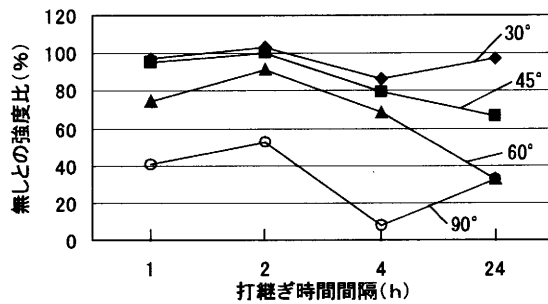


Fig5. Typical relation between strength ratio that there is no a cold joint and interval of placement at each angle

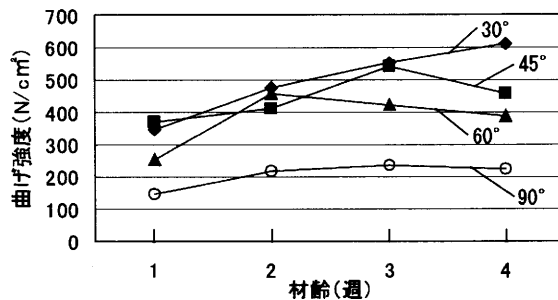


Fig6. Typical relation between flexural strength and material age at each angle

### 3. 実験Ⅱ

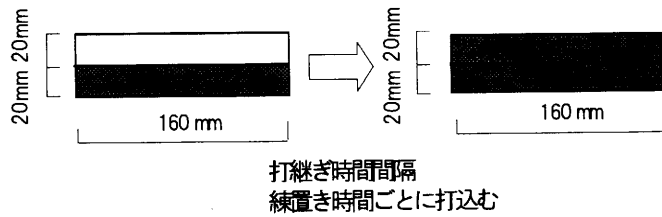


Fig7. Test-piece

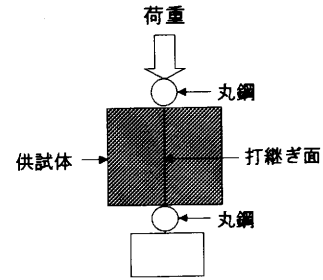


Fig8. Split test method

Table3. Test specimen condition

供試体	W/C (%)	打継ぎ時間 (分)	練置き時間 (分)	モルタル温度
A	60	0	0	5・18・35
B		15	0	
C		30	0・30	
D		60	0	
E		90	90	
F		120	0・120	
G		240	0	

#### 3.1 実験概要

実験Ⅰの結果を踏まえ、モルタルの打継ぎ時間間隔、練置き時間さらに気候的要因(外気温・風)が、コールドジョイント部の付着にどう影響するかについて考察することとした。

供試体は、実験Ⅰと同様の調合で作製した。

#### 3.2 実験方法

実験Ⅰの曲げ試験の結果がかなりばらついていたことを考慮し、コールドジョイントの角度を全供試体において一定(90°)とした割裂試験を行うこととした。

供試体は、Fig7のように型枠の半分までモルタルを打込み、打継ぎ時間間隔に応じて残りの半分を打込み、作製した。打継ぎ時間間隔は、実験Ⅰの結果を考慮し、0(無し)、15、30、60、90、120、240分とした。また、実験Ⅰでは行わなかった練置きしたモルタルを打継いだ場合との比較のため、打継ぎ時間30、90、120分の供試体は打継ぎ時間間隔と同時練置いたモルタルを打込んだ供試体も作製した(Table3参照)。

このほか、気温や風の影響についても実験を行った。代表的な気温として、5℃、18℃、35℃の気温条件のもとで供試体を作製した。各種条件をTable4に示す。

風の実験では小型扇風機を用い、風速は4~6m/sの範囲とした。供試体作製の際、型枠を台に載せ、打継ぎ時間間隔、練置き時間に応じて風をあて続けた。

コールドジョイント部の付着を測定するため、1本の供試体をモルタルカッターで4つ

Table4. Condition according to material

材齢 (週)	W/C (%)	気温 (°C)	風速 (m/s)
1	60	5・18・35	0・4~6
4			
8		18	

に均等に切断し、Fig8のような割裂試験を行い、最大荷重を求めた。

### 3.3 実験結果と検討

#### (1) 打継ぎ時間間隔及び練置き時間の影響

##### 1) 気温と割裂荷重の関係

割裂試験結果の一例を Fig9 に示す。

打継ぎ時間間隔が長くなるにつれて割裂荷重が低下し、特に気温の差による影響が認められる。

これは、気温の低い5°Cの試験体では、水和反応の進行が遅くコールドジョイントが発生しにくい、気温の高い35°Cの供試体では、水和反応が進み発生しやすくなるものと考えられる。

また、Fig10において練置き時間0分と30、120分練置いたモルタルの供試体の割裂荷重を比較すると、練置きしたものの割裂荷重が低下している。特に35°Cの供試体では、その差は大きい。

JASS 5<sup>2)</sup>の規定における、練混ぜから打込み終了までの時間の限度が25°C以上では90分以内とされていることの妥当性が伺える。

##### 2) 風速と割裂荷重の関係

風速の影響による割裂試験結果の一例を Fig11 に示す。打継ぎ時間間隔30分までは、風速4~6m/sの供試体の割裂荷重が大きい、この時間を過ぎたあたりから割裂荷重が風速0m/sの供試体と逆転している。これはある程度の時間風があたることで、モルタル表面から水分蒸発がおり、モルタルが流動性を失い、コールドジョイント部の付着強度が低下したためと考えられる。つまり、水和反応に必要な水分が散逸したため、割裂荷重の低下につながったものといえる。

そしてここにおいても、時間が経過すると練置きしたモルタルを打継いだ供試体の

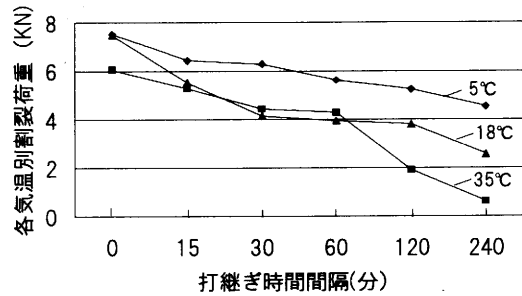


Fig9. Typical relation between splitting load according to each temperature and interval of placement

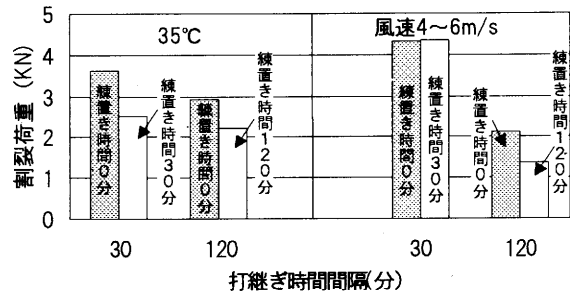


Fig10. Typical relation between splitting load and interval of placement under each condition

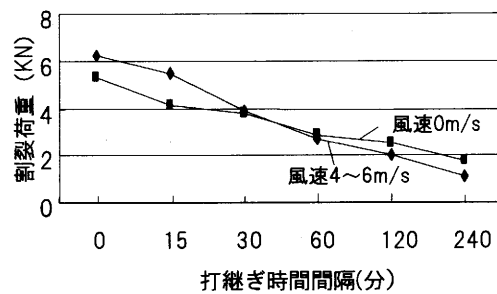


Fig11. Typical relation between splitting load and interval of placement at each wind velocity

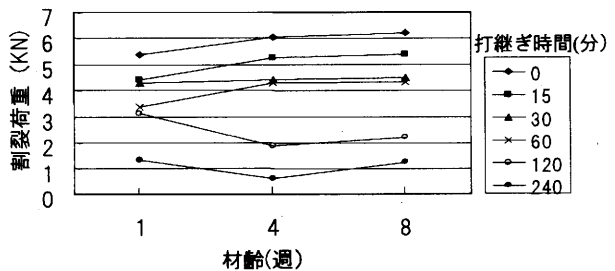


Fig12. Typical relation between splitting load and Material age

割裂荷重が小さくなる傾向が見られた(Fig10 参照)。

以上のことから、練混ぜから打込み終了までの一連の作業において、コンクリートの入念な施工が大事であることが指摘される。

#### (2) 材齢の違いと割裂荷重の関係

割裂試験結果を Fig12 に示す。

材齢の進行とともに割裂荷重は大きくなるものの、打継ぎ時間間隔 120 分を超えたあたりから、材齢の進行に伴う割裂荷重の変化はほとんど見られない。つまり、コールドジョイント部の付着は、打継ぎ時間間隔が長くなると、材齢の進行に伴う強度増進は期待できないものと考えられる。

### 4. 結論

施工不良を想定したコールドジョイントに関する実験から、強度性状について以下のことが明らかとなった。

- 1) コールドジョイント部の付着性状は、打継ぎ時間間隔などの施工要因に支配される。
- 2) コールドジョイントに対して作用する引張力の角度が、 $90^\circ$  に近づくほど付着強度は低下する。また、コールドジョイント面に対して作用する力の方向により、破断形状は異なる。
- 3) 打継ぎ時間間隔が長いほど、コールドジョイント部の付着強度は低下する。
- 4) コールドジョイント部の付着強度は、材齢とともにわずかに増大するが、その強度増進は期待できない。
- 5) 打継ぎ時において練置きしたものの付着強度は小さい。
- 6) JASS 5 に規定する練混ぜから打込み終了までの時間の限度の妥当性が確認できた。
- 7) 練混ぜから打込み終了までの一連の作業において、コンクリートの入念な施工が大事であることを指摘した。

#### 参考文献

- 1) 例えば、幸村憲衛：鉄筋コンクリート工事の新しい視点、密実なコンクリートを打設するには、建築技術 No.431, 1987 年 7 月
- 2) 日本建築学会、建築工事標準仕様書・同解説 5 鉄筋コンクリート工事第 11 版, 1997 年